



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



**TESE**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO  
E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**SECAGEM CONVECTIVA DA POLPA DE PEQUI PARA ELABORAÇÃO DE  
CONDIMENTO**

**ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA**

**CAMPINA GRANDE, PB**

**JULHO - 2016**

**ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA**

**SECAGEM CONVECTIVA DA POLPA DE PEQUI PARA ELABORAÇÃO DE  
CONDIMENTO**

**Tese de Doutorado apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
da Universidade Federal de Campina  
Grande, como parte dos requisitos  
necessários para obtenção do título de  
Doutor em Engenharia Agrícola.**

**ORIENTADORAS:**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josivanda Palmeira Gomes**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo**

**CAMPINA GRANDE, PB**

**JULHO - 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S725s

Sousa, Elisabete Píancó.

Secagem convectiva da polpa de pequi para elaboração de condimento / Elisabete Píancó Sousa. – Campina Grande, 2016.

172 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes, Profa. Dra. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo".

Referências.

1. Secagem Convectiva – Polpa de Pequi. 2. Armazenamento – Polpa de Pequi. 3. Condimento – Polpa de Pequi. I. Gomes, Josivanda Palmeira. II. Figueirêdo, Rossana Maira Feitosa de. III. Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande (PB). IV. Título.

CD631.563.2(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA

SECAGEM CONVECTIVA DA POLPA DE PEQUI PARA  
ELABORAÇÃO DE CONDIMENTO

APROVADA: 22 de julho de 2016

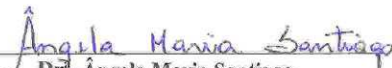
BANCA EXAMINADORA



**Dr.ª Josivanda Palmeira Gomes**  
Orientadora - UAEA/CTRN/UFCG



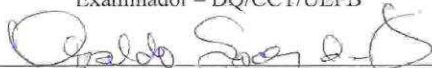
**Dr.ª Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo**  
Orientadora - UAEA/CTRN/UFCG



**Dr.ª Ângela Maria Santiago**  
Examinadora - DQ/CCT/UEPB



**Dr.ª Pablicia Oliveira Galdino**  
Examinador - DQ/CCT/UEPB



**Dr. Osvaldo Soares da Silva**  
Examinadora - UATA/CCTA/UFCG



**Dr.ª Hofsky Vieira Alexandre**  
Examinadora - CAPES/PNPD

Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó  
58429-140 – CAMPINA GRANDE - PB  
Fone: (83) 2101.1055. Fax: (83) 2101.1185  
<http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag>

*Nesta jornada fiz inúmeros planejamentos pensando em mim e nos outros e corri contra o tempo para tentar concretizar desejos, sonhos e finalizar essa etapa da minha vida. Enfim, busquei o melhor e dei o melhor de mim. Acabou que tudo que fiz favoreceu a minha vida profissional e intelectual. "VALEU A PENHA"!!!*

*Elisabete Piancó*

*A meu pai pelo incentivo; a minha mãe, sinônimo de força e dedicação. A meus irmãos Herlaniede, Heliane, Antonio, Davi e Júnior; enfim, aos meus queridos e amados sobrinhos.*

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus , por permitir a minha existência, como meu auxiliador e condutor em todas as etapas da minha vida, concedendo-me paz, saúde, determinação e coragem. Deus no controle de tudo!!!*

*A meus pais (Marineide e Agustinho), irmãos (Herlaniede, Heliane, Antonio, Davi e Júnior) e sobrinhos (Kerven, Lara, Clara, Heloysa, Davi, Ravilla, Davilla, Nycoli e Isaías) que sempre estão pedindo a Deus por mim, além de apoiar em tudo que faço e por me fortalecer com palavras, abraços e sorrisos.*

*A Francinete, Deusa e Viviane, pelas orações, palavras de otimismo e por acreditar na minha capacidade e serem minhas intercessoras.*

*Às minhas Orientadoras, Profa. Dra. Josivanda Palmeira e Rossana Figueirêdo, pelo exemplo de profissional e, acima de tudo, de pessoa, pela paciência, orientações e conselhos.*

*Ao Professor Dr. Alexandre Queiroz, pelos ensinamentos transmitidos desde o mestrado, pela solicitude incondicional, disponibilidade em me ajudar e contribuição com seus ensinamentos na execução desta pesquisa. Meu eterno agradecimento!!*

*A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Área de Concentração em Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, pelos conhecimentos transmitidos, amizade e demais momentos de descontração vividos durante esta jornada.*

*A Daniellê, minha irmã do coração, sempre me tranquilizando nos momentos de desespero, por perto me passando energias positivas. Obrigada pelas sugestões valiosas para esse estudo, ajudas na execução do experimento, por todas as vezes que me fez companhia no CZ e por cuidar de mim... “Foi Deus que te escolheu para ser a melhor amiga que eu pudesse ter”.*

*Aos amigos e colegas que de alguma forma me ajudaram nessa etapa da minha vida: Luciana, Regilane, Denise, Emanuel, Gabrielle, Bruno, Joabis, Shirlianny, Taciato, Débora, Flávio Gurjão, Renata, Marcela, Jemima, Yvana, Juliana, Joyce e Maria. Peço desculpas àqueles que por ventura não mencionei.*

*Aos anjos que Deus colocou para me ajudar na execução dessa pesquisa: Deise, Francilânia, Inácia e Jadinha. Como não citar Deise, sempre presente e ouvindo a minha repetitiva conversa sobre o experimento, tese e tese.... ajudou demais.*

*A Nalva e Luzia, companheiras de jornada (Mestrado e Doutorado) sou muito grata pelos conselhos, companheirismo, ajuda, conversas, pesquisas, por todos os momentos de alegria, brincadeiras e pelos maravilhosos momentos compartilhados.*

*À UFPA e à CAPES pelo o apoio financeiro.*

*A Janielle e Priscila, que sempre acreditaram e confiaram na minha capacidade, sempre pediram a Deus por mim. Vocês estão longe fisicamente mas estão perto do coração.*

*A Jocássio, que me ouviu incansavelmente e me acompanhou na reta final (escrita) da tese, sou muito grata também pelo companheirismo nos momentos difíceis, distante do meu Nordeste.*

*Aos amigos que fiz em Macapá, por terem compreendido as minhas ausências em alguns momentos no período de escrita da tese: Érica, Leiloca, Dário, Luciana, Francilene, Gilvanete e Robson.*

*A Natália Miranda, um anjo que Deus colocou na minha vida quando eu mais precisei, que me acompanhou, apoiou e com paciência me ouviu falar e escrever a tese. Obrigada pela acolhida!*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>1 -INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 - Objetivo geral .....	2
1.1.1 - Objetivos específicos .....	2
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1 - Pequi .....	3
2.2 - Secagem de polpa de frutas .....	6
2.3 - Cinética de secagem .....	7
2.4 - Atividade de água .....	10
2.4.1 - Isotermas de sorção .....	12
2.5 - Armazenamento .....	14
2.6 - Condimento .....	16
2.7 - Análise sensorial .....	18
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 - Matéria-prima .....	22
3.2 - Obtenção da polpa de pequi .....	22
3.3 - Caracterização química, física e físico-química da polpa de pequi .....	23
3.3.1 - Teor de água.....	23
3.3.2 - Cinzas.....	24
3.3.3 - Lipídeos .....	24
3.3.4 - Proteínas.....	24
3.3.5 - Sólidos solúveis totais (SST) .....	24
3.3.6 - Acidez total titulável .....	24
3.3.7 - pH .....	24
3.3.8 - Ácido ascórbico .....	25
3.3.9 - Carotenoides totais .....	25
3.3.10 - Açúcares totais, redutores e não redutores .....	25



3.3.11- Ratio (SST/ATT) .....	25
3.3.12 - Atividade de água ( $a_w$ ) .....	26
3.3.13 - Cor .....	26
3.4 - Cinética de secagem da polpa de pequi .....	26
3.4.1 - Difusividade efetiva ( $D_{EF}$ ) .....	28
3.4.2 - Rendimento do pó .....	28
3.5 - Caracterização química, física e físico-química dos produtos em pó .....	29
3.5.1 - Índice de peróxido .....	29
3.5.2 - Densidade aparente .....	29
3.5.3 - Densidade compactada .....	29
3.5.4 - Fator de Hausner .....	30
3.5.5 - Índice de compressibilidade ou índice de Carr (IC%) .....	30
3.5.6 - Ângulo de repouso estático ( $\theta$ ) .....	30
3.5.7 - Molhabilidade .....	31
3.5.8 - Solubilidade .....	31
3.5.9 - Morfologia .....	31
3.6 - Seleção do pó .....	32
3.7 - Análise microbiológica do pó selecionado .....	32
3.7.1 - Contagem de coliformes termotolerantes .....	32
3.7.2 - Bolores e leveduras .....	33
3.7.3 - <i>Salmonella</i> sp.....	33
3.8 - Isotermas de adsorção de água do pó selecionado .....	33
3.9 - Alteração da cor durante a secagem do pó selecionado .....	34
3.10 - Armazenamento .....	35
3.11 - Elaboração dos condimentos e uso em alimentos .....	35
3.12 - Análise sensorial .....	37
3.12.1 - Índice de aceitabilidade .....	38
3.13 - Análise estatística .....	39
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
4.1 - Caracterização química, física e físico-química da polpa de pequi .....	40
4.2 - Cinética de secagem .....	44
4.2.1 - Modelos matemáticos .....	46
4.2.2 - Difusividade efetiva ( $D_{ef}$ ) .....	52

4.3 - Caracterização química, física e físico-química dos pós de pequi .....	54
4.3.1 - Rendimento .....	54
4.3.2 - Teor de água .....	55
4.3.3 - Atividade de água .....	57
4.3.4 - Carotenoides totais .....	58
4.3.5 - Lipídeos .....	59
4.3.6 - Intensidade de vermelho (+a*) .....	61
4.3.7 - Intensidade de amarelo (+b*) .....	62
4.3.8 - Luminosidade (L*) .....	63
4.3.9 - Índice de peróxido .....	64
4.3.10 - Acidez total titulável .....	65
4.3.11 - Proteínas .....	67
4.3.12 - Ácido ascórbico .....	68
4.3.13 - Ângulo de repouso .....	69
4.3.14 - Densidade aparente .....	71
4.3.15 - Densidade compactada .....	72
4.3.16 - Fator de Hausner .....	74
4.3.17 - Molhabilidade .....	75
4.3.18 - Índice de compressibilidade ou índice de Carr (IC%) .....	76
4.3.19 - Solubilidade .....	77
4.4 - Seleção do melhor pó .....	79
4.4.1 - Análise microbiológica do pó selecionado .....	79
4.5 - Avaliação da alteração da cor durante a secagem do pó selecionado .....	81
4.6 - Microscopia eletrônica de varredura (MEV) .....	83
4.7 - Isotermas de adsorção de água do pó de pequi selecionado .....	86
4.8 - Armazenamento do pó de pequi selecionado .....	90
4.8.1 - Teor de água .....	90
4.8.2 - Acidez total titulável .....	92
4.8.3 - pH .....	93
4.8.4 - Atividade de água .....	94
4.8.5 - Ângulo de repouso ( $\theta$ ) .....	95
4.8.6 - Lipídeos .....	96
4.8.7 - Índice de peróxido .....	97

4.8.8 - Luminosidade (L*) .....	99
4.8.9 - Intensidade de vermelho (+a*) .....	100
4.8.10 - Intensidade de amarelo (+b*) .....	102
4.8.11 - Ângulo Hue .....	103
4.8.12 - Cromaticidade (saturação da cor) .....	104
4.8.13 – Carotenoides totais .....	105
4.9 - Análise sensorial do caldo de feijão adicionado de condimentos à base do pó de pequi.....	106
4.9.1 - Índice de aceitabilidade .....	109
<b>5 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>120</b>
<b>6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>154</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>166</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>171</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	Fruto do pequi ( <i>C. coriaceum</i> ) da Chapada do Araripe, CE ..	3
<b>Figura 2.2</b>	Isotermas de adsorção e dessorção .....	13
<b>Figura 3.1</b>	Fluxograma de processamento da polpa de pequi .....	23
<b>Figura 4.1</b>	Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Midilli nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.....	51
<b>Figura 4.2</b>	Morfologia do pó de pequi da melhor condição de secagem.....	85
<b>Figura 4.3</b>	Isoterma de adsorção de água, em diferentes temperaturas, do pó de pequi selecionado com ajustes pelo modelo de GAB.....	89
<b>Figura 4.4</b>	Índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais mais intenção de compra das formulações de condimento.....	109
<b>Figura 4.5</b>	Atributo cor das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi.....	111
<b>Figura 4.6</b>	Atributo aroma das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi.....	113
<b>Figura 4.7</b>	Atributo sabor das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi.....	115
<b>Figura 4.8</b>	Atributo aparência global das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi.....	117
<b>Figura 4.9</b>	Atributo intenção de compra das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi.....	119
<b>Figura C.1</b>	Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Page nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.....	167
<b>Figura C.2</b>	Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Henderson e Pabis nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.....	168
<b>Figura C.3</b>	Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Newton nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.....	169
<b>Figura C.4</b>	Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Wang e Sing nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60	

	°C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.....	170
<b>Figura D.1</b>	Isoterma de adsorção de água ajustada ao modelo de Oswin do pó de pequi na temperatura 70 °C e 0,5 cm de espessura.....	172
<b>Figura D.2</b>	Isoterma de adsorção de água ajustada ao modelo de Peleg do pó de pequi na temperatura 70 °C e 0,5 cm de espessura.....	172

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b>	Composição centesimal da polpa de pequi .....	5
<b>Tabela 2.2</b>	Equações empíricas e semi-empíricas para representação da cinética de secagem.....	9
<b>Tabela 3.2</b>	Formulações dos condimentos e as proporções dos ingredientes....	36
<b>Tabela 3.3</b>	Formulações dos condimentos e as proporções dos ingredientes....	37
<b>Tabela 4.1</b>	Caracterização química, física, físico-química da polpa de pequi...	40
<b>Tabela 4.2</b>	Tempo de secagem da polpa de pequi em diferentes temperaturas e espessuras da camada da polpa.....	45
<b>Tabela 4.3</b>	Parâmetros dos ajustes dos modelos matemáticos de Midilli, Page, Henderson e Pabis com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadrados médios (DQM) da secagem da polpa de pequi.....	47
<b>Tabela 4.4</b>	Parâmetros dos ajustes dos modelos matemáticos de Newton e Wang e Sing com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadrados médios (DQM) da secagem da polpa de pequi.....	48
<b>Tabela 4.5</b>	Valor médio da difusividade efetiva ( $D_{ef}$ ) obtidos na secagem da polpa de pequi nas espessuras 0,5; 1,0 e 1,5 cm nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C e coeficiente de determinação ( $R^2$ ).....	52
<b>Tabela 4.6</b>	Valor médio do rendimento (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	54
<b>Tabela 4.7</b>	Valor médio do teor de água (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	56
<b>Tabela 4.8</b>	Valor médio de atividade de água dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	57

<b>Tabela 4.9</b>	Valor médio dos carotenoides totais ( $\mu\text{g/g}$ ) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	58
<b>Tabela 4.10</b>	Valor médio dos lipídeos (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	60
<b>Tabela 4.11</b>	Valor médio da intensidade de vermelho (+a*) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	61
<b>Tabela 4.12</b>	Valor médio de intensidade de amarelo (+b*) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	62
<b>Tabela 4.13</b>	Valor médio da luminosidade ( $L^*$ ) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	63
<b>Tabela 4.14</b>	Valor médio do índice de peróxido (meq/kg) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	65
<b>Tabela 4.15</b>	Valor médio da acidez total titulável (% ácido cítrico) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	66
<b>Tabela 4.16</b>	Valor médio das proteínas (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	67
<b>Tabela 4.17</b>	Valor médio do ácido ascórbico (mg/100 g) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	68
<b>Tabela 4.18</b>	Valor médio do ângulo de repouso dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	70
<b>Tabela 4.19</b>	Valor médio da densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	71

<b>Tabela 4.20</b>	Valor médio da densidade compactada ( $\text{g/cm}^3$ ) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	73
<b>Tabela 4.21</b>	Valor médio do fator de Hausner dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	74
<b>Tabela 4.22</b>	Valor médio da molhabilidade ( $\text{g/min}$ ) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	75
<b>Tabela 4.23</b>	Valor médio do índice de compressibilidade (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	76
<b>Tabela 4.24</b>	Valor médio da solubilidade (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.....	78
<b>Tabela 4.25</b>	Caracterização microbiológica do pó de pequi.....	79
<b>Tabela 4.26</b>	Valor médio do parâmetro da cor e da polpa de pequi durante a secagem ( $70\text{ }^\circ\text{C}$ ; 0,5 cm de espessura).....	81
<b>Tabela 4.27</b>	Parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin ajustados às isotermas de adsorção de água do pó de pequi selecionado .....	86
<b>Tabela 4.28</b>	Teor de água do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	91
<b>Tabela 4.29</b>	Valor médio da acidez total titulável (% ácido cítrico) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	92
<b>Tabela 4.30</b>	Valor médio de pH do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75% .....	93
<b>Tabela 4.31</b>	Valor médio da atividade de água do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	95
<b>Tabela 4.32</b>	Valor médio do ângulo de repouso ( $^\circ$ ) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	96



<b>Tabela 4.33</b>	Valor médio dos lipídeos do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	97
<b>Tabela 4.34</b>	Valor médio do índice de peróxido (meq/kg) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	98
<b>Tabela 4.35</b>	Valor médio da luminosidade do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	99
<b>Tabela 4.36</b>	Valor médio da intensidade de vermelho (+a*) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	100
<b>Tabela 4.37</b>	Valor médio da intensidade de amarelo (+b*) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75% .....	101
<b>Tabela 4.38</b>	Valor médio do ângulo Hue do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75% .....	103
<b>Tabela 4.39</b>	Valor médio da cromaticidade (saturação da cor) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	104
<b>Tabela 4.40</b>	Valor médio de carotenoide totais ( $\mu\text{g/g}$ ) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.....	105
<b>Tabela 4.41</b>	Atributos avaliados na análise sensorial do condimento enriquecido com a polpa de pequi em pó.....	106

SOUSA, E. P. **Secagem convectiva da polpa de pequi para elaboração de condimento**. 2016. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

## RESUMO

Objetivou-se neste trabalho, a obtenção do pequi em pó por meio da secagem convectiva para elaboração de condimento. Primeiramente, foi realizada a caracterização da polpa, para, em seguida, iniciar a secagem: as curvas de cinética de secagem da polpa de pequi foram determinadas em diferentes temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada (0,5, 1,0 e 1,5 cm) e calculada a difusividade efetiva; posteriormente, foram analisadas as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e microbiológicas nos pós obtidos; fez-se a seleção do pó com base nos valores do rendimento, teor de água, atividade de água, carotenoides; armazenou-se, durante 90 dias, o pó selecionado que foi armazenado em embalagens laminadas nas temperaturas de 25 e 35 °C e umidade relativa de 75% avaliando-se suas características físico-químicas (teor de água, pH, acidez total titulável, atividade de água, cor; índice de peróxido, lipídeos, carotenoides, ângulo de repouso) a cada 15 dias; elaboraram-se diferentes formulações de condimento (F7, F8, F9 e F10) acrescidos do pó de pequi e se fez sua análise sensorial para verificar a aceitação do produto e intenção de compra. Verificou-se que a polpa de pequi apresentou elevado teor de gordura e coloração amarelada; constatou-se que com aumento da temperatura de secagem o teor de água, a atividade de água e o teor de proteínas nos pós apresentaram redução; observou-se, dentre os modelos matemáticos ajustados, que nas curvas de secagem o modelo de Midilli foi o que obteve os melhores ajustes apresentando os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os menores desvios quadráticos médios (DQM); o pó apresentou partículas aglomeradas, porosas e desuniformes; conforme os parâmetros de alteração da cor observados o pó apresentou um escurecimento com aumento do tempo de secagem; as isotermas de adsorção de água do pó de pequi selecionado foram classificadas como Tipo II e o modelo de GAB apresentou os melhores ajustes; durante o armazenamento do pó observou-se que a embalagem não foi eficiente para manter sua estabilidade visto que, durante o armazenamento houve um aumento gradativo do teor de água, atividade de água e pH; dos condimentos elaborados com o pó de pequi, a Formulação 10 (100 g de pó de pequi, 2 g de orégano, 2 g de semente de coentro em pó, 4 g de glutamato monossódico) apresentou maior valor para o atributo intenção de compra, cujos julgadores afirmaram que possivelmente consumiria, sendo também evidente o maior índice de aceitabilidade para todos os atributos (cor, aroma, sabor, aparência global e intenção de compra). Diante dos resultados pode-se enfatizar a relevância desse trabalho para a agroindústria de alimentos, em razão de poder contribuir para a inovação tecnológica em relação ao produto e processo e com isso facilitar a comercialização de produtos elaborados com o pó de pequi.

**Palavras-chave:** *Caryocar coriaceum* Wittm, armazenamento, pó

SOUSA, E. P. **Convective drying pequi pulp for preparing flavoring**. 2016. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

### ABSTRACT

The study aimed to obtain the powder pequi through the convective drying for the preparation of flavoring. It was first embodiment the characterization of the pulp to then iniciar drying, were determined by drying kinetics: curves pequi pulp at different drying temperatures (50, 60, 70 and 80 ° C) and layer thicknesses (0, 5, 1,0 and 1,5 cm) and calculated the effective diffusivity; later, the physical, chemical, physico-chemical and microbiological the obtained powders were analyzed; It made the selection based on the yield values powder, water content, water activity, carotenoids; stored for 90 days, the selected powder was stored in laminated packs at temperatures of 25 and 35 ° C and relative humidity of 75% evaluating their physicochemical characteristics (water content, pH, titratable acidity, activity water, color, peroxide index, lipids, carotenoids, angle of repose) every 15 days; was elaborated condiment different formulations (F7, F8, F9 and F10) plus pequi powder and made the sensory analysis of them to verify product acceptance and purchase intent. It was found that the pequi pulp showed high levels of fat and yellowing; it was found that with increasing drying temperature the water content, water activity and protein content in powders decreased; it was observed that from the mathematical models adjusted the drying curves Midilli the model was the one that obtained the best settings, with the highest coefficients of determination ( $R^2$ ) and the lowest mean squared deviations (DQM); The powder had agglomerated particles, porous and not uniform; as the color change parameters observed the powder showed a darkening with increased drying time; isotherms of water selected pequi powder adsorption were classified as Type II and the GAB model presented the best fit; powder during storage was observed that emabalagem was not efficient to maintain its stability since, during storage there was a gradual increase of water content, water activity and pH; condiments made with pequi powder Formulation 10 (100 g pequi powder, 2 g of oregano, 2 g of powdered coriander seed, 4 g of monosodium glutamate) showed higher value for the purchase intent attribute, where the judges said they possibly consume, and also clear the greater acceptability index for all attributes (color, aroma, taste, overall appearance and purchase intent). Given the results can be emphasized the importance of this work for agribusiness food, due to contribute to technological innovation in relation to the product and process and thereby facilitate the marketing of products made with pequi powder.

**Keywords:** *Caryocar coriaceum* Wittm, storage, powder

## 1- INTRODUÇÃO

O pequi constitui um recurso genético de grande relevância para a região do Cariri cearense, principalmente da região da Chapada do Araripe, e em áreas do Piauí e Pernambuco. A *Caryocar coriaceum* Wittm. e a *Caryocar brasiliense* Camb. são as espécies existentes nessas regiões, em que seus frutos são comercializados e apreciados na alimentação de forma *in natura* ou na confecção de pratos regionais, sendo largamente utilizado na culinária de alguns estados brasileiros (SOUZA et al., 2013).

O pequi é um fruto perecível cuja vida pós-colheita é, geralmente, inferior a uma semana quando armazenado a temperatura ambiente. Seu período de conservação depende, principalmente, das características físicas e da taxa respiratória no início do armazenamento, os quais variam conforme as condições climáticas. Por esta razão e com a ampliação de suas possibilidades de utilização, se faz necessário testar técnicas de processamento e de conservação visando à obtenção de um produto final de alta qualidade, que seja apreciado pelo mercado consumidor, com maior valor agregado e maior vida útil (RODRIGUES et al., 2009; SANTANA, 2013). A secagem é um método de conservação especialmente vantajoso, de vez que reduz significativamente os custos de certas operações como embalagem, transporte, armazenamento e, conseqüentemente, elevam o valor comercial do produto (RESENDE et al., 2012; SANTOS et al., 2012). Todavia, a seleção das condições de operação de secagem (temperatura, tipo de secagem e tempo) influencia nas alterações do produto tendo em vista sua importância para obtenção de produtos de qualidade (AQUINO et al., 2009).

Na literatura existem alguns trabalhos realizados com a polpa de pequi, para que o produto seja comercializado de diversas formas (pasta, molho, lasca, pó entre outras) de modo que não ocorram alterações consideráveis dos atributos nutricionais e sensoriais. Todavia, não existe um estudo voltado para a estabilidade da polpa em pó de pequi da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm, para, posteriormente, ser usado como condimento ou outras aplicações para uso em alimentos.

Em geral, produtos em pó oriundo da polpa de frutos podem ser armazenados em temperatura ambiente sem os gastos necessários para a conservação a frio. Após a transformação da polpa de fruta em pó é necessário acondicioná-lo adequadamente em embalagens que favoreçam a manutenção da qualidade durante o armazenamento (ALEXANDRE et al., 2014). Todavia, é importante conhecer as características

higroscópicas do produto com a finalidade de se estabelecer níveis seguros de combinações de temperatura e umidade relativa (OLIVEIRA et al., 2011d).

A abordagem da obtenção do pó da polpa de pequi é de suma importância, haja visto que pode ser inserido no mercado acrescido de ingredientes que favorecem a incorporação de especiarias, transformando-o em condimento sendo mais uma opção para a população que tenha hábitos alimentares de consumir polpa de pequi ou qualquer produto oriundo do fruto.

## 1.1 - Objetivo geral

Obter o pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em pó, por meio da secagem convectiva para elaboração de condimento.

### 1.1.1 - Objetivos específicos

- Caracterizar a polpa de pequi quanto às propriedades químicas, físicas e físico-químicas;
- Determinar a cinética de secagem da polpa de pequi em diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada (0,5, 1,0 e 1,5 cm);
- Caracterizar os constituintes químicos, físicos e físico-químicos dos pós de pequi obtidos nas diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras (0,5, 1,0 e 1,5 cm);
- Selecionar o pó, segundo os parâmetros de rendimento e carotenoides;
- Determinar as isotermas de adsorção de água nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C do pó selecionado;
- Avaliar a alteração da cor durante a secagem do pó selecionado;
- Analisar microbiologicamente o pó submetido ao armazenamento segundo às contagens de coliformes termotolerantes, bolores e levedura e *salmonella*;
- Analisar a estabilidade por meio de análises químicas, físicas e físico-químicas, do melhor pó obtido, acondicionado em embalagens laminadas, durante o armazenamento acelerado (90 dias) em diferentes temperaturas (25 e 35 °C);
- Elaborar condimentos com adição de diferentes concentrações (0, 50, 75 e 100) do pequi em pó;
- Realizar análise sensorial dos condimentos com adição de diferentes concentrações de pó de pequi.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Pequi

A grande diversidade de espécies frutíferas nativas do Brasil é, muitas vezes, utilizada apenas pelas populações regionais, como alimentos e/ou para uso medicinal. Dentre as espécies nativas tem-se o pequizeiro que é conhecido popularmente como pequi, piqui, pequiá, amêndoa de espinho, grão de cavalo ou amêndoa do Brasil. Adapta-se às condições ecológicas mais diversas apresentando um importante papel na vida dos habitantes dessas regiões, cujo fruto pode ser comercializado ou mesmo para consumo próprio. Tem alto valor alimentício, madeireiro, medicinal, melífero, ornamental e oleaginoso, entre outros (CARLOS et al., 2014; DAMIANI et al., 2013; RODRIGUES, 2005).

As espécies conhecidas como pequizeiro, pertencem à família *Caryocaraceae*, da ordem Theales (Rizobolácea), composta de 25 espécies reunidas em dois gêneros, *Caryocar* e *Anthodiscus*. Sua ocorrência está associada às áreas do cerrado, frequentemente encontrado nos estados de Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, São Paulo, Tocantins, Distrito Federal e também a incidência nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí (MEDEIROS, 2011; OLIVEIRA et al., 2008). O ciclo de vida do pequizeiro é estimado em aproximadamente 50 anos podendo atingir até 10 m de altura; sua fase reprodutiva se inicia a partir do oitavo ano, com floração ocorrendo normalmente entre os meses de setembro e novembro. A frutificação acontece de outubro a fevereiro, produzindo frutos durante 20 a 40 dias em média, com produção variável podendo chegar a 1000 frutos por pé (CARRAZZA e ÁVILA, 2010). Na Figura 2.1 tem-se o pequizeiro com frutos.



**Figura 2.1** - Fruto do pequizeiro (*C. coriaceum*) da Chapada do Araripe, CE (Fonte: SOUZA, 2012).

No ano de 2012 a produção de pequi no estado do Ceará foi de 974 toneladas, distribuídas nos seguintes municípios: Crato (669 toneladas), Santana do Cariri (103 toneladas), Jardim (101 toneladas), Barbalha (67 toneladas), Missão Velha (17 toneladas) e Nova Olinda (17 toneladas) (IBGE, 2012).

Os frutos de pequi caem das árvores quando amadurecem e são normalmente coletados no chão, após a queda natural, os frutos levam de dois a três dias para começar a deteriorar-se. Existem alguns fatores que comprometem a qualidade dos frutos, dentre eles se tem o período de supersafra em que os coletores devido ao baixo preço não coletam os frutos, colheita antes do período de maturação completa em função da crescente demanda e quando os preços estão altos (OLIVEIRA et al., 2006a). O fruto contém normalmente entre 1 e 4 caroços por fruto, denominados de putâmens; seu envoltório ou casca possui coloração esverdeada ou marrom-esverdeada variando de acordo com o grau de maturação dos frutos, sendo este composto por um endocarpo lenhoso com inúmeros espinhos, contendo internamente a semente ou castanha, e envolto por uma polpa de coloração amarelada, carnosa e com alto teor de óleo (CARRAZZA e ÁVILA, 2010).

A utilização do pequi é significativa, uma vez que apresenta elevado potencial sócioeconômico e ambiental, podendo contribuir desse modo para o incremento da biodiversidade do bioma cerrado e para o desenvolvimento da região (BARBOSA et al., 2006). Os frutos de pequi são utilizados na alimentação humana, na indústria caseira para extração de óleos e na indústria cosmética. O consumo de pequi está extremamente envolvido com a cultura das regiões fazendo parte dos cardápios e participando de vários pratos típicos. A sua polpa possui diversos componentes nutricionais como vitamina A, que constitui em provitaminas A, como  $\alpha$  e o  $\beta$ -caroteno e a  $\beta$ -criptoxantina que apresentam uma excelente fonte de carotenoides e podem ser biologicamente transformadas em vitamina A, vitamina C, além de se destacar por possuir alto teor de lipídeos (20%), proteínas (2,64%), carboidratos (19,60%) e minerais (SILVA NETO e COSTA, 2010; ASSUNÇÃO, 2012). A composição química e físico-química da polpa de pequi pode variar devido à diferença de espécies, local de colheita dos frutos e solo que nutre a planta.

Na polpa de pequi se encontram ainda, compostos fenólicos antioxidantes naturais, sendo encontrado em torno de 209 mg/100 g, valor este superior aos encontrados na maioria das polpas de frutas consumidas no Brasil e ainda carotenoides totais em torno de 7,25 mg/100 g. O fruto pode ser utilizado como substituto de antioxidantes sintéticos no

enriquecimento funcional ou na suplementação alimentar (LIMA et al., 2007b; RIGUEIRA, 2014) e são capazes de amenizar a formação de radicais livres e também o desenvolvimento de câncer. Devido a esta ação no organismo, vários pesquisadores se voltam para o estudo desses componentes presentes na polpa de pequi. Na Tabela 2.1 tem-se a composição centesimal da polpa de pequi.

**Tabela 2.1** - Composição centesimal da polpa de pequi.

<b>Parâmetros analisados</b>	<b>Arévalo-Pinedo et al. (2010)</b>	<b>Santana (2013)</b>	<b>Paz et al. (2014)</b>
Teor de água (%)	56,80	52,33	52,4
Cinzas (%)	2,23	1,22	0,7
Lipídeos (%)	21,7	30,66	31,5
Proteínas (%)	3,10	5,08	2,4
Carboidratos (%)	16,17	10,71	9,5

Para obtenção de produtos oriundos da polpa de pequi no mercado, é preciso técnicas e equipamentos adequados ao fruto, além do conhecimento das suas características químicas e físico-químicas, ressalta-se que para a espécie *Caryocar coriaceum*, ainda existem poucos estudos (OLIVEIRA et al., 2010b). Outro parâmetro influente para o beneficiamento dessa polpa em escala industrial é o conhecimento das propriedades físicas, da estabilidade dos seus constituintes, pois no processamento, assim como também no armazenamento do produto, ocorrem mudanças nas propriedades sensoriais.

Nos últimos anos, a elaboração de produtos com a utilização de pequi tem crescido bastante, em especial com adição da polpa que apresenta boa qualidade nutricional, sabor agradável e coloração atrativa. Na literatura estão disponíveis alguns trabalhos ressaltando o uso e a caracterização da polpa de pequi das espécies *Caryocar coriaceum* Wittm e *Caryocar brasiliense* Camb. Como: Sousa et al. (2016) que avaliaram as propriedades termofísicas da polpa de pequi; Souza et al. (2014) que analisaram a estabilidade de molho de pequi; Oliveira et al. (2011a) que avaliaram a qualidade de margarina produzida com polpa de pequi; Santos et al. (2010c) que determinaram os aspectos físico-químicos e sensoriais do pequi submetido à desidratação; Miranda et al. (2009) os quais elaboraram mousse de pequi; Souza et al. (2013) que estudaram a estabilidade das características de qualidade do caroço e lâminas de pequi (*C. coriaceum*) sob congelamento (-18 °C), em diferentes tipos de embalagens, e armazenados por 300 dias; além de Arévalo-Pinedo et al.



(2010) que avaliaram o processamento e a estabilidade de pasta de pequi (*Caryocar brasiliense*). Paz et al. (2014) que analisaram a composição nutricional e físico-química do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). Pinto (2012) avaliou a estabilidade dos carotenoides da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) após a secagem em camada de espuma. Costa et al. (2012) avaliaram a estabilidade dos compostos fenólicos e flavonoides das farinhas de pequi obtidas por meio de secagem em estufa.

## 2.2 - Secagem de polpa de frutas

O mercado de polpas tem apresentado crescimento elevado, e com isto, surge a necessidade de diversos cuidados pós-colheita tendo em vista a conservação sob diversas condições de temperaturas e teor de água. Como a maioria dos frutos é perecível, tende a ocorrer perdas pós-colheita e desperdícios no período da safra; no entanto, para evitar esses problemas é necessário submetê-los ao processamento a fim de oferecer, ao consumidor produtos de qualidade durante todo o ano (MELO, 2012). Existem vários métodos para conservar e prolongar a vida útil dos frutos sendo que os métodos de conservação mais usuais são secagem e congelamento.

A secagem é a operação unitária na qual ocorre retirada de água de um material por evaporação ou sublimação, mediante a aplicação de calor com condições controladas, sendo considerado o método mais antigo de conservação de alimentos (FELLOWS, 2006). Esse método tem por princípio diminuir a disponibilidade de água livre desfavorecendo o desenvolvimento de micro-organismos; além disto, a alteração no sabor e a textura provocada pelo processo podem, em alguns casos, ter efeito positivo para a diferenciação e concepção de novos produtos. Entre as diversas formas de desidratação de um alimento, as mais usadas têm, como princípio, a circulação de ar aquecido pela superfície do produto (CARRAZZA e ÁVILA, 2010).

Os benefícios do processo de secagem são vários, dentre os quais são: a facilidade na conservação do produto; a estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de tempo; a proteção contra degradação enzimática e oxidativa; a redução do seu peso; a economia de energia. Por isso, a secagem não pode ser limitada apenas para materiais biológicos uma vez que possuem características próprias e propriedades que podem sofrer alterações importantes durante a secagem (PARK et al., 2001b). A secagem ainda é utilizada com o intuito de facilitar a estocagem e a comercialização de polpa e dos diversos produtos agrícolas, por ser um processo capaz de

prolongar sua vida útil e por garantir estabilidade durante a armazenagem (SANTOS et al., 2013).

Apesar da secagem ser uma operação unitária de suma importância, vem sendo mal conduzida e poderá prejudicar a qualidade comercial do produto ou, por outro lado, acelerar o processo de deterioração durante a armazenagem; assim, deve-se conhecer o mecanismo de interação da água presente nos materiais biológicos e o ambiente, fundamental no processamento da secagem (SOUSA et al., 2006). Todavia, cada produto biológico quando se comporta, submetido a secagem, de forma diferente pelo fato dos alimentos não possuírem a mesma composição físico-química, estrutural, ligações químicas e nutrientes (MARTIN, 2013).

Alguns estudos voltados para a secagem de polpa de frutas foram desenvolvidos, a exemplo de Aquino et al. (2009) que avaliaram a influência da secagem da polpa de pequi em estufa com circulação de ar na temperatura de 40 °C e com espessura de 0,3 cm como prétratamento para a extração de lipídeos. Os resultados mostraram que a condição de secagem preservou as características do fruto, houve maior retenção dos carotenoides durante o prétratamento e apresentaram menor índice de peróxido.

Rigueira (2014) realizou a secagem de fatias (lascas) da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) por dois métodos, em estufa convectiva e a vácuo, nas temperaturas de 40 e 60 °C com espessura de 0,3 cm, com as amostras *in natura* e prédesidratadas osmoticamente. As fatias de polpa de pequi precedida de desidratação osmótica apresentaram menor perda de cor e nutrientes.

Santos et al. (2010c) avaliaram a qualidade da polpa de pequi desidratada em estufa na temperatura de 50 °C e 1,0 m/s ficando evidenciado que para esta condição experimental, as alterações das propriedades físico-químicas (teor de água, cinzas, lipídeos, açúcares totais, açúcares redutores, proteínas e acidez) foram mínimas ao compará-las com a polpa de pequi *in natura*.

### **2.3 - Cinética de secagem**

A cinética de secagem possibilita a determinação do mecanismo predominante na transferência de massa do material para o fluido e as respectivas equações correspondentes (FERREIRA, 2004). O estudo da secagem de alimentos é bastante complexo, pois requer representações para a predição do comportamento e otimização de seus parâmetros. Neste

contexto têm-se os modelos matemáticos para predição a fim de estimar o tempo e representar o processo de secagem, no qual o comportamento das curvas pode variar com a espécie, variedade, condições ambientais, métodos de preparo pós-colheita (GOYAL et al., 2007; GONELI et al., 2007).

Os métodos de cálculo da cinética de secagem são aplicados de modo diferente dependendo do período de secagem considerado. No primeiro período de taxa de secagem constante, as transferências de calor e de massa na interface ar-produto governam a secagem e fixam a velocidade de secagem enquanto no segundo período (período de taxa de secagem decrescente) as transferências internas são limitantes. A taxa de secagem pode ser acelerada com o aumento da temperatura do ar de secagem e/ou, com o aumento do fluxo de ar que passa pelo produto por unidade de tempo. A quantidade de ar utilizada para a secagem depende de vários fatores, entre os quais, a umidade inicial do produto e a espessura da camada; portanto, a eficiência do processo de secagem depende das propriedades do alimento, das propriedades do ar de secagem, como temperatura, umidade relativa e velocidade do ar de secagem (PARK et al., 2006; ALMEIDA et al., 2006).

De acordo com Afonso Júnior e Corrêa (1999), o estudo de sistemas de secagem, seu dimensionamento, otimização e a determinação da viabilidade de sua aplicação comercial, podem ser feitos por simulação matemática utilizando-se um modelo matemático que represente de modo satisfatório a perda de umidade do produto durante o período de secagem; todavia existem na literatura vários métodos propostos para se analisar a secagem em camada fina de produtos higroscópicos: os teóricos, os semi-teóricos e os empíricos. Conforme Dionello et al. (2009), as características de secagem de qualquer produto, incluem a avaliação dos modelos matemáticos que melhor descrevem o processo, são importantes na seleção no desenvolvimento de equipamentos e no cálculo dos custos operacionais.

Esses modelos são utilizados para o ajuste dos dados experimentais da cinética de secagem em camada delgada ou fina, realizadas com diversos produtos agrícolas, polpas e em algumas espécies de plantas, que possuem importância econômica; no entanto, deve-se levar em consideração o produto e as condições do processo de secagem (MARTINAZZO et al., 2007). Segundo Ferreira (2004) é importante mencionar que o método de secagem em camada fina é o mais empregado para a determinação da cinética de secagem, que consiste em colocar uma camada do material sob o ar de secagem, com a temperatura e velocidade do ar constante, sendo as condições de secagem consideradas inalteradas

quando em contato com o material; assim, é possível a determinação de parâmetros de secagem e equações para a taxa de secagem.

Na Tabela 2.2 se encontram algumas das equações empíricas e semiempíricas mais comuns para representação da cinética de secagem, as quais são voltadas para materiais biológicos (FARIA et al., 2012).

**Tabela 2.2** - Equações empíricas e semi-empíricas para representação da cinética de secagem.

Designação do Modelo	Modelo	Equação
Page	$RX = \exp(-k \cdot t^n)$	(1)
Midilli	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	(2)
Henderson e Pabis	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	(3)
Henderson e Pabis Modificado	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + b \cdot \exp(-k \cdot t) + \exp(-k \cdot t)$	(4)
Aproximação por Difusão	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k \cdot b \cdot t)$	(5)
Dois Termos Exponencial de Dois Termos	$RX = a \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(6)
Logarítmico	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	(8)
Thompson	$RX = \exp((-a - (a^2 + 4bt)^{0,5})/2b)$	(9)
Newton	$RX = \exp(-k \cdot t)$	(10)
Verma	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k_1 \cdot t)$	(11)
Wang e Sing	$RX = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2$	(12)

RX - Razão de teor de água do produto, adimensional; k, k<sub>0</sub>, k<sub>1</sub> - Constantes de secagem, h<sup>-1</sup>; a, b, c, n - Coeficientes dos modelos; t - Tempo de secagem, h.

Vários pesquisadores avaliaram o comportamento da cinética de secagem de produtos agrícolas e de polpa de frutas por meio de modelos matemáticos. Melo et al. (2013) reportaram o ajuste dos modelos de Page, Henderson e Pabis as curvas de secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C e com diferentes espessuras da camada de espuma (0,5; 1,0 e 1,5 cm), com coeficiente de

determinação  $R^2$  acima de 0,980 e desvios quadráticos médios (DQM) inferiores a 0,0028 apresentaram desta maneira, bons ajustes.

Prieto et al. (2011) ajustaram os modelos de Henderson e Pabis, Lewis e Page as curvas de cinética de secagem da polpa de coco verde desidratada, obtidas em secador de bandejas e em leito de jorro nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C, os quais apresentaram bons ajustes com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) que foi superior a 0,946, além de ter observado taxas de secagem decrescentes.

Perez et al. (2013) representaram a cinética de secagem da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) desidratada em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 65 °C, pré-desidratada osmoticamente (solução binária de sacarose a 40 °Brix; e solução ternária com 80% de sacarose e 20% de cloreto de sódio), pelos modelos de Page, Midilli, Kucuk e Yapar, com o modelo de Page apresentando o melhor ajuste, pois o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi superior a 0,9964 e erros percentuais médios (P) inferiores a 8,07%.

Santos et al. (2010a) utilizaram os modelos de Henderson e Pabis, Exponencial e Page na estimativa da cinética de secagem em secador de bandeja de carambola (*Averrhoa carambola* L.) nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e com fluxo de ar com velocidade de 1,5 m s<sup>-1</sup>, observando que o modelo de Page foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, visto que apresentou coeficiente de determinação ( $R^2$ ) na faixa de 0,9999 e erros percentuais médios (P) inferiores a 1,06%.

Morais Filho et al. (2014) ajustaram, ao avaliarem a secagem convectiva do resíduo de acerola, nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C e velocidades do ar de secagem de 4,0, 5,0 e 6,0 m/s, os modelos de Lewis e Henderson e Pabis aos dados experimentais, constatando que a secagem ocorreu predominantemente em período de taxa decrescente e o modelo de Henderson e Pabis apresentando o melhor ajuste, em que apresentou coeficiente de determinação ( $R^2$ ) maior ou igual a 0,98.

## 2.4 - Atividade de água

O teor de água de um alimento é determinado pelo valor total da água que nele contém; no entanto, este valor não permite saber como estão distribuídas a água e suas propriedades. As moléculas de água estão distribuídas de forma diferente no mesmo alimento; desta forma, existe um tipo de água que permite o desenvolvimento de micro-organismo, que atuam nas reações químicas e enzimáticas, denominada água livre e

também existe outro tipo de água que não se encontra disponível para o crescimento microbiano e, portanto, não atua nas reações existentes no alimento que é denominada água ligada ou combinada (ARAÚJO et al., 2009); contudo, é um dos constituintes do alimento, capaz de afetar todas as suas propriedades físicas. A forma como a água afeta a natureza física e as propriedades dos alimentos é bastante complexa, pois depende da interação entre a água e o meio, e de outros fatores como a composição química dos diversos solutos, incluindo polímeros e coloides, ou ainda, partículas dispersas (PARK et al., 2001a).

A atividade de água ( $a_w$ ) é uma propriedade de suma importância para o processamento, conservação e armazenamento de alimentos. É definida como a razão entre a pressão de vapor de água no alimento e a pressão de vapor da água pura na mesma temperatura. A  $a_w$  pode variar de zero a um, sendo zero a ausência de água livre e um se refere à água pura (Equação 13) (FELLOWS, 2006; GAVA et al., 2009).

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad (13)$$

Onde:

$a_w$  - atividade de água;

$P$  - pressão de vapor da água no alimento;

$P_0$  - pressão de vapor da água pura.

Os valores de atividade de água da grande maioria dos alimentos frescos são superiores a 0,95, e a mesma pode ser reduzida com a adição de solutos em diferentes concentrações que são capazes de reduzir a pressão parcial de vapor de água do alimento, podendo também ser reduzida por remoção da água do alimento (desidratação) ou por congelamento (AZEREDO, 2004).

Ainda segundo Azeredo (2004), os alimentos são classificados de acordo com a suscetibilidade e as alterações microbiológicas, os quais são classificados em:

- Alimentos de alta umidade ( $a_w > 0,85$ ), muito propensos a deteriorações microbiológicas em geral;
- Alimentos de umidade intermediária ( $0,60 < a_w < 0,85$ ), que podem sofrer deterioração por micro-organismos xerófilos e osmofílicos; e

- Alimentos de baixa umidade ( $a_w < 0,60$ ), nos quais não há crescimento de micro-organismo, embora eles possam sobreviver.

O conhecimento do valor da atividade de água de um produto é fundamental, a fim de prevenir as reações químicas e enzimáticas e o desenvolvimento de microrganismos, além de ser necessário para propor sistemas adequados de embalagem (OLIVEIRA et al., 2011d).

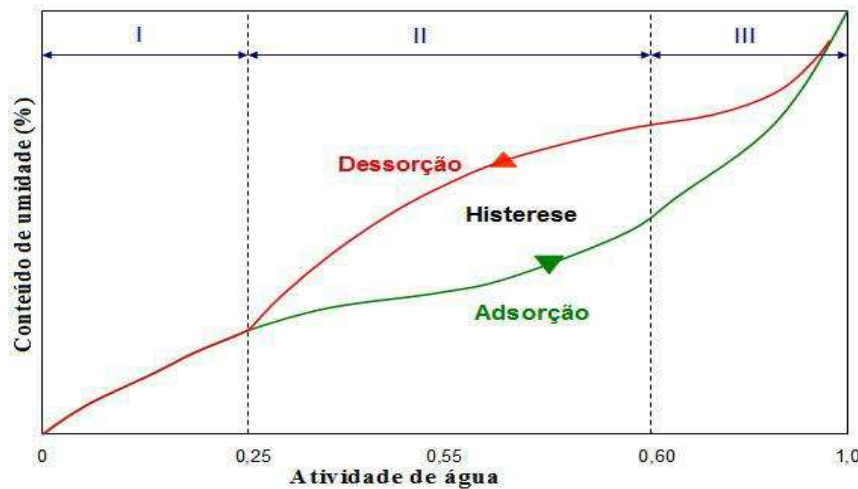
#### 2.4.1 - Isotermas de sorção de água

As isotermas de sorção de água são curvas das umidades de equilíbrio do material em função da atividade de água em determinada temperatura. Esta relação depende da composição química dos alimentos (PARK et al., 2008).

O estudo voltado para a determinação das isotermas de sorção propiciam informações úteis para o planejamento de processos, como a umidade ótima para a estabilidade de um produto desidratado em relação à oxidação de lipídeos, atividade enzimática, preservação de componentes do sabor e características estruturais; desta maneira, irá permitir a determinação da umidade adequada a ser atingida em um processo de secagem, aliando a segurança microbiológica e viabilidade econômica, e fornecendo ainda dados importantes para as etapas de embalagem, transporte e armazenamento (AMBROS, 2013).

Segundo Dias (2013) cada material possui uma isoterma de sorção característica para cada temperatura. As diferentes formas das isotermas de sorção se devem às diferenças na estrutura física, composição química e capacidade de retenção de água no material porém, determinado ponto de uma isoterma de sorção pode tanto ser resultado de um processo de adsorção como de dessorção. Os valores de adsorção e de dessorção para uma mesma umidade relativa do ar não são coincidentes, fenômeno este conhecido por histerese (Figura 2.2).

De acordo com Lavoyer et al. (2013) o que limita as isotermas é o tamanho das partículas sólidas além do tamanho dos poros que se formam em aglomerados de pós; todavia, a maioria dos alimentos as isotermas de sorção de água se comportam frequentemente de dois tipos: II com forma sigmoideal; e III, frequentemente observada em alimentos ricos em açúcares.



**Figura 2.2** - Isotermas de adsorção e dessorção de água (I – Monocamada molecular, II – Policamada molecular e III – Água líquida e moléculas dissolvidas) (Fonte: SANTANA, 2013).

Para predição do comportamento das isotermas de adsorção de água, alguns autores sugerem o uso de modelos matemáticos empíricos e teóricos para o ajuste das curvas; dentre os modelos mais comuns tem-se os de BET, GAB, Halsey, Henderson, Peleg e Oswin.

Alves (2007) determinou a isoterma de adsorção da polpa de pequi liofilizada, na temperatura de 25 °C, foram utilizadas diferentes soluções salinas, nas quais as umidades relativas apresentaram uma variação de 11 a 90%. Os modelos de BET, GAB, Halsey e Oswin foram ajustados à isoterma com o modelo de Oswin apresentando o melhor ajuste.

Melo et al. (2011) estudaram as isotermas de adsorção da polpa de buriti em pó, na temperatura de 25 °C e para representação dos dados experimentais foram utilizados os modelos de Halsey, Henderson, Kuhn, Mizrahi, Osmin, Smith, GAB e BET, sendo o que apresentou o melhor ajuste foi o de GAB. Matta (2013) avaliou as isotermas de sorção de micropartículas de óleo de pequi, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C e ajustou os modelos de GAB, BET, Oswin e Peleg aos dados experimentais, com os melhores ajustes para os modelos de GAB e Oswin.

Bezerra et al. (2011) avaliaram o comportamento higroscópico dos pós de manga das variedades Rosa e Tommy Atkins por meio das isotermas de adsorção na temperatura de 22 °C, com ajustes pelos modelos de BET, GAB, Henderson e Oswin. Os resultados encontrados mostraram que os modelos de GAB e Oswin tiveram bom ajuste apenas para polpa de manga Tommy.



Santos et al. (2014) estudaram o comportamento higroscópico do pó de goiaba através das isotermas de adsorção nas temperaturas de 25, 30, 35 e 40 °C para o ajuste dos dados experimentais e utilizaram os modelos de BET, GAB, Henderson e Oswin, foi constatado que o modelo de Henderson apresentou os melhores ajustes em todas as temperaturas.

Bon et al. (2012) analisaram as isotermas de sorção da polpa de manga cv. Tommy Atkins em pó nas temperaturas de 10, 20, 30, 40 e 50 °C. Para a estimativa dos dados experimentais utilizaram o modelo teórico de GAB e quatro equações empíricas, as de Oswin, Henderson, Halsey Ratti, como modelo de GAB apresentando os melhores ajustes.

Higuita et al. (2013) determinaram as isotermas de adsorção, de um mix em pó composto de polpa de manga da variedade Tommy Atkins, leite desnatado e maltodextrina, nas temperaturas de 20, 30 40 e 50 °C. O modelo de GAB foi ajustado aos dados das isotermas de adsorção evidenciado bom ajuste; foi identificado que o teor de água de equilíbrio do mix diminuiu com o aumento da temperatura e as curvas apresentaram formato sigmoidal sendo classificadas como isotermas do tipo II.

Lavoyer et al. (2013) estudaram as isotermas de adsorção de polpa de coco verde seca nas temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C. Os modelos de GAB, BET e Halsey modificado foram ajustados aos dados obtidos, constatando-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o modelo de GAB e que as curvas de isotermas de adsorção obtidas foram consideradas isotermas do tipo III.

## **2.5 - Armazenamento**

Para o armazenamento de alimentos existem condições ideais que variam largamente de acordo com cada produto e correspondem às condições nas quais esses produtos podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, tais como: sabor, textura, cor e teor de água. O período de armazenamento depende sobretudo da atividade respiratória, suscetibilidade à perda de umidade e resistência aos micro-organismos causadores de doenças (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O armazenamento envolve outras etapas, a saber, estocagem e comercialização dos produtos, estes quando secos, a quantidade de água livre disponível é retirada com a finalidade de diminuir sua atividade biológica e prolongar sua vida útil, a fim de garantir

estabilidade durante a armazenagem; todavia, é necessário conhecer o tempo de vida-de-prateleira, sendo imprescindível o máximo de informações sobre o produto a ser conservado, e os mecanismos que deterioram (SANTOS et al., 2013; LISBÔA et al., 2012); Existem, contudo, alguns fatores que comprometem a vida-de-prateleira, a exemplo: as condições de processamento, tipo de embalagem, carga microbiana inicial presente, tempo e temperatura de armazenamento, sendo a temperatura o mais determinante, pois pode acelerar a oxidação de certos nutrientes e alterar as propriedades nutritivas e sensoriais dos produtos (OLIVEIRA et al., 2013a).

Um fator relevante para o armazenamento de produtos, principalmente os secos são os tipos de embalagens que são acondicionados, pois favorecem a manutenção da qualidade do produto além de, muitas vezes, tornar o produto mais atrativo por conta dos diversos formatos, tamanho, cor e design (ALEXANDRE et al., 2014).

Um dos principais requisitos para a escolha de uma embalagem é que não ocorra interação entre o alimento e a embalagem, para que a embalagem realmente funcione como uma barreira inerte entre o alimento que acondiciona e o ambiente (RAMOS et al., 2008).

São crescentes os estudos voltados para a estabilidade de pós de polpa de frutas acondicionados nessas embalagens às laminadas e de polietileno. Yuyama et al. (2008) avaliaram a vida-de-prateleira da polpa de tucumã obtida após secagem em estufa na temperatura de 60 °C, armazenada durante 150 dias na temperatura de 24 °C e acondicionada em três tipos de embalagens (polietileno, laminada e lata de aço). Foi constatado que os pós apresentaram boa estabilidade com relação ao índice de acidez (20,63%) e o índice de iodo (10,88 g/100 g). O tipo de embalagem e o ambiente de armazenamento não tiveram efeitos consideráveis.

Loureiro et al. (2013) avaliaram a estabilidade do buriti em pó, secado em estufa (50, 60 e 70 °C) e acondicionado em dois tipos de embalagens (laminada e polietileno) durante 90 dias de armazenamento na temperatura de 26 °C e umidade relativa média de 78%. Estes autores verificaram que, com o tempo de armazenamento, ficou constatado que teor de água, sólidos solúveis totais, açúcares redutores e acidez total titulável foram alterados na embalagem de polietileno e que a embalagem laminada foi mais eficiente na manutenção dos parâmetros avaliados.

Alexandre et al. (2014) monitoraram, por 60 dias, o armazenamento da pitanga em pó, produzida por meio da secagem em camada de espuma (70 °C), acondicionada em embalagem flexível multifolhada. Foi constatado que durante o armazenamento a umidade e o pH aumentaram gradativamente; a acidez total titulável, o ácido ascórbico e a cor,

apresentaram tendência de diminuição e os parâmetros açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores não apresentaram comportamento definido durante o armazenamento, tendendo à estabilidade.

Lisbôa et al. (2012) avaliaram o armazenamento do figo-da-índia em pó em duas temperaturas (25 e 40 °C) e umidades relativas (55 e 83%) durante 100 dias constatando que as embalagens flexíveis laminadas não evitaram a absorção de água pelas amostras em pó, confirmado através do aumento do teor de água e da atividade de água.

Breda et al. (2012) avaliaram a estabilidade do pó da polpa de guabiroba do campo (*Campomanesia adamantium*), obtida por secagem em camada de espuma (74 °C), durante o armazenamento acelerado (90 dias - 25 °C e UR = 75%; 35 °C e UR = 90%) em embalagens de polietileno de baixa densidade. Verificou-se que à medida que aumentou a umidade relativa e a temperatura, houve aumento do teor de água e da atividade de água, e a vitamina C apresentou redução até os 50 dias de armazenamento.

Juliano et al. (2014) avaliaram a qualidade da polpa de camu-camu desidratada por liofilização e armazenada a 25 °C durante 150 dias em bolsas de polietileno, nylon e polietileno revestido com camada de alumínio e constataram que a polpa de camu-camu liofilizada acondicionada na embalagem de polietileno com camada de alumínio foi a que preservou melhor as amostras nos parâmetros de teor de água e cor durante o armazenamento.

Todisco (2012) avaliou a estabilidade dos compostos bioativos da polpa de seriguela em pó, secada por atomização, acondicionada em embalagens plásticas e laminadas durante 120 dias de armazenamento (25 °C e 85% de umidade relativa) e concluiu que a embalagem laminada preservou melhor os compostos bioativos do produto em pó.

## 2.6 - Condimento

Condimentos ou temperos são produtos constituídos de uma ou diversas substâncias sápidas, de origem natural, com ou sem valor nutritivo, empregados nos alimentos com o fim de modificar ou exaltar seu sabor; no entanto, sua designação é de acordo com a sua natureza ou nomes fantasia (BRASIL, 1978). Essas substâncias sápidas que normalmente são utilizadas nos condimentos de modo geral são denominadas especiarias, visto que desde a antiguidade eram utilizadas com esta finalidade e que vêm

sendo utilizadas de forma crescente em todas as regiões brasileiras sendo, muitas vezes, vinculadas aos alimentos elaborados de forma artesanal e regional.

O termo especiaria se refere a qualquer produto de origem vegetal, aromático, como a pimenta, canela, noz moscada, gengibre, cravo-da-índia, cebola, alho, orégano e folha de louro, dentre outros. São utilizados na culinária para condimentar alimentos e dar sabor a molhos, catchups, embutidos e salames, além de serem utilizados como ingredientes em produtos curtidos e em conservas. As especiarias são utilizadas como ingredientes de inúmeros alimentos, tornando-os mais saborosos e digestivos, além de apresentar ação indireta e complementar como agente antimicrobiano devido à presença de óleos essenciais (ADITIVOS e INGREDIENTES, 2014).

Conforme Caldeira et al. (2011), um conjunto de condimentos é denominado de tempero, utilizados pelas características sensoriais que proporcionam aos alimentos e bebidas, sendo que estes ainda possuem propriedades alimentícias (proteína, lipídeos), terapêuticas (antioxidantes e antimicrobianas, entre outras) e medicinais. As propriedades antimicrobianas e antioxidantes dos condimentos também têm como finalidade a conservação do alimento, sendo considerado um conservante natural (MORAIS et al., 2009). O uso de antimicrobianos de origem natural, frequentemente adicionados aos alimentos como condimentos, é uma alternativa eficaz e econômica. Esta ação ocorre pelo fato de que as plantas aromáticas e especiarias são ricas em óleos essenciais caracterizados por uma notável atividade antimicrobiana, motivo pelo qual produtos derivados podem ser usados para retardar ou inibir o desenvolvimento de micro-organismos patogênicos e/ou deteriorantes (SANTOS, 2010).

A literatura referente a condimentos, ainda é escassa tendo em vista que a maioria dos estudos é voltada para a ação microbiológica e avaliação de óleos essenciais presentes na maioria das especiarias. Alguns pesquisadores trabalharam com polpa de pequi utilizando-a como tempero, a exemplo de Souza (2012) que elaborou molho de pequi (*Caryocar coriaceum*) a partir do cozimento dos caroços em vapor por 30 min, despulpamento em despulpadeira industrial com malha de 1 mm, adição de água, ácido acético e sorbato de potássio, homogeneização e tratamento térmico (80 °C/20 min). O molho de pequi foi armazenado em garrafas PET e avaliada sua estabilidade durante 300 dias armazenado em condições ambiente (24 ± 2 °C), foi então constatado que os ingredientes ácido acético, sorbato de potássio e o tratamento térmico foram eficazes para manter a qualidade do molho e que a produção de molho a partir de frutos de pequi é uma alternativa viável para a agroindústria.

Santos et al. (2010c) desidrataram a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) na temperatura de 50 °C e a trituraram em um multiprocessador para obtenção de um produto homogêneo e a acondicionaram em sacolas plásticas impermeáveis e armazenando sob refrigeração; este foi testado em diferentes concentrações de pó de pequi (5, 10, 15 e 20%) no preparo de arroz longo fino com adição de sal de cozinha e óleo de soja, sendo submetido à avaliação sensorial, onde foi observado que a formulação com 20% de pó da polpa de pequi apresentou maior preferência pelos provadores.

Arévalo-pinedo et al. (2010) elaboraram uma pasta a partir da polpa de pequi branqueada (80 °C/5 min), após este processo a mesma foi liquidificada e posteriormente filtrada para obtenção do produto uniforme em forma de pasta. Foram elaboradas duas formulações com a pasta: uma com adição de ácido cítrico e outra com adição de ácido cítrico e cloreto de sódio, em seguida foram acondicionadas a quente em dois tipos de embalagens (plástico e vidro). A estabilidade das pastas foi avaliada pelo período de 180 dias a temperatura de 28 °C, por meio das análises físico-química (pH e acidez total titulável), análises microbiológicas e análise visual direta da cor. Esses autores observaram que o enchimento a quente em potes de vidro em conjunto com os processos de acidificação é capaz de manter estável a pasta de pequi pelo período de pelo menos 120 dias.

Barbosa et al. (2006) elaboraram vinte formulações de tabletes de pequi (*Caryocar brasiliense*) a partir da polpa em pó seca em estufa a 45 °C, triturada e acrescida de 25% de amido de mandioca, denominada farinha de pequi. Os ingredientes utilizados para elaboração dos tabletes foram a farinha de pequi, amido de mandioca, amido de milho, fubá, isolado proteico de soja, sal de cozinha, água, ácido cítrico e condimentos (salsa, açafraão e pimenta-do-reino). Os tabletes de pequi elaborados apresentaram bom desempenho nos parâmetros sabor, aroma e cor, no preparo de arroz com pequi.

## **2.7 - Análise sensorial**

As indústrias de alimentos têm buscado identificar e atender aos anseios dos consumidores em relação aos seus produtos, com a meta de sobreviver num mercado cada vez mais competitivo. Sendo a análise sensorial uma das ferramentas primordiais neste âmbito, pois envolve um conjunto de técnicas elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial, em várias etapas de seu processo de fabricação; logo, é uma análise que envolve sentidos humanos com a finalidade de verificar a

aceitação de produtos alimentícios, principalmente quanto às pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos. Sendo assim, a análise sensorial é avaliada conforme as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (DELLA LUCIA et al., 2006; STONE e SIDEL, 2004).

A análise sensorial engloba todos os métodos utilizados para evocar, medir, analisar e interpretar as respostas humanas às propriedades dos alimentos e materiais, que são percebidos pelos sentidos: paladar, olfato, tato, visão e audição. Os sentidos específicos de maior interesse são o gosto e cheiro, fundamentais para a aplicação de métodos sensoriais para o desenvolvimento de alimentos (CIVILLE e OFTEDAL, 2012).

Para a realização de uma análise sensorial é preciso uma equipe de provadores treinados ou não a fim de analisar as características sensoriais de um produto. Por meio dessa análise pode-se avaliar a seleção da matéria-prima a ser utilizada em um novo produto, o tipo de processamento, a qualidade da textura, o sabor e a estabilidade no armazenamento; no entanto, para alcançar o objetivo específico de cada análise são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto; desta forma, o resultado também é bastante específico de modo que o teste aplicado represente a viabilidade do produto (TEIXEIRA, 2009). Todavia, os testes sensoriais são divididos em dois grandes grupos (analíticos e afetivos), que mostram um universo de possibilidades que se abrem para a avaliação de produtos em várias áreas, incluindo a agroindústria. Dentre os testes, os afetivos são os mais utilizados, pois são fundamentados pela preferência e aceitação dos provadores (CAMARGO et al., 2007).

Desta maneira e na busca de inserção de novos produtos no mercado, principalmente os recém processados faz-se necessário uma avaliação sensorial com o intuito de medir sua aceitação diante do futuro consumidor/comprador. Em regra, os atributos avaliados nas análises sensoriais são cor, aparência, aroma, sabor e impressão global, além de intenção de compra (OLIVEIRA et al., 2013b).

Para avaliar os resultados da análise dos testes de aceitação utiliza-se, todavia, apenas análise de variância e testes de comparação de médias; obtém-se apenas uma média para cada produto; desta forma, não se leva em consideração a individualidade dos provadores; assim, pode ocasionar perda de informações importantes sobre os produtos avaliados (VIANA et al., 2012).

Nota-se serem crescentes os estudos com análises sensoriais voltados para elaboração de novos produtos acrescidos de polpas de frutas exóticas, a qual apresentam sabores e aromas acentuados.

Souza et al. (2014) avaliaram sensorialmente o molho de pequi (*Caryocar coriaceum*) e, conforme o teste de aceitação, foram verificados resultados satisfatórios para os atributos aceitação global, sabor e aparência, sendo que o atributo aparência teve maior aceitação pelos provadores, em que o molho na escala hedônica ficou entre “gostei muito”(nota 9) e “gostei moderadamente” (nota 7). No quesito intenção de compra a maioria dos provadores afirmou que, certamente, compraria (76% dos provadores).

Silva et al. (2014b) elaboraram biscoitos tipo *cookie* com chocolate e adicionado de farinha da amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) triturada. Utilizaram a escala hedônica para avaliação dos biscoitos e os resultados mostraram que os biscoitos foram bem aceitos, com variação entre gostei e gostei muito.

Santos et al. (2010c) avaliaram sensorialmente o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) desidratado e adicionado em prato típico, arroz com pequi nas concentrações de 5, 10, 15 e 20% de polpa desidratada. Diante dos atributos avaliados (aparência, aroma, sabor e preparação) verificou-se que as formulações apresentaram diferenças entre si e que a formulação com 20% de polpa desidratada foi a mais aceita com os valores médios das notas atribuídas pelos provadores para os atributos sensoriais de 7,5 a 8,4; no entanto, dos atributos avaliados os que obtiveram a maior aceitação pela maioria dos provadores foram o sabor e a preparação.

Medeiros (2009) elaborou cinco formulações de biscoitos, utilizando uma formulação padrão e quatro formulações com diferentes concentrações de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) desidratada (5, 10, 15 e 20%). Os biscoitos foram analisados sensorialmente por meio de teste de preferência e aceitabilidade para os atributos de sabor e aparência. Com relação ao teste de preferência, a soma dos valores elevou sempre que que aumentaram as concentrações de polpa de pequi desidratada; e, com o aumento da concentração de pequi nos biscoitos, a intenção de compra pelos provadores diminuiu.

Lima et al. (2007a) avaliaram a aceitação de uma formulação de arroz com pequi, cujos atributos sensoriais foram: aparência, aroma, sabor e impressão geral da preparação. Foi utilizada ainda escala hedônica híbrida de 10 pontos e intenção de compra do produto. Dos atributos sensoriais avaliados do arroz com pequi os que obtiveram maior aceitação pela maioria dos provadores foram a aparência e o aroma; no geral, a formulação teve boa aceitação e intenção de compra satisfatória.

Couto (2007) avaliou os atributos sensoriais sabor, aroma e textura em pães de forma contendo 0, 5, 10, 15 e 20% de farinha da casca de pequi adicionada à farinha de trigo. As concentrações mais aceitas pelos provadores foram as com 0, 5 e 10% de farinha da casca de pequi (*C. brasiliense*) em todos os quesitos (aroma, sabor e textura) avaliados. Verificou-se que os valores obtidos da escala hedônica foram entre 1-4 correspondendo entre gostei extremamente e gostei ligeiramente.

Barbosa et al. (2006) elaboraram vinte formulações de tabletes de pequi (*Caryocar brasiliense*) e realizaram a análise sensorial descritiva quantitativa. Os resultados mostraram que não foram percebidos, pelos julgadores, os sabores de ranço e amargo. Os tabletes com adição da farinha de pequi apresentaram desempenho satisfatório no preparo de arroz com pequi



### **3 - MATERIAL E MÉTODOS**

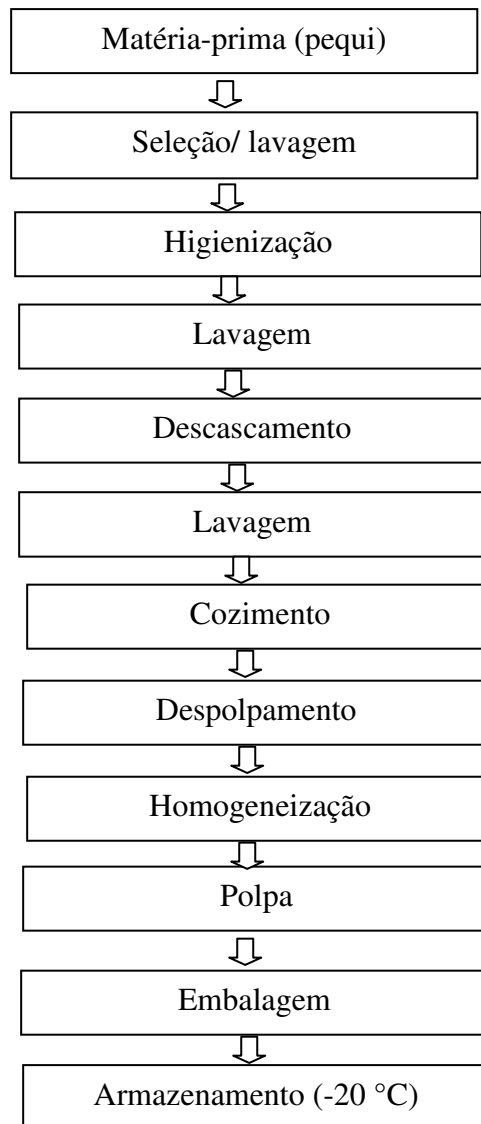
Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

#### **3.1 - Matéria-prima**

A matéria-prima utilizada foi o pequi (*Caryocar coriaceum Wittm.*), colhidos na safra de fevereiro de 2014, na Chapada do Araripe, localizada no sul do Estado do Ceará, cujos frutos foram adquiridos de moradores que comercializam os mesmos no mercado local do município do Crato, CE.

#### **3.2 - Obtenção da polpa de pequi**

Os frutos maduros e intactos foram selecionados, lavados em água corrente, higienizados em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm/15 min) e enxaguados em água corrente. O pequi inteiro foi cortado para separação do mesocarpo externo do mesocarpo interno (polpa amarela), o mesocarpo interno foi lavado com água potável. Para beneficiamento da polpa foi necessário o cozimento do mesocarpo interno na temperatura de 100 °C por 30 min, em que o teste foi realizado com 15 min de cozimento na temperatura citada mas não foi suficiente para facilitar a retirada da polpa; em seguida, foram resfriados, escorridos e despolpados por meio de um descascador semi-industrial de aço inox (Marca Max Machine) que funciona com movimentos circulares e a parte interna, que mantém contato com o fruto, possui superfície abrasiva que auxilia na extração da polpa. Foi necessária adição de água potável na polpa para sua retirada (5 L de polpa para um litro de água) obtendo assim, a polpa de pequi, que foi retirada e transferida para baldes de aço inoxidável e acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade com capacidade para 1000 g e armazenadas em freezer (-20 °C) até o início das atividades experimentais. Na Figura 3.1 tem-se as etapas para obtenção da polpa de pequi.



**Figura 3.1** - Etapas de elaboração da polpa de pequi.

### **3.3 - Caracterização química, física e físico-química da polpa de pequi**

#### **3.3.1 - Teor de água**

Foram determinados em estufa a vácuo, a 70 °C, até massa constante (BRASIL, 2005).

### **3.3.2 - Cinzas**

Determinadas através da incineração do material orgânico em mufla a 550 °C, por 6 h, para total decomposição do material, restando apenas o resíduo mineral (BRASIL, 2005).

### **3.3.3 - Lipídeos**

Foram determinados pelo método de Bligh e Dyer (1959), utilizando-se, para extração dos lipídeos, solventes orgânicos (clorofórmico e metanol). Os lipídeos foram quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente em estufa a 105 °C (BRASIL, 2005).

### **3.3.4 - Proteínas**

Sua determinação foi realizada por meio das etapas de digestão, destilação e titulação, de acordo com Brasil (2005).

### **3.3.5 - Sólidos solúveis totais (SST)**

Foram determinados pelo método refratométrico, por meio de refratômetro (Abbe), sendo o resultado expresso em °Brix, de acordo com a metodologia de Brasil (2005).

### **3.3.6 - Acidez total titulável (ATT)**

Foi determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1 mol/L utilizando-se, como indicador, a fenolftaleína (BRASIL, 2005).

### **3.3.7 - pH**

A determinação do pH foi realizada em potenciômetro digital após a calibração com as soluções tampão com pH 4,0 e 7,0 (BRASIL, 2005).

### 3.3.8 - Ácido ascórbico

O ácido ascórbico foi determinado por titulação utilizando-se solução de 2,6 diclofenol-indofenol sódio (DCFI) até a obtenção de coloração rósea claro persistente de acordo com a AOAC (1997) modificada por Benassi e Antunes (1998) utilizando-se como solução extratora, o ácido oxálico.

### 3.3.9 - Carotenoides totais

A determinação dos carotenoides foi realizada segundo metodologia descrita por Ramalho (2005), utilizando-se aproximadamente 2 g da polpa e se acrescentando 18 mL de acetona 80%, sob agitação, por 2 min; em seguida filtrou-se a solução em ambiente escuro e a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 663 nm (clorofila a – Equação 14), 646 nm (clorofila b – Equação 15) e 470 nm. O teor de carotenoides foi calculado de acordo com a Equação 16 e expresso em  $\text{mg.g}^{-1}$ .

$$\text{Clorofila a (Ca)} = 12,25 \times A_{663} - 2,79 \times A_{646} \quad (14)$$

$$\text{Clorofila b (Cb)} = 21,50 \times A_{646} - 5,10 \times A_{663} \quad (15)$$

$$\text{Carotenoides (C)} = [1000 \times A_{470} - (1,82 \times \text{Ca} + 85,02 \times \text{Cb})] / 198 \quad (16)$$

Em que:

A 470, 646 e 663 - leitura no espectrofotômetro (nm);

Ca - teor de clorofila a;

Cb - teor de clorofila b.

### 3.3.10 - Açúcares totais, redutores e não redutores

Foram determinados por meio de titulação com solução de Fehling. Os resultados foram expressos em: açúcares totais, em glicose (%), açúcares redutores, em glicose (%) e açúcares não redutores, em sacarose (%) (BRASIL, 2005).

### 3.3.11 - Ratio (SST/ATT)

Sua determinação foi realizada calculando-se a razão entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável.

### 3.3.12 - Atividade de água ( $a_w$ )

Determinou-se a atividade de água a 25 °C utilizando-se o higrômetro Aqualab modelo 3TE da Decagon Devices.

### 3.3.13 - Cor

Foi determinada utilizando-se espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 4500 L, com obtenção dos parâmetros L\* (luminosidade), a\* (transição da cor verde -a\* para o vermelho +a\*) e b\* (transição da cor azul -b\* para a cor amarela +b\*).

## 3.4 - Cinética de secagem da polpa de pequi

As secagens das polpas de pequi foram realizadas em triplicata, em estufa com circulação de ar, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, com espessuras da camada de polpa de 0,5, 1,0 e 1,5 cm e velocidade do ar de 1,0 m/s. A polpa de pequi foi espalhada uniformemente em bandejas retangulares (24,5 x 16,5 cm) de aço inoxidável formando uma camada fina nas diferentes espessuras. Durante as secagens as bandejas foram pesadas em intervalos de tempo regulares até massa constante; com os dados experimentais foram calculados os valores da razão de teor de água de acordo com a Equação 17.; após a secagem as amostras foram removidas das bandejas com auxílio de uma espátula de aço inoxidável e trituradas em processador para obtenção do pó.

$$RX = \frac{X - X_e}{X - X_0} \quad (17)$$

Em que:

RX - razão de teor de água, adimensional;

X - teor de água, base seca;

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

X<sub>0</sub> - teor de água inicial, base seca.

Os modelos matemáticos de Newton (Equação 18), Henderson e Pabis (Equação 19), Wang e Sing (20), Page (Equação 21) e Midilli (Equação 22) foram ajustados às curvas de secagem da polpa de pequi usando-se regressão não linear, pelo método Quasi-

Newton, empregando-se o programa computacional Statistica 5.0. Para a escolha do melhor modelo os critérios usados foram: maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o menor desvio quadrado médio (DQM); o cálculo do DQM foi realizado mediante a Equação (23); Desta forma foi possível definir o modelo matemático que melhor representou o processo de secagem da polpa de pequi.

**Newton**

$$RX = \exp(-k.t) \tag{18}$$

**Henderson e Pabis**

$$RX = a.\exp(-k.t) + b.\exp(-k.t) \tag{19}$$

**Wang e Sing**

$$RX = 1 + a.t + b.t^2 \tag{20}$$

**Page**

$$RX = \exp(-k.t^n) \tag{21}$$

**Midilli**

$$RX = a.\exp(-k.t.n) + b.t \tag{22}$$

Onde:

RX - razão de teor de água do produto (adimensional);

t - tempo de secagem (min);

k - constante de secagem ( $\text{min}^{-1}$ );

a, b, n - constantes dos modelos.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum(RX_{pred} - RX_{exp})^2}{n}} \tag{23}$$

Em que:

- DQM - desvio quadrático médio;  
 RX<sub>pred</sub> - razão de umidade predita pelo modelo;  
 RX<sub>exp</sub> - razão de umidade experimental;  
 N - número de observações.

### 3.4.1 - Difusividade efetiva (D<sub>EF</sub>)

Para determinação da difusividade efetiva ou coeficiente de difusão (D<sub>EF</sub>) utilizou-se o modelo difusivo de Fick para uma placa plana para 4 termos, conforme a Equação (24).

$$RX = \left(\frac{8}{\pi^2}\right) * \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-\frac{(2n+1)^2}{4} * \pi^2 * \frac{D_{EF} * T}{L_0^2}\right) \quad (24)$$

Sendo:

- Rx - razão de teor de água (adimensional);  
 D<sub>EF</sub> - difusividade efetiva (m<sup>2</sup>/s);  
 L<sub>0</sub> – espessura da polpa (cm);  
 n - número de termos (4 termos);  
 t – temperatura (°C).

### 3.4.2 - Rendimento do pó

O rendimento dos pós obtidos foi determinado como sendo a razão entre a massa do produto em pó e a massa da polpa de pequi; o cálculo foi realizado usando a Equação 25.

$$R = \frac{M_f * 100}{M_i} \quad (25)$$

Sendo:

- R - rendimento (% m/m);  
 M<sub>f</sub> - massa do produto em pó (g);  
 M<sub>i</sub> – massa inicial da polpa (g).

### **3.5 - Caracterização química, física e físico-química dos produtos em pó**

Os pós de pequi obtidos nas diferentes condições de secagem de temperatura e espessura foram avaliados quanto às seguintes análises: teor de água, lipídeos, proteínas, acidez total titulável, pH, ácido ascórbico, carotenoides totais, atividade de água e cor, de acordo com as metodologias descritas no item 3.3; além das análises de índice de peróxido, densidade aparente, densidade compactada, fator de Hausner (FH), índice de compressibilidade, ângulo de repouso, molhabilidade, solubilidade e morfologia descritas a seguir.

#### **3.5.1 - Índice de peróxido**

Para determinação do índice de peróxido foi necessário à extração do óleo do pequi em pó. Utilizaram-se 10 g do pó e se adicionaram 50 mL da solução de clorofórmio/metanol (2:1) e 10 mL da solução de sulfato de sódio a 1,5% obtendo-se aproximadamente 5 g de óleo. O índice de peróxido (compostos primários resultantes da reação de oxidação lipídica) foi determinado com base na metodologia de Brasil (2005).

#### **3.5.2 - Densidade aparente**

Para determinação da densidade aparente utilizou-se uma massa de pó conhecida e em seguida, foi transferida para uma proveta graduada, na qual o volume foi utilizado no cálculo da densidade aparente pela relação entre a massa e o volume.

#### **3.5.3 - Densidade compactada**

Para determinação da densidade compactada ( $\rho_{ap}$ ) utilizou-se a metodologia de Tonon et al. (2013); para determinação da densidade compactada pesou-se uma massa de pó até completar o volume de 10 mL na proveta; em seguida, foi compactado batendo-se a proveta 50 vezes sobre a bancada; a densidade foi calculada pela relação entre a massa e o volume ocupado pela amostra compactada na proveta.



### 3.5.4 - Fator de Hausner

O fator de Hausner (FH) que consiste na razão entre a densidade compactada e a densidade aparente segundo a metodologia de Hausner (1967) está correlacionado com a fluidez de um pó ou material granulado. O fator de Hausner do pó foi calculado pela Equação (26).

$$FH = \frac{\rho_{comp}}{\rho_{ap}} \quad (26)$$

Onde:

FH - fator de Hausner (adimensional);

$\rho_{compa}$  - densidade compactada (g/cm<sup>3</sup>);

$\rho_{aparente}$  - densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>).

### 3.5.5 - Índice de compressibilidade ou índice de Carr (IC)

Foi determinado conforme a metodologia de Bhusari et al. (2014). O índice de compressibilidade é um parâmetro relacionado à capacidade de empacotamento do pó, determinado por meio da Equação 27.

$$IC = \frac{\rho_{comp} - \rho_{ap}}{\rho_{comp}} \times 100 \quad 27$$

Sendo:

IC - índice de Carr (%);

$\rho_{compa}$  - densidade compactada (g/cm<sup>3</sup>);

$\rho_{aparente}$  - densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>).

### 3.5.6 – Ângulo de repouso estático ( $\theta$ )

Para a determinação do ângulo de repouso das amostras, utilizaram-se 10 g de pó que foram colocados em funil com diâmetro conhecido e vedado na saída; a seguir o pó foi liberado para escoamento sobre uma placa de petri. A altura entre o funil e a placa de Petri foi constante (5 cm) para todos os pós. O ângulo de repouso estático foi determinado de

posse da altura do montante formado e o seu diâmetro (BHANDARI et al., 1998), calculando-se de acordo com a Equação 28.

$$\Theta = \frac{\arctg 2h}{D} \quad (28)$$

Sendo:

$\Theta$  – ângulo de repouso (°);

h - altura da pilha formada (cm);

D - diâmetro da pilha (cm).

### **3.5.7 - Molhabilidade**

Com vistas à determinação do tempo de molhabilidade pesou-se cerca de 1,0 g do pó e sob queda e se adicionou em um bécker de 250 mL contendo 200 mL de água destilada (25 °C), sem agitação, e se observou o tempo gasto até que a amostra ficasse totalmente molhada (LANNES e MEDEIROS, 2003).

### **3.5.8 - Solubilidade**

A solubilidade foi determinada de acordo com Cano-Chauca et al. (2005) e algumas modificações. O método consiste na adição de 1,0 g de pó em um becker contendo 100 mL de água destilada (25 °C) homogeneiza-se o material com auxílio de um agitador magnético durante 5 min, em seguida, centrifugado na velocidade de rotação de 2600 rpm, por 5 min; posteriormente, uma alíquota de 25 mL foi retirada e filtrada em papel de filtro com auxílio de bomba a vácuo, sendo posteriormente submetida a secagem em estufa a 105 °C por 24 h. A solubilidade foi calculada pela diferença de massa conforme a Equação 29.

$$\text{solubilidade (\%)} = \frac{\text{massa de pó no sobrenadante}}{\text{massa de pó total}} \times 100 \quad (29)$$

### **3.5.9 - Morfologia**

A morfologia do pó de pequi foi analisada empregando-se a técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a amostra foi metalizada com uma liga de ouro/paládio (Laboratório de Engenharia de Materiais/UFCG) e em seguida foi observada no

microscópio eletrônico de varredura, Modelo VEGA3 Tescan (Laboratório de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande).

### **3.6 - Seleção do pó**

O pó foi selecionado em função dos resultados que foram obtidos por meio das análises de rendimento e carotenoides totais cuja condição de obtenção foi 70 °C e 0,5 cm de espessura. Nesta condição foi feito registro de patente de número BR 10 2015028671 6, que tem como título da invenção ou modelo de utilidade “Processo para obtenção da polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em pó por meio da secagem convectiva” (Apêndice A).

### **3.7 - Análise microbiológica do pó selecionado**

As análises microbiológicas do pó de pequi selecionado foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, Campus I - João Pessoa, PB. Os parâmetros microbiológicos para avaliação da qualidade da polpa de pequi foram coliformes termotolerantes, bolores e leveduras e *Salmonella* de acordo com as metodologias da Instrução Normativa nº 62, 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003) recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Instrução Normativa, nº 01 de 07 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000). A avaliação microbiológica do pó de pequi foi realizada conforme as exigências da resolução RDC 12 (BRASIL, 2001), cujo regulamento técnico visa aos padrões de qualidade de alimentos.

#### **3.7.1 - Contagem de coliformes termotolerantes**

Foi determinada de posse da repicagem das amostras suspeitas da formação de colônias, empregando-se caldo *Etamoeba coli* (EC) os quais foram posteriormente incubados em temperatura de 45 ± 0,2 °C por 48 h, de acordo com a metodologia recomendada pela *American Public Health Association* (APHA, 2001). Os resultados foram expressos em NMP/g.

### 3.7.2 - Bolores e leveduras

Para determinação dos bolores e leveduras utilizou-se o meio de cultura ágar padrão para contagem (ágar batata glicose) incubado em placas a  $35 \pm 1$  °C por 48 h (APHA, 2001). Os resultados foram expressos em (UFC/g).

### 3.7.3 – *Salmonella* sp.

Foi determinada utilizando-se os meios de cultura Ágar verde brilhante (VB), caldo selenito-cistina (SC) e ágar *Salmonella shiguelia* (SS) os quais foram inoculados através de estrias e incubados por 24 h (APHA, 2001).

### 3.8 - Isotermas de adsorção de água do pó selecionado

As isotermas de adsorção de água foram determinadas nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C do pó, além de realizadas em triplicata utilizando-se o método estático-indireto, conforme Capriste e Rotstein (1982). As medidas das atividades de água das amostras em pó foram determinadas por meio do higrômetro Aqualab (3TE - Decagon). O teor de água de equilíbrio em base seca foi determinado pela relação entre a massa de água e a massa seca da amostra.

Os modelos matemáticos de GAB (30), Oswin (31) e Peleg (32), foram ajustados aos dados experimentais das isotermas de adsorção de água das amostras em pó através de regressão não linear pelo método Quasi-Newton, com auxílio do programa computacional Statistica 5.0. Foram tomados, como base de um bom ajuste, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio percentual médio (P), calculado conforme a Equação 33.

#### GAB

$$X_e = \frac{X_m \cdot Ck a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + Ck a_w)} \quad (30)$$

#### Oswin

$$X_e = a \left( \frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad (31)$$

**Peleg**

$$X_e = K_1 a_w^{n_1} + K_2 a_w^{n_2} \quad (32)$$

Em que:

$X_e$  - conteúdo de teor de água de equilíbrio (% b.s.);

$a_w$  - atividade de água;

$X_m$  - conteúdo de água na monocamada molecular (% b.s.);

$C$  - constante de BET relacionada ao calor de sorção da camada molecular;

$a, b, K, K_1, K_2, n_1$  e  $n_2$  - parâmetros de ajuste dos modelos.

$$P = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_{exp} - X_{teor}}{X_{exp}} \right| \quad (33)$$

Onde:

$P$  - desvio percentual médio (%);

$X_{exp}$  - valores obtidos experimentalmente;

$X_{teor}$  - valores preditos pelo modelo;

$n$  - número de dados experimentais.

**3.9 - Alteração da cor durante a secagem do pó selecionado**

Para avaliar a cinética de degradação da cor foi realizada a cinética nas mesmas condições de secagem do melhor pó, no qual foram contabilizados 14 pontos. A polpa integral foi colocada em cápsulas de aço inoxidável, onde foram determinados apenas os parâmetros de cor utilizando-se o espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 4500 L, com obtenção dos parâmetros expressos em termos da luminosidade  $L^*$  ( $L^* = 0$  preto e  $L^* = 100$  branco) e da cromaticidade definida por  $a^*$  ( $+a^* =$  vermelho e  $-a^* =$  verde) e  $b^*$  ( $+b^* =$  amarelo e  $-b^* =$  azul). A diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) foi calculada pela Equação 34 e avaliada em função do tempo de secagem. Ainda foram utilizadas as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  para calcular o ângulo Hue ou tonalidade ou matiz ( $h^\circ$ ) (Tonalidade da cor:  $0^\circ =$  vermelho;  $90^\circ =$  amarelo;  $180^\circ =$  verde;  $270^\circ =$  azul e  $360^\circ =$  preto) e croma ou saturação da cor ( $C^*$ ) (Grau de pureza: 0 – cor impura e 60 – cor pura) a partir das Equações 35 e 36.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + \Delta b^*]^2]^{1/2} \quad (34)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (35)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (36)$$

### 3.10 - Armazenamento do pó selecionado

O armazenamento do pequi em pó selecionado, obtido na condição de secagem de 70 °C e 0,5 cm foi realizado no período de 90 dias em câmara tipo BOD nas temperaturas de 25 e 35 °C.

As amostras em pó (25 g) foram acondicionadas em embalagens laminadas compostas de uma camada de PET cristal (polietileno de baixa densidade cristal) e outra camada de PET metal (polietileno tereftalato metal). As embalagens tinham aproximadamente 12 cm de comprimento x 8 cm de largura; três embalagens contendo as amostras foram lacradas com seladora e em seguida colocadas em recipientes de vidro hermético, contendo solução saturada de cloreto de sódio (NaCl) correspondendo à umidade relativa média de 75%; a seguir, os potes foram acondicionados nas câmaras com as temperaturas controladas. Inicialmente (tempo 0) e a cada 15 dias foram realizadas análises físicas, químicas e físico-químicas nas amostras em pó quanto ao teor de água, pH, acidez total titulável, atividade de água, cor, índice de peróxido, lipídeos, carotenoides e ângulo de repouso, de acordo com as metodologias do item 3.3.

### 3.11 - Elaboração dos condimentos e uso em alimentos

Foram feitos, inicialmente, testes preliminares com o intuito de selecionar uma formulação de condimento à base de pó de pequi obtido na condição de secagem de 70 °C e 0,5 cm. Na Tabela 3.2 tem-se as formulações dos condimentos testados e as proporções dos ingredientes (pequi em pó, orégano, coentro, glutamato monossódico e cominho) adquiridos em feiras livres no mercado local da cidade de Campina Grande, PB. Foram

elaboradas 5 formulações de condimentos com diferentes concentrações do pó de pequi e com os demais ingredientes em proporções constantes.

**Tabela 3.2** - Formulações dos condimentos e as proporções dos ingredientes.

Ingredientes	Formulações					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Pequi em pó (g)	-	10	15	20	25	5
Orégano em pó (g)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
Coentro (semente) em pó (g)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-
Glutamato monossódico (g)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
Cominho em pó (g)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-

Para testar os condimentos das diferentes formulações (F1 – controle, F2, F3, F4 e F5) foi elaborada uma comida típica nacional denominada “baião de dois”, comida típica do Ceará, cujo material tradicional é o feijão verde. Usou-se uma proporção de 200 g de feijão verde e de 200 g de arroz, adquiridos no mercado local de Campina Grande, PB; o feijão foi cozido primeiramente, para a preparação do baião foram necessários 550 mL de caldo de feijão, para, em seguida, adicionar o arroz, sal a gosto e 5 g do condimento.

Os “baiões de dois” elaborados com adição dos condimentos das formulações da Tabela 3.2, não apresentaram boa aparência; alguns dos grãos de arroz mudaram de coloração, ficando de cor roxa e o gosto do pequi não ficou acentuado. Para verificar se o problema era por conta da adição do pó de pequi, do feijão ou os demais ingredientes, foi feito um teste com outra formulação (F6) contendo apenas o pó de pequi. Então, para este teste foi preparado um arroz branco do qual foram adicionados sal e 5 g de pó de pequi. A formulação também não apresentou boa aparência, mas alguns grãos de arroz apresentaram a coloração roxa e o gosto do pequi não ficou muito acentuado.

Elaborou-se novas formulações sem a presença de cominho. Na Tabela 3.3 tem-se as novas formulações dos condimentos elaborados e as proporções dos ingredientes que utilizados. Foram elaboradas 4 formulações de condimentos com diferentes concentrações do pó de pequi selecionado e outros ingredientes.

**Tabela 3.3** - Formulações dos condimentos e as proporções dos ingredientes.

Ingredientes	Formulações			
	F7	F8	F9	F10
Pequi em pó (g)	-	50	75	100
Orégano em pó(g)	2,0	2,0	2,0	2,0
Coentro (semente) em pó (g)	2,0	2,0	2,0	2,0
Glutamato monossódico (g)	4,0	4,0	4,0	4,0

Para testar as novas formulações de condimentos foi elaborado um caldo de feijão com feijão macassar sempre verde seco (grupo II vigna), classe cores - tipo 2, empacotado e distribuído pela distribuidora de alimentos Parari Ltda. Os grãos de feijão foram imersos em água fria por 30 min para facilitar o cozimento. Foram cozidos 200 g de feijão para A 1 L de água. O tempo em que permaneceram sob pressão, foi de 40 min; após o cozimento, retirou-se o caldo e se adicionaram 5 g de condimento à base de pequi deixando-se até o ponto de ebulição.

### 3.12 - Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial foi necessário enviar um projeto para apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFCG no qual se descrevia as formulações do condimento à base de pó de pequi e os testes sensoriais utilizados para realização da análise, o qual foi aprovado no ano de 2014, tendo parecer de número 893.036 (Apêndice B). Os procedimentos realizados na pesquisa foram explicados aos indivíduos e, em seguida, convidados a participar da análise sensorial, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B).

Os testes sensoriais foram realizados segundo a ABNT (1993). A aceitabilidade dos condimentos com adição do pequi em pó nos caldos de feijão foi avaliada por uma equipe de 80 provadores, dentre os quais consumidores de pequi, recrutados dentre alunos, funcionários e professores da Faculdade de Tecnologia do Cariri (FATEC Cariri). Os provadores foram questionados com relação ao hábito de consumir pequi e seus derivados. A análise sensorial foi realizada em cabines individuais com luz branca artificial, e na ficha sensorial foram apresentados os parâmetros de avaliação quanto à aparência global, cor, aroma e sabor (Apêndice B). Foi adotada escala hedônica não estruturada de nove pontos (1 - Desgostei muitíssimo, 2 - Desgostei muito, 3 - Desgostei moderadamente, 4 -



Desgostei ligeiramente, 5 - Nem gostei e nem desgostei, 6 - Gostei ligeiramente, 7 - Gostei moderadamente, 8 - Gostei muito, e, 9 - Gostei muitíssimo) seguindo a metodologia de Dutcosky (2007). Paralelamente, os analistas foram questionados na mesma ficha quanto à intenção de compra do produto com escala de 5 pontos (1 - Certamente não consumiria o produto, 2 - Provavelmente não consumiria o produto, 3 - Tenho dúvidas se consumiria ou não o produto, 4 - Provavelmente consumiria o produto e 5 - Certamente consumiria o produto).

Foram preparados caldos de feijão com adição das diferentes formulações de condimento contendo o pequi em pó. Foi utilizado o caldo para evitar que os atributos sensoriais avaliados não fossem mascarados por ser um alimento líquido e que facilita na degustação. Para elaboração dos caldos utilizou-se feijão macassar sempre verde seco (grupo II vigna), classe cores - tipo 2, empacotado e distribuído pela distribuidora de alimentos Parari Ltda. Os grãos de feijão foram imersos em água fria, por 30 min, para facilitar o cozimento. Foram cozidos 10 kg de feijão separadamente, e colocados para cozimento em panela de pressão, na seguinte proporção: 2 kg de feijão para 3 L de água e 50 g de sal. O tempo em que permaneceu sob pressão foi de 40 min. Após o cozimento retirou-se o caldo e se adicionou o condimento à base de pequi deixando-se até o ponto de ebulição. Foram obtidos 20 L de caldo e divididos em volumes de 5 L para cada formulação, e foram adicionados 50 g de condimento; para cada formulação os caldos foram colocados em garrafas térmicas a fim de manter a temperatura (65 a 70 °C) e submetidos aos testes sensoriais.

Para a sensorial dos caldos de feijão macassar, os caldos foram codificados aleatoriamente com os seguintes números: Formulação 7 (243); Formulação 8 (510); Formulação 9 (678) e Formulação 10 (129).

As amostras foram servidas na temperatura de 65 a 70 °C, em copos descartáveis codificados com três dígitos contendo em torno de 50 mL, sendo ainda acompanhados de água para ser ingerida no intervalo de cada amostra degustada e pão de forma para limpar o palato dos provadores.

### **3.12.1 - Índice de aceitabilidade**

Para verificar a aceitação dos condimentos foi realizado o cálculo do índice de aceitabilidade (IA), conforme a metodologia de Dutcosky (2007), com auxílio da Equação 37; para o  $IA \geq 70\%$  o produto é considerado com boa aceitabilidade.

$$IA = \frac{A}{B} \times 100 \quad (37)$$

Onde:

IA - índice de aceitabilidade (%);

A - média da escala hedônica obtida para o produto analisado;

B - representa a nota máxima na escala hedônica que o produto recebeu.

### **3.13 - Análise estatística**

Aos dados experimentais obtidos na caracterização das amostras em pó, foi realizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3x3, com 4 temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C), 3 espessuras (0,5, 1,0 e 1,5 cm) e 3 repetições. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa computacional Assistat versão 7.6 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2009), para se verificar prováveis diferenças estatísticas entre as amostras; para a comparação entre médias foi aplicado o de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a análise dos parâmetros avaliados no armazenamento foi utilizado o programa computacional Assistat versão 7.6 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2009) por meio de delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 7 x 2 x 3 (tempo, temperatura e repetição). A comparação entre as médias foi realizada por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o tratamento dos dados da análise sensorial foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com a comparação entre as médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Assistat versão 7.6 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Caracterização química, física e físico-química da polpa de pequi

Na Tabela 4.1 estão os resultados médios e os desvios padrão encontrados na caracterização química, física, físico-química da polpa de pequi.

**Tabela 4.1** - Caracterização química, física e físico-química da polpa de pequi.

Parâmetros analisados	Média e desvio padrão
Teor de água (% b.u.)	77,14 ± 0,22
pH	5,50 ± 0,01
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,19 ± 0,00
Sólidos solúveis totais (°Brix)	2,33 ± 0,05
Ratio	3,52 ± 0,02
Ácido ascórbico (mg/100 g)	13,90 ± 0,35
Atividade de água (25 °C)	0,998 ± 0,01
Cinzas (%)	0,21 ± 0,07
Açúcares totais (% glicose)	0,83 ± 0,00
Açúcares redutores (% glicose)	0,62 ± 0,00
Açúcares não-redutores (% sacarose)	0,20 ± 0,00
Lipídeos (%)	14,59 ± 0,71
Proteínas (%)	1,41 ± 0,03
Amido (%)	5,33 ± 0,01
Carotenoides totais (µg/g)	2,64 ± 0,38
Luminosidade (L*)	68,25 ± 0,03
Intensidade de vermelho (+ a*)	3,81 ± 0,09
Intensidade de amarelo (+ b*)	33,28 ± 0,10

O valor médio do teor de água encontrado para a polpa de pequi foi de 77,14%, podendo-se considerar uma polpa bastante perecível; resultado próximo ao deste estudo foi reportado por Sousa et al. (2014) estudando a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em que evidenciaram teor de água de 80,73%. Sousa et al. (2012) registraram teor de água de 82,58% para a polpa de pequi da mesma espécie do estudo em questão. Teor de água

inferior já encontrado por Cordeiro et al. (2013) avaliando a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de diferentes localidades do estado do Mato Grosso, cujos valores foram na faixa de 45,73 a 50,62% e por Barros et al. (2013) que, estudando a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) encontraram teor de água na faixa de 53,80%. Daiuto et al. (2014) obtiveram para a polpa de abacate Hass, teor de água de 69,85%, que tem consistência próxima à polpa de pequi.

Observa-se que o valor médio encontrado para o pH da polpa de pequi foi 5,50 inferior ao encontrado por Arévalo-Pinedo et al. (2010) para a polpa de pequi in natura (*Caryocar brasiliense* Camb.), de 7,36. A polpa de pequi apresentou pH pouco ácido, estando acima da faixa de pH considerada segura para o armazenamento, em razão de que os alimentos pouco ácidos apresentam tendência de crescimento microbiano. Valores de pH próximos aos da polpa de pequi foram reportados por Aragão (2013) para a polpa de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart) e uxi (*Endopleura uchi* Cuatre) com valores de 5,9 e 4,45, respectivamente e por Arévalo-Pinedo et al. (2013) para a polpa de araticum (*Annona crassiflora*) com pH na faixa de 5,15.

O parâmetro acidez total titulável da polpa de pequi foi de 0,19% de ácido cítrico, valor inferior ao encontrado por Pinto (2012) quando avaliou a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) cujo teor foi de 0,03% de ácido cítrico. A acidez reportada por Paz et al. (2014) foi superior para o pequi in natura (*Caryocar brasiliense* Camb) com valor médio de acidez de 0,7% de ácido cítrico e por Sousa (2013) para a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm), cujo valor encontrado foi de 0,66% de ácido cítrico. Sousa et al. (2012) afirmaram que a acidez é um parâmetro importante na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício.

Com relação aos parâmetros sólidos solúveis totais (SST) da polpa de pequi o valor encontrado foi de 2,33 °Brix, verifica-se que é inferior ao relatado por Oliveira et al. (2011c) para a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) que foi de 5,3 °Brix; e por Sousa (2013) de 5 °Brix para a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.). Resultado de sólidos solúveis totais próximos ao da polpa de pequi do presente estudo foi encontrado por Canuto et al. (2010) avaliando polpas de frutos de bacaba (2,0 °Brix ) e murici (1,5 °Brix).

O valor médio de ratio (SST/ATT) da polpa de pequi foi de 3,52; resultado superior ao da polpa de pequi foi encontrado por Nascimento et al. (2014) para a polpa de mangaba com valor médio de ratio de 18,62 e por Nascimento e Coccozza (2015) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) com ratio de 11,53. Resultados inferiores também

foram verificados por Neves et al. (2015) para a polpa de açaí (0,56) e para a mangaba (2,36). Conforme Raimundo et al. (2009) o percentual de ratio é fundamental para avaliação do sabor de polpa de frutas, o sabor pode variar conforme a presença dos ácidos orgânicos, sendo que sua presença oscila de acordo com o estágio de maturação da fruta.

O ácido ascórbico da polpa de pequi encontrado foi de 13,90 mg/100 g. Resultado semelhante ao encontrado por Salviano e Souza (2002) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) com teor de ácido ascórbico de 12 mg/100 g. Valor superior foi encontrado por Arévalo-Pinedo et al. (2010) para a polpa de pequi da espécie *Caryocar brasiliense* Camb., cujo teor de ácido ascórbico foi 78,1 mg/100 g. Provavelmente essa variação foi devida a fatores como: processo de obtenção, tempo de armazenamento e acondicionamento da polpa. No referido estudo, a polpa foi extraída dos caroços através do processo de cozimento, tornando-se favorável que a temperatura pode ter provocado a redução do teor de ácido ascórbico da polpa em questão. Segundo Silva e Naves (2001) é relevante a ingestão de frutas com elevado teor de ácido ascórbico, haja vista que o mesmo apresenta atividade biológica, tem poder antioxidante razão por que tem a capacidade de neutralizar substâncias carcinogênicas.

Para a atividade de água da polpa de pequi foi constatado valor médio de 0,998. Resultado similar ao encontrado por Sousa (2013) para a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) com valor de 0,990. A atividade de água inferior ao desse estudo foi reportada por Figueira (2014) para pedaços de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) in natura de 0,986 e por Barros et al. (2013) para a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) na faixa de 0,978. De acordo com Gava et al. (2009) a atividade de água é fator relevante, visto que pode contribuir para a proliferação de micro-organismos e reações hidrolíticas dos alimentos porém a maioria das polpas de frutas tende a uma atividade de água superior a 0,98.

O teor de cinzas da polpa de pequi foi de 0,21%. Com relação ao teor de cinzas da polpa de pequi, verificaram-se valores superiores ao deste trabalho de cinzas, por Cordeiro et al. (2013) para a polpa de frutos de pequi (pequizeiro) (*Caryocar brasiliense* Camb.) de diferentes locais do Estado de Mato Grosso com valor médio de cinzas de 0,57% (Cuiabá), 0,46% (Santo Antônio do Leverger), 0,51% (Acorizal), 0,54% (Várzea Grande); por Sousa et al. (2012) para a polpa de pequi (*Cariocar coriaceum*) da mesma espécie e localidade do referido estudo, com teor de cinzas de 0,39% e por Oliveira et al. (2010b) para a polpa de frutos de 35 pequizeiros (*Cariocar coriaceum*) nativos da Chapada do Araripe, CE, com valor médio em torno de 0,6%.

O teor avaliado para os açúcares totais (AT), redutores (AR) e não redutores (ANR) foi de 0,83% glicose, 0,62% glicose e 0,20% sacarose, respectivamente. Resultados inferiores aos obtidos por Sousa (2013) para a polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) com valores de 1,25% glicose (AT); 0,69% glicose (AR) e 0,53% (ANR) sacarose. Valores superiores ao desse estudo foram evidenciados por Yuyama et al. (2008) para a polpa da tucumã que foi de 1,99% glicose (AT) e 1,27% glicose (ANR). Porte et al. (2010) encontraram, para a polpa de murici, valores de 11,39% glicose (AR) e 0,57% sacarose (ANR).

Os valores médios do teor de lipídios e de proteínas foram de 14,59 e 1,41%, respectivamente. Resultados superiores foram encontrados por Oliveira et al. (2010b) para a polpa de frutos de 35 pequizeiros (*Cariocar coriaceum*) com teor de lipídeos em torno de 25% e teor proteico na faixa de 2,0%; por Santana (2013) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) com 30,66% de lipídeos e 5,08% de proteínas; por Paz et al. (2014) para a polpa de pequi com teor de lipídeos de 31,5% e de proteínas de 2,4% e por Machado (2011) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) com 26,30% de lipídeos e 2,83% de proteína.

O percentual de amido presente na polpa de pequi foi de 5,33%; valor superior foi evidenciado por Santos (2009) para a polpa de fruto-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) com valor médio de 29,16%. De acordo com Cavalcanti et al. (2011) o amido presente em polpa de frutas, sementes e em partes vegetais pode facilitar o processamento, fornecer textura, servir como espessante e fornecer sólidos em suspensão.

A quantidade de carotenoides totais presente na polpa de pequi foi 2,64 µg/g; todavia, a polpa estudada apresentou baixo teor de carotenoides com relação aos estudos realizados por Cordeiro et al. (2013) que quantificaram os carotenoides da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de diferentes locais do Estado de Mato Grosso, cujos resultados encontrados foram: frutos de Cuiabá (27,03 µg/g), Várzea Grande (24,93 µg/g), Acorizal (15,52 µg/g) e Santo Antônio do Leverger (18,70 µg/g). Machado (2011) identificou, avaliando os carotenoides totais da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) valor médio de 10,64 µg/g. Lima et al. (2007b) verificaram os carotenoides totais da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) e constataram valor médio de 7,25 µg/g. Ribeiro (2011) estudou os carotenoides totais da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de oito regiões de quatro estados do cerrado brasileiro, em que os resultados foram na faixa de 3,70 a 18,70 µg/g. O teor de carotenoides da polpa de pequi do estudo em questão pode ter sido reduzido, em virtude do processo de cozimento para obtenção da

polpa. Resultados inferiores ao encontrado nesta pesquisa foram reportados por Souza et al. (2013) que quantificaram os carotenoides totais da polpa dos frutos de pequi (*Cariocar coriaceum*) sob congelamento em diferentes embalagem: sacos de polietileno de alta densidade (PEAD) com vácuo e bandejas de poliestireno expandido e envoltos por filme de cloreto de polivinil (PVC). O tratamento da polpa em lâminas a vácuo apresentou o menor valor de carotenoides (0,31 mg/100 g), enquanto os tratamentos do caroço a vácuo e em bandeja com filme de PVC apresentaram 0,73 mg/100 g.

Para a cor da polpa de pequi os resultados encontrados foram os seguintes: 68,25 para luminosidade, +3,81 de intensidade de vermelho e +33,28 de intensidade de amarelo . Os valores encontrados nos parâmetros +a\* e +b\* podem estar relacionados à presença de carotenoides. De modo geral, a polpa de pequi apresentou coloração clara e com predominância de pigmentos amarelados. Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por Sousa et al. (2012) para a polpa de pequi (*Cariocar coriaceum*) obtendo para a cor, os valores de 69,82 (L\*); 3,02 (+a\*) e 33,49 (+b\*). Resultados inferiores ao deste estudo foram evidenciados por Oliveira et al. (2011c) para a polpa de pequi (*Cariocar coriaceum*) com L\* de 62,50; -a\* de -1,24 e +b\* de +16,16. Valores de luminosidade próximos ao da polpa de pequi foram encontrados por Canuto et al. (2010) para a polpa de bacuri, cujo valor médio foi de 65,5. Resultados de intensidade de vermelho (+a\*) e de intensidade de amarelo (+b\*) superiores foram constatados por Cordeiro et al. (2013) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), cujos valores foram de 37,27 a 41,86 (+a\*) e 83,63 a 98,96 (+b\*). Sanjinez-Argandoña e Chuba (2011) também observaram resultados de cor superior ao da polpa de pequi, para a polpa de bocaiuva oriunda de Presidente Epitácio com valores de L\* (70,76), +a\* (35,39) e +b\* (51,95).

#### 4.2 - Cinética de secagem

Na Tabela 4.2 tem-se o tempo de secagem da polpa de pequi nas três espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm) e nas diferentes temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C) com velocidade do ar de 1,0 m/s. Observa-se que, com o aumento da espessura, o tempo de secagem aumentou e com o aumento da temperatura o tempo de secagem foi reduzido. Na espessura da camada da polpa de 0,5 cm o tempo de secagem variou de 520 a 1.360 min e na maior espessura (1,5 cm) o tempo de secagem foi na faixa de 1.900 a 2.860 min. Comportamento semelhante foi evidenciado por Melo et al. (2013) verificando a

cinética de secagem de polpa de mandacaru, Madureira et al. (2011) relatando a secagem da polpa de figo-da-índia; Furtado et al. (2010) estudando a secagem de polpa de seriguela e Baptestini et al. (2015) avaliando a secagem de polpa de atemoia.

**Tabela 4.2** - Tempo de secagem da polpa de pequi em diferentes temperaturas e espessuras da camada da polpa.

<b>Temperatura (° C)</b>	<b>Espessura (cm)</b>	<b>Tempo de secagem (min)</b>
<b>50</b>	0,5	1.360
	1,0	2.620
	1,5	2.860
<b>60</b>	0,5	940
	1,0	1.900
	1,5	2.440
<b>70</b>	0,5	820
	1,0	1.720
	1,5	2.260
<b>80</b>	0,5	520
	1,0	1.300
	1,5	1.900

O comportamento de redução do tempo de secagem com o aumento da temperatura ocorreu em razão da maior transferência de calor e massa que tem como consequência perda de água do produto (polpa) mais rápida. Furtado et al. (2014) afirmam que o aumento da temperatura aumenta a transferência de calor do material e consequentemente ocorre diminuição do tempo de secagem. Segundo Moraes Filho et al. (2014) existem dois fatores que podem influenciar no comportamento, que são a velocidade do ar de secagem e espessura do material, que influenciam nas resistências difusionais e convectivas que facilitam a transferência de massa e calor do material favorecendo, desta forma, redução do tempo de secagem.

Observa-se também que, com o aumento da espessura, o tempo de secagem foi maior em razão da menor transferência de calor e massa, através do produto. Segundo



Celestino (2010), a capacidade do ar para eliminar a água de um alimento depende principalmente de sua temperatura e de sua umidade relativa.

Verifica-se que dentre todas as condições avaliadas o menor tempo de secagem foi na temperatura de 80 °C e na espessura de 0,5 cm. Tempo de secagem próximo ao da polpa de pequi seco na temperatura de 80 °C e espessura de 0,5 cm foi verificado por Madureira et al. (2011) na secagem da polpa de figo-da-índia com diferentes concentrações de amido modificado em estufa com circulação de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com espessura da camada da polpa de 0,5 cm e tempo de secagem de 588, 513 e 420 min, respectivamente.

Tempo de secagem inferior ao deste estudo foi reportado por Figueira (2014) para a secagem convectiva de pedaços (lascas) de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) *in natura* com espessura aproximada de 0,3 cm na temperatura de 40 e 60 °C, com tempo de secagem para atingir 13% de umidade de 900 e 780 min, respectivamente; por Rabêlo et al. (2008) ao avaliar a cinética de secagem em estufa com circulação forçada de ar, da amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), sendo verificado que na temperatura de 60 °C o tempo de secagem foi de 80 min e na temperatura de 70 °C o tempo de secagem de 60 min; por Sousa et al. (2011) na secagem da polpa de oiti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com tempo de secagem de 500, 400 e 250 min, respectivamente e por Justi (2012) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em secador de leito fixo nas temperaturas de 55, 65 e 70 °C, com velocidade do ar de secagem de 0,5 m/s e com espessura da camada da polpa de 0,5 cm, verificando o tempo de secagem de 300, 240 e 220 min, respectivamente.

#### 4.2.1 - Modelos matemáticos

Nas Tabelas 4.3 e 4.4 tem-se os parâmetros dos ajustes dos modelos matemáticos de Midilli, Page, Henderson e Pabis, Newton e Wang e Sing aos dados experimentais da cinética de secagem da polpa de pequi em diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm) com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM).

**Tabela 4.3** – Parâmetros dos ajustes dos modelos matemáticos de Midilli, Page, Henderson e Pabis com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM) da secagem da polpa de pequi.

<b>Midilli</b>							
Temp. (°C)	Espes. (cm)	Parâmetro				$R^2$	DQM
		a	K	n	b		
50	0,5	1,004918	0,004169	1,039939	0,0000043	0,9998	0,0041
	1,0	1,002925	0,002403	0,963626	0,0000045	0,9999	0,0025
	1,5	1,004305	0,001900	0,949034	0,0000151	0,9996	0,0065
60	0,5	0,996313	0,003075	1,147929	0,0000015	0,9995	0,0080
	1,0	1,006790	0,002902	0,972331	0,0000088	0,9998	0,0042
	1,5	0,998946	0,001693	1,005139	0,0000101	0,9993	0,0092
70	0,5	1,003900	0,007777	0,950425	0,0000344	0,9994	0,0080
	1,0	0,998197	0,002706	1,021224	0,0000057	0,9998	0,0041
	1,5	0,997718	0,002538	0,950097	0,0000204	0,9994	0,0082
80	0,5	0,994366	0,004459	1,130913	0,0000262	0,9995	0,0076
	1,0	1,011354	0,004986	0,969348	0,0000111	0,9997	0,0056
	1,5	0,996040	0,001711	1,052688	0,0000144	0,9990	0,0113
<b>Page</b>							
Temp. (°C)	Espes. (cm)	k		n	$R^2$	DQM	
50	0,5		0,003988	1,046346	0,9998	0,0049	
	1,0		0,002192	0,979647	0,9998	0,0041	
	1,5		0,001370	1,006649	0,9989	0,0119	
60	0,5		0,003250	1,137617	0,9995	0,0081	
	1,0		0,002419	1,004247	0,9996	0,0064	
	1,5		0,001370	1,043261	0,9993	0,0096	
70	0,5		0,006714	0,983504	0,9989	0,0108	
	1,0		0,002653	1,026659	0,9998	0,0051	
	1,5		0,002044	0,994149	0,9988	0,0123	
80	0,5		0,004507	1,133170	0,9993	0,0091	
	1,0		0,004109	1,004468	0,9995	0,0075	
	1,5		0,001634	1,064927	0,9985	0,0139	
<b>Herderson e Pabis</b>							
Temp. (°C)	Espes. (cm)	A		k	$R^2$	DQM	
50	0,5		1,014394	0,005170	0,9997	0,0059	
	1,0		0,996050	0,001925	0,9998	0,0047	
	1,5		0,998777	0,001423	0,9989	0,0118	
60	0,5		1,032290	0,006694	0,9978	0,0170	
	1,0		1,002539	0,002493	0,9997	0,0063	
	1,5		1,009701	0,001819	0,9990	0,0114	
70	0,5		0,993999	0,006130	0,9989	0,0109	
	1,0		1,004414	0,003103	0,9996	0,0064	
	1,5		0,991072	0,001943	0,9989	0,0114	
80	0,5		1,030761	0,008771	0,9971	0,0187	
	1,0		1,005071	0,004243	0,9996	0,0071	
	1,5		1,010933	0,002451	0,9977	0,0173	

**Tabela 4.4** – Parâmetros dos ajustes dos modelos matemáticos de Newton e Wang e Sing com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios quadráticos médios (DQM) da secagem da polpa de pequi.

		Newton			
Temp. (°C)	Espes. (cm)	k	$R^2$	DQM	
50	0,5	0,005054	0,9994	0,0087	
	1,0	0,001938	0,9998	0,0051	
	1,5	0,001425	0,9989	0,0118	
60	0,5	0,006387	0,9962	0,0223	
	1,0	0,002481	0,9996	0,0064	
	1,5	0,001790	0,9988	0,0126	
70	0,5	0,006187	0,9989	0,0112	
	1,0	0,003080	0,9996	0,0068	
	1,5	0,001973	0,9987	0,0124	
80	0,5	0,008402	0,9956	0,0231	
	1,0	0,004208	0,9995	0,0075	
	1,5	0,002407	0,9974	0,0182	
		Wang e Sing			
Temp. (°C)	Espes. (cm)	A	B	$R^2$	DQM
50	0,5	-0,002744	0,0000016	0,8988	0,1147
	1,0	-0,001220	0,0000003	0,9575	0,0750
	1,5	-0,000990	0,0000002	0,9806	0,0501
60	0,5	-0,003774	0,0000031	0,9350	0,0925
	1,0	-0,001621	0,0000006	0,9666	0,0666
	1,5	-0,001217	0,0000003	0,9789	0,0531
70	0,5	-0,003925	0,0000035	0,9480	0,0778
	1,0	-0,001933	0,0000008	0,9547	0,0762
	1,5	-0,001332	0,0000004	0,9734	0,0578
80	0,5	-0,005780	0,0000078	0,9809	0,0485
	1,0	-0,002590	0,0000015	0,9460	0,0827
	1,5	-0,001631	0,0000006	0,9796	0,0516

Nota-se que o modelo de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais da secagem da polpa de pequi, em todas as temperaturas e espessuras apresentando os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) variando entre 0,9990 e 0,9999 e os menores desvios quadráticos médios (DQM) variando entre e 0,0025 a 0,00113 indicando que este modelo representa satisfatoriamente o fenômeno de secagem da polpa de pequi.

Os modelos matemáticos de Page, Henderson e Pabis e Newton também apresentam bons ajustes aos dados experimentais da secagem, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,98 e desvios quadráticos médios (DQM) abaixo de 0,03, podendo ser utilizados para predição da cinética de secagem da polpa de pequi. O modelo de Wang e Sing, apesar de ter apresentado os menores  $R^2$  e DQM, também pode ser usado

em razão de ter apresentado bons ajustes aos dados experimentais, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) na faixa de 0,8988 a 0,9809 e DQM de 0,0485 a 0,1147. No Apêndice C (Figuras C.1 a C.4) tem-se as figuras com as curvas de secagens da polpa de pequi nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C .

De forma geral, todos os modelos testados se ajustaram bem aos dados experimentais e podem ser utilizados para a estimativa das curvas de cinética de secagem da polpa de pequi, sendo o de Midilli o que obteve os melhores resultados.

Na literatura existem alguns estudos de modelagem matemática de polpa de frutas nas quais foram constatados que os modelos de Page, Henderson e Pabis e Midilli apresentaram bons ajustes aos dados experimentais, como Melo et al. (2013) que reportaram bons ajustes dos modelos de Page e de Henderson e Pabis as curvas de secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C e com diferentes espessuras da camada de espuma (0,5; 1,0 e 1,5 cm); Prieto et al. (2011) constataram ajustando os modelos de Henderson e Pabis e Page às curvas de cinética de secagem da polpa de coco verde, nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C e Sousa et al. (2011) que o modelo de Midilli e Page representou satisfatoriamente os dados da cinética de secagem da polpa de oiti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

Com relação ao parâmetro  $k$  (constante de secagem) dos modelos de Midilli, Page, Henderson e Pabis e Newton observa-se que o mesmo apresentou tendência de diminuição com o aumento da espessura da camada para uma temperatura constante. Este comportamento era esperado em razão de que, com o aumento da espessura, a taxa de secagem diminui, conseqüentemente  $k$  também diminui. O fenômeno da taxa de secagem diminuir com o aumento da espessura pode estar relacionado, em grande parte, à resistência encontrada pela umidade ao migrar do interior para a superfície da amostra (polpa) (SILVA et al., 2009).

Para o modelo de Newton verifica-se tendência de aumento de  $k$  com o aumento da temperatura, para as espessuras estudadas. Corrêa et al. (2010) verificaram que a constante de secagem “ $k$ ” cresce com o aumento da temperatura visto que maiores temperaturas acarretam maiores taxas de secagem.

O valor de  $k$  depende do tipo de produto, da temperatura e da umidade relativa do ar (Guedes e Faria, 2000; Carlesso et al., 2007). Valores próximos ao deste trabalho foram reportados por Figueira (2014) na modelagem matemática de pedaços da polpa de pequi, nas temperaturas de secagem de 40 e 60 °C, com valores de  $k$ : no modelo de Page com  $k$

variando de 0,00102 a 0,00861  $\text{min}^{-1}$ ; Newton variando de 0,00122 a 0,00866  $\text{min}^{-1}$  e no modelo de Henderson e Pabis, variando de 0,00119 a 0,00791  $\text{min}^{-1}$ .

Resultados de  $k$  inferiores foram encontrados por Sousa et al. (2011) na modelagem matemática dos modelos de Midilli e Page aos dados da cinética de secagem da polpa de oiti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com os valores de  $k$  para modelo de Midilli de 0,0001 a 0,0007  $\text{min}^{-1}$  e para o modelo de Page de 0,0002 a 0,0006  $\text{min}^{-1}$ .

A constante  $n$  do modelo de Midilli e Page não apresentou tendência definida com o aumento da temperatura e da espessura, sendo encontrados valores na faixa de 0,949034 a 1,147929. Perez et al. (2013) afirmaram que o parâmetro  $n$  está relacionado à resistência interna do material à secagem. Resultados de  $n$  dentro desta faixa foram encontrados por Baptestini et al. (2015) avaliando a cinética de secagem em camada de espuma da graviola nas temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C, velocidade do ar de 5,6 m/s e espessura de 0,5 cm, observaram para o modelo de Midilli valores de  $n$  variando entre 0,9829 e 1,2400, e para o modelo de Page entre 1,0536 a 1,2340 sem tendência definida com o aumento da temperatura.

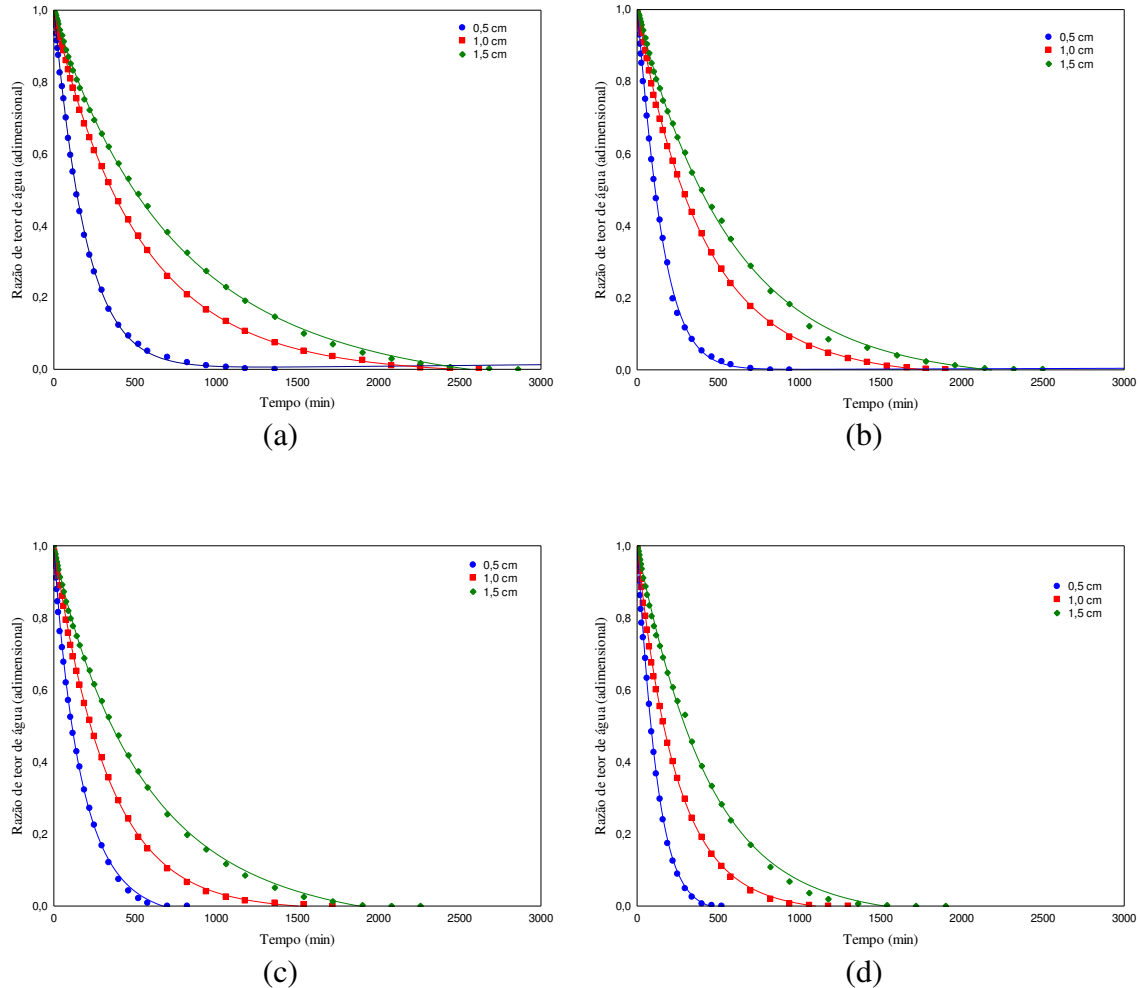
Resultados superiores de  $n$  foram verificados por Silva et al. (2008b) na modelagem da cinética de secagem em camada de espuma da polpa de tamarindo nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, verificando valores de  $n$  para o modelo de Midilli na faixa de 1,5658 a 1,6182 e para o modelo de Page entre 1,4976 e 1,5775.

Valores de  $n$  próximos foram reportados por Munhoz et al. (2014) estudando a cinética de secagem de bocaiuva nas temperaturas de 60 e 70 °C com velocidade do ar de 0,5 m/s que um dos melhores modelos para ajuste dos dados de secagem foi o modelo de Page, cujos valores de  $n$  foram de 0,877 e 1,054, respectivamente.

Na Figura 4.1 estão representadas as curvas ajustadas como o modelo de Midilli aos dados experimentais da cinética de secagem da polpa de pequi nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C e espessuras da camada da polpa de 0,5; 1,0 e 1,5 cm.

O modelo de Midilli foi considerado como o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais na predição das curvas de secagem da polpa de pequi. Observa-se que as secagens da polpa de pequi ocorreram no período de taxa decrescente. Este período é governado pelo mecanismo de difusão o qual consiste na remoção de água do interior da polpa para a superfície exposta. Neste caso, a transferência de calor interna da água conduz e fixa a taxa de secagem (BAPTESTINI et al., 2015; PEREZ et al., 2013). O fator limitante no período de taxa decrescente é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de

secagem; após o produto atingir o equilíbrio com ar de secagem, o mesmo estabiliza (PARK et al., 2001b).



**Figura 4.1** - Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Midilli nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.

Constata-se, para as secagens da polpa de pequi nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C (Figura 4.1 a, b, c e d) que houve influência da espessura da camada da polpa, ocorrendo aumento do tempo de secagem com o aumento da espessura. Verifica-se que as perdas de água são maiores no início do processo de secagem; depois, as perdas são reduzidas com consequente diminuição da taxa de secagem; comportamento semelhante foi verificado por Galdino et al. (2016b) na secagem em camada de espuma da polpa de atemoia em diferentes temperaturas (60; 70 e 80 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

#### 4.2.2 - Difusividade efetiva ( $D_{ef}$ )

Na Tabela 4.5, está apresentado o valor médio da difusividade efetiva ( $D_{ef}$ ), obtidos na secagem da polpa de pequi nas espessuras da camada da polpa de 0,5; 1,0 e 1,5 cm e nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, calculado conforme a lei de Fick para uma placa plana. A difusividade é a facilidade com que a água é removida do material e pode variar conforme as condições de secagem (temperatura e velocidade do ar) e não é intrínseca ao material (OLIVEIRA et al., 2006b).

**Tabela 4.5** - Valor médio da difusividade efetiva ( $D_{ef}$ ) obtido na secagem da polpa de pequi nas espessuras 0,5; 1,0 e 1,5 cm nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C e coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Temperatura (° C)	Espessura (cm)	$D_{ef}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>2</sup> /s)	$R^2$
50	0,5	0,93	0,9435
	1,0	1,38	0,9409
	1,5	2,31	0,9287
60	0,5	1,20	0,9316
	1,0	1,79	0,9393
	1,5	2,91	0,9237
70	0,5	1,14	0,9524
	1,0	2,22	0,9369
	1,5	3,18	0,9371
80	0,5	1,59	0,9285
	1,0	3,06	0,9424
	1,5	3,93	0,9241

O valor da difusividade efetiva da polpa de pequi nas diferentes condições de secagem variou entre  $0,93 \times 10^{-8}$  a  $3,93 \times 10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s. Valor inferior de  $D_{ef}$  foi encontrado por Silva et al. (2014c) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) nas temperaturas de secagem de 40, 50 e 60 °C com valores de  $4,70 \times 10^{-14}$ ,  $5,28 \times 10^{-14}$  e  $5,61 \times 10^{-14}$  m<sup>2</sup>/s, respectivamente, verificando-se aumento da  $D_{ef}$  com o aumento da

temperatura; por Justi (2012) para a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb), nas temperaturas 55, 65 e 70 °C com difusividades efetivas de  $4,04 \times 10^{-10}$ ,  $5,13 \times 10^{-10}$  e  $5,57 \times 10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s, respectivamente; por Rahman et al. (2015) encontraram, na secagem de pedaços de rambutan nas temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C, valores de  $D_{ef}$  de  $1,34 \times 10^{-10}$ ,  $2,44 \times 10^{-10}$ ,  $2,63 \times 10^{-10}$ ,  $3,44 \times 10^{-10}$  e  $4,36 \times 10^{-10}$ , respectivamente; por Furtado et al. (2010) para a polpa de ceriguela na secagem em camada de espuma, nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C com resultados de  $D_{ef}$  de  $19,987 \times 10^{-8}$ ,  $29,724 \times 10^{-8}$  e  $45,613 \times 10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s, respectivamente e por Furtado et al. (2014) na secagem em camada de espuma da polpa de abacaxi Pérola nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C com difusividades efetivas de  $0,810569 \times 10^{-9}$ ,  $1,45903 \times 10^{-9}$  e  $1,94537 \times 10^{-9}$  m<sup>2</sup>/s, respectivamente.

Os valores de difusividade efetiva obtidos se encontram na faixa de  $10^{-8}$ . Wilson et al. (2012) verificaram a difusividade efetiva da polpa de manga em pó em diferentes temperaturas (65, 75 e 85 °C) e observaram uma variação na faixa de  $1,53$  e  $2,63 \times 10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s. Kadam e Balasubramanian (2011) verificaram a difusividade efetiva da polpa de tomate em pó secadas nas temperaturas 60,65 e 70 °C adicionada de albumina (5, 10 e 15 %), cujos valores foram obtidos na faixa de  $2,026$  a  $3,039 \times 10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s. Resultados esses coerentes com encontrados para polpa de pequi em pó. Valores superiores ao desse estudo foram encontrados por Rajkumar et al. (2007) estudando a difusividade efetiva da polpa de manga em pó obtidas em diferentes temperaturas (60, 65, 70 e 75 °C) e percentual de albumina (5, 10 e 15%), em que os valores ocorreram, no intervalo de  $5,3 \times 10^{-9}$  a  $9,7 \times 10^{-9}$  m<sup>2</sup>/s.

Observa-se que houve tendência de aumento da difusividade efetiva com o aumento da espessura da camada da polpa e com o aumento da temperatura. De acordo com Silva et al. (2009) a difusividade efetiva é influenciada pela temperatura do ar de secagem e pela espessura, o aumento destes parâmetros provoca o aumento da difusividade efetiva.

Em geral ocorre, com o aumento da temperatura, aumento da taxa de secagem e consequentemente aumenta a difusividade efetiva que é responsável pela maior eficiência na remoção de água da polpa de pequi. Santos et al. (2014) mostraram que esse comportamento ocorre devido a uma redução da resistência à difusão de água com a elevação da temperatura; deste modo, o aumento da difusividade efetiva com a elevação da temperatura ocorre devido ao aumento do nível vibratório das moléculas de água, contribuindo para uma maior difusão do fluido no material. Outra hipótese para este comportamento é que com o aumento da temperatura, a viscosidade da água diminui favorecendo a movimentação deste fluido do produto para o ar de secagem, implicando no



aumento da difusão da água do produto (GONELI et al., 2014). O aumento na temperatura aumenta a difusividade efetiva também em razão do aumento da pressão de vapor dentro da amostra (GUPTA e ALAM, 2014).

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram superiores a 0,91, demonstrando que o modelo de Fick para uma placa plana se ajustou satisfatoriamente aos dados experimentais.

### 4.3 - Caracterização química, física e físico-química dos pós de pequi

#### 4.3.1 - Rendimento

Na Tabela 4.6 é apresentado o valor médio do rendimento dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

**Tabela 4.6** - Valor médio do rendimento (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	21,48 bB	21,79 aB	22,79 aA
60	21,22 bAB	21,78 aA	21,09 bB
70	24,93 aA	21,56 aB	21,57 bB
80	20,31 cB	20,61 bAB	21,26 bA

DMS para colunas = 0,75%; DMS para linhas = 0,68%; MG = 21,70%; CV = 1,55%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se que na espessura de 0,5 cm, o maior rendimento foi na temperatura de 70 °C e o menor na temperatura de 80 °C; na espessura de 1,0 cm os maiores rendimentos foram nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C verificando-se que não houve diferença estatística entre as médias nessas temperaturas, a 5% de probabilidade pelo teste Tukey; e na espessura de 1,5 cm o maior rendimento foi na temperatura de 50 °C e entre as temperaturas de 60, 70 e 80 °C não houve diferenças estatísticas entre as médias. Não foi observado padrão de comportamento do rendimento com o aumento da temperatura, em cada espessura específica.

Nota-se também, na Tabela 4.6, que não houve comportamento padrão do rendimento com o aumento da espessura da camada, em cada temperatura; nas temperaturas de 50 e 80 °C existe uma pequena tendência de aumento do rendimento com o aumento da espessura e nas temperaturas de 60 e 70 °C houve pequena tendência de redução do rendimento com o aumento da espessura.

Valores de rendimento inferiores aos pós de pequi foram detectados por Silva Filho (2012) para os pós de manga produzidos através da secagem em camada de espuma da polpa de manga Haden em diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm), cujos valores variaram entre 17,08 a 19,39%, com o rendimento dos pós de manga aumentando com o aumento da temperatura.

Rendimentos de pós superiores ao deste estudo foram reportados por Justi (2012) avaliando os pós de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtidos em secador de leito fixo nas temperaturas de 55, 65 e 70 °C, com espessura 0,5 cm e velocidade de ar de secagem de 0,5 m s<sup>-1</sup>, com valores de rendimento de 49,45, 49,71 e 47,94%, respectivamente; por Medeiros (2009) para o pó de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtido na secagem em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 60 °C por 24 h encontrando um rendimento de 28%; por Santana et al. (2014) para o pó de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtido em secador por aspersão nas temperaturas de 140, 152, 170, 188 e 200 °C adicionado de amido modificado em diferentes concentrações (15;18; 22,5; 27; 30%), com rendimentos dos pós de pequi variando entre 24,34 e 49,80%. Estas diferenças nos valores de rendimento dos pós se deram, provavelmente, à não utilização de aditivos (agentes carreadores), ao teor de água inicial/composição da polpa, variedade, estágio de maturação tipo de secador, condições de secagem, tempo de secagem, entre outros fatores. Um dos principais problemas no rendimento se dá em razão das perdas do produto que fica aderido nas bandejas ou nas paredes do secador, ocasionando diminuição no rendimento.

#### 4.3.2 - Teor de água

Tem-se na Tabela 4.7 o valor médio do teor de água (%) dos pós de pequi, obtidos por meio da secagem convectiva em diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

**Tabela 4.7** - Valor médio do teor de água (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	4,33 aA	3,31 aC	3,64 aB
60	2,18 bA	2,33 bA	1,81 bB
70	1,77 cA	1,88 cA	1,57 cB
80	1,57 cA	1,38 dA	1,45 cA

DMS para colunas = 0,20%; DMS para linhas = 0,18%; MG = 2,27%; CV = 4,05%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor de água do pó de pequi apresentou uma variação de 1,38 a 4,33%. Verifica-se que a temperatura influenciou no teor de água; com aumento da temperatura o teor de água apresentou tendência de redução, em cada espessura; o menor teor de água foi observado na temperatura mais elevada; na temperatura de 50 °C foram identificados os maiores percentuais de água do pó de pequi, cujos valores variaram de 3,31 a 4,33%.

Analisando os valores do teor de água entre as espessuras das camadas de polpa nota-se que não houve diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey entre as espessuras com 0,5 e 1,0 cm, nas temperaturas de 60 e 70 °C; na temperatura de 80 °C o teor de água entre as espessuras não apresentou diferenças estatísticas entre si. Entre a menor e a maior espessura houve redução do teor de água, o que pode ter ocorrido em razão de que nas maiores espessuras o tempo de secagem é maior tendo, como consequência, um menor teor de água.

O mesmo comportamento de diminuição do teor de água com elevação da temperatura foi observado por Feitosa (2014) na secagem em camada de espuma da polpa de murta nas temperaturas de 50, 60, 70, 80 e 90 °C e espessuras da camada da espuma de 0,5; 1,0 e 1,5 cm, em que os valores encontrados para o teor de água variaram de 6,62 a 16,06%; por Botrel et al. (2016) para os pós de araticum obtidos por meio da secagem convectiva nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C e espessura de 0,2 cm, com teor de água de 14,14; 13,30 e 11,11%, respectivamente e por Galdino (2012) para fatias de manga secadas em diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C) com teor de água de 13,32; 12,77 e 10,21%, respectivamente.

De modo geral, o teor de água dos pós de pequi foi baixo, e condizentes com outros estudos voltados para a polpa de frutas em pó, como em Tonon et al. (2009) que obtiveram, para a polpa do açaí com 20% de maltodextrina secado em secador por aspersão nas temperaturas de 138, 179 e 202 °C com teor de água de 0,66 a 2,56%; Dieb et al. (2015) encontraram, para os pós de graviola obtidos por meio da secagem em camada de espuma nas temperatura de 50, 60 e 70 °C e com espessuras da camada de 0,30; 0,45 e 0,60 cm, valores entre 4,38 e 6,61%. Conforme Breda et al. (2012) produtos em pó apresentam, em geral, baixo teor de água sendo encontrados valores no intervalo de 4-6%.

#### 4.3.3 – Atividade de água

Na Tabela 4.8 está apresentado o valor médio da atividade de água ( $a_w$ ) dos pequis em pó, obtidos por meio da secagem convectiva em diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

**Tabela 4.8** - Valor médio de atividade de água dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	0,574 aA	0,438 aC	0,474 aB
60	0,366 bB	0,377 bA	0,203 bC
70	0,280 cA	0,181 cB	0,174 cC
80	0,194 dA	0,161 dB	0,127 dC

DMS para colunas = 0,003; DMS para linhas = 0,002; MG = 0,296; CV = 0,48%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nota-se em todas as espessuras, que as atividades de água diminuíram gradativamente com o aumento da temperatura. Comportamento semelhante foi reportado por Dantas (2010) para o pó de manga obtido na secagem em camada de espuma nas temperaturas de 60 e 70 °C com uma espessura da camada de 0,4 cm, obtendo valores das atividades de água de 0,264 e 0,253, respectivamente.

Em relação à espessura, observa-se que nas temperaturas de 70 e 80 °C as atividades de água diminuíram com o aumento da espessura da camada; este mesmo

comportamento foi reportado por Silva Filho (2012) avaliando pós de manga obtidos na secagem em camada de espuma em diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm) obtendo  $a_w$  na faixa de 0,203 a 0,277. Contrariamente, foi evidenciado, por Feitosa (2014) para pós de murta produzidos na secagem em camada de espuma nas temperaturas de 50, 60, 70, 80 e 90 °C e espessuras de 0,5; 1,0 e 1,5 cm que, com o aumento da espessura houve aumento gradativo da atividade de água.

A atividade de água do pó de pequi variou de 0,127 a 0,574. De acordo com Souza et al. (2015) pós com atividade de água inferior a 0,6, são considerados microbiologicamente estáveis; a menor atividade de água foi verificada na temperatura de 80 °C e na espessura de 1,5 cm.

A atividade de água de polpas de frutas em pó próximos ao deste estudo foi encontrada por Lisboa et al. (2012) com atividade de água de 0,311 para o pó do figo-da-índia obtido na secagem em camada de espuma com espessura da camada de polpa de 0,8 cm e temperatura de secagem de 90 °C e por Santana et al. (2016) para os pós da polpa de pequi obtidos na secagem por aspersão nas temperaturas de 152, 170 e 188 °C adicionadas de agente carreadores (maltodextrina e agente surfactante) em diferentes concentrações com atividades de água variando de 0,060 a 0,210.

#### 4.3.4 - Carotenoides totais

Na Tabela 4.9 tem-se o valor médio dos carotenoides totais do pequi em pó nas diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

**Tabela 4.9** - Valor médio dos carotenoides totais ( $\mu\text{g/g}$ ) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	4,23 bA	3,77 cB	3,88 cAB
60	5,40 aA	3,45 cB	3,14 dB
70	5,75 aA	5,66 aAB	5,23 aB
80	4,12 bB	4,71 bA	4,43 bAB

DMS para colunas = 0,48  $\mu\text{g/g}$ ; DMS para linhas = 0,44  $\mu\text{g/g}$ ; MG = 4,48  $\mu\text{g/g}$ ; CV = 4,83%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As médias apresentaram variação na faixa de 3,14 e 5,75 µg/g, e tiveram os maiores valores de carotenoides na temperatura de 70 °C (5,23 a 5,75 µg/g) e principalmente na espessura da camada de 0,5 cm. Observa-se que os valores obtidos para os carotenoides apresentaram tendência de diminuição com o aumento da espessura da camada de polpa nas temperaturas de 60 e 70 °C.

Nas temperaturas 50 e 60 °C o tempo de secagem é mais prolongado e, provavelmente, ocorre maior degradação dos carotenoides; contudo, nas temperaturas de 70 e 80 °C apresentou uma maior retenção dos carotenoides pois o tempo de exposição foi reduzido com o aumento da temperatura.

Resultados superiores foram reportados por Pinto (2012) para extratos de carotenoides em pó produzidos a partir da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) e desidratados pelo processo de secagem em camada de espuma em diferentes temperaturas (60, 70, 80 e 90 °C), cujos resultados foram na faixa de 6,43 e 9,61 µg/g. Valores inferiores foram quantificados por Moraes (2014) para o caju em pó obtido na secagem por atomização em duas temperaturas de secagem (140 e 150 °C) e duas concentrações de goma arábica (15 e 25%), variando entre 0,19 e 0,35 µg/g e verificando redução dos carotenoides com o aumento da temperatura de secagem. Valores de carotenoides próximos aos dos pós de pequi, foram encontrados por Nóbrega et al. (2014) para o pó do resíduo da acerola obtido da secagem em leito fixo em diferentes temperaturas (60, 70 e 80 °C) e velocidades do ar de secagem (4, 5 e 6 m/s) com resultados na faixa de 4,52 a 5,53 µg/g.

Não foi constatado comportamento padrão dos carotenoides com o aumento da temperatura. Alves (2014) observou, avaliando os carotenoides dos pós de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtidos pelo método de secagem por atomização nas temperaturas de 150, 170 e 190 °C observou, respectivamente, os seguintes resultados 23,41; 20,61 e 25,59 µg/g, verificando que o maior teor de carotenoides foi observado na maior temperatura de secagem.

#### **4.3.5 - Lipídeos**

Na Tabela 4.10 se encontram o valor médio dos lipídeos do pequi em pó nas diferentes temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C) e as espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm). De forma geral, verifica-se que não houve influência do aumento da temperatura nos valores dos lipídeos.

**Tabela 4.10** - Valor médio dos lipídeos (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	59,65 aA	57,96 bA	58,10 aA
60	57,17 bA	57,71 bA	58,48 aA
70	59,38 aA	57,85 bA	59,45 aA
80	59,60 aA	60,75 aA	58,97 aA

DMS para colunas = 2,18%; DMS para linhas = 1,97%; MG = 58,76%; CV = 1,65%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Percebe-se, nos dados da Tabela 4.10, com relação ao aumento da espessura, que não houve diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, entre as médias dos lipídeos, indicando que nas espessuras avaliadas os pós apresentaram estabilidade com aumento da temperatura.

O teor de lipídeos encontrado para os pós de pequi foi elevado (57,17 a 60,75%). A polpa *in natura* apresentou teor de lipídeos de 14,59%, dessa maneira no processo de secagem a água foi evaporada, em contrapartida, concentrou alguns constituintes, dentre eles o teor de lipídeos. Diante desses resultados pode-se afirmar que a polpa de pequi desidratada é rica em lipídeos. Valores de lipídeos próximos ao deste estudo foram reportados por Yuyama et al. (2008) para a polpa de tucumã desidratada em estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 60 °C com teor de lipídeos de 61,60% e por Justi (2012) para o pequi em pó obtido por meio da secagem em leito fixo na temperatura de 65 °C e com espessura da camada da polpa de 0,5 cm, cujo teor de lipídeos foi 60,20%. Teor inferior foi quantificado por Menezes et al. (2008) para a polpa de açaí liofilizada com lipídeos de 40,75 e por Carneiro e Carneiro (2011) para a polpa de buriti desidratada em secador do tipo cabine com percentual de lipídeos de 51,67%.

De modo geral, os aumentos da temperatura de secagem e da espessura da camada da polpa não influenciaram no percentual de lipídeos dos pós de pequi; este mesmo comportamento foi reportado por Oliveira et al. (2010a) para grãos de aveia branca submetidos à secagem em diferentes temperaturas (50, 75 e 100 °C), sendo evidenciado que não houve variações estatísticas significativas no teor de lipídeos, com valores entre 6,60 a 6,88%.

#### 4.3.6 - Intensidade de vermelho (+a\*)

Analisando o valor médio da intensidade de vermelho (+a\*) do pequi em pó nas diferentes temperaturas e espessuras (Tabela 4.11) verifica-se que, com o aumento da temperatura a intensidade de vermelho apresentou tendência de aumento nas espessuras da camada de 1,0 e 1,5 cm. O mesmo comportamento de aumento da intensidade de vermelho com elevação da temperatura foi observado por Santhalakshmy et al. (2015) para o pó da polpa de jambolão obtido na secagem por aspersão nas temperaturas de 140, 145, 150 e 160 °C e por Quek et al. (2007) para o pó de melancia produzido em secador por aspersão nas temperaturas de 145, 155, 165 e 175 °C.

**Tabela 4.11** - Valor médio da intensidade de vermelho (+a\*) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	8,37 abA	8,29 cA	8,35 dA
60	7,89 cC	8,34 cB	8,93 cA
70	8,20 bC	10,46 aA	9,69 bB
80	8,39 aC	10,09 bB	10,50 aA

DMS para colunas = 0,18; DMS para linhas = 0,16; MG = 8,96; CV = 0,92%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação ao aumento da espessura da camada da polpa (Tabela 4.11), nota-se nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C, tendência de aumento da intensidade de vermelho, mas na temperatura de 50 °C as médias entre as espessuras foram estatisticamente iguais.

O valor médio da intensidade de vermelho para os pós de pequi variou entre 7,89 e 10,50, sendo próximos aos encontrados por Silva Filho (2012) para os pós de manga obtidos na secagem em camada de espuma sob diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm), cujos resultados variaram de 7,51 a 10,18; e inferiores ao encontrado por Pinto (2012) para o pó de pequi (*Caryocar brasiliense*) obtido em secador de bandejas na temperatura de 60 °C e com velocidade do ar de secagem de 1,3 m/s, com intensidade de vermelho de 14. A discrepância entre os resultados pode ser em razão de se tratar de uma espécie diferente de pequi e/ou das condições de secagem.



A intensidade de vermelho nos pós de pequi foi superior à da polpa de pequi, antes da secagem.

#### 4.3.7 - Intensidade de amarelo (+b\*)

Apresenta-se na Tabela 4.12, o valor médio da intensidade de amarelo (+b\*) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada da polpa. A intensidade de amarelo (+b\*) está relacionada aos pigmentos amarelados que, por sua vez, podem estar relacionados à presença de carotenoides (SANTOS et al., 2015).

**Tabela 4.12** - Valor médio de intensidade de amarelo (+b\*) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	35,18 aA	34,40 aB	33,60 aC
60	32,62 cA	31,55 bB	32,72 bA
70	31,17 dA	29,80 cB	29,85 cB
80	34,36 bA	31,25 bB	29,36 cC

DMS para colunas = 0,55; DMS para linhas = 0,50; MG = 32,15; CV = 0,77%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De forma geral, ocorreu tendência de diminuição da intensidade de amarelo com o aumento da temperatura, exceto nas temperaturas de 80 °C a 0,5 cm e 1,0 cm, indicando que os pós se mantiveram menos amarelos com o aumento da temperatura.

A intensidade de amarelo apresentou tendência de redução com o aumento da espessura da camada nas temperaturas 50, 70 e 80 °C.

Os valores de +b\* nos pós de pequi variaram de 29,80 a 35,18, sendo próximos ao observado por Alves (2014) para pó de pequi liofilizado com diferentes concentrações de sacarose e em função da concentração de etanol, que encontrou valores de +b\* na faixa de 21,50 a 30,52 e por Pedro (2009) para o maracujá obtido da secagem por atomização com diferentes maltodextrinas (dextrose 10 e dextrose 20) apresentando valores para +b\* de 25,29 a 29,55. Valores de +b\* superiores aos dos pós de pequi foram evidenciados por Caparino et al. (2012) para os pós de mangas cv. *Philippine carabao* obtidos da secagem

por tambor rotativo, secagem por atomização e da liofilização com valores de +b\* entre 36,48; 36,64 e 40,99, respectivamente.

#### 4.3.8 - Luminosidade (L\*)

Encontra-se, na Tabela 4.13, o valor médio da luminosidade dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

**Tabela 4.13** - Valor médio da luminosidade (L\*) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura °C	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	46,42 bA	45,88 aA	45,75 aA
60	46,68 bA	45,48 aAB	44,14 bB
70	41,05 cA	36,45 cB	36,78 cB
80	48,58 aA	38,10 bB	35,86 cC

DMS para colunas = 1,50; DMS para linhas = 1,36; MG = 42,60; CV = 1,57%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verifica-se nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C tendência de redução da luminosidade com o aumento da espessura da camada da polpa indicando que houve tendência ao escurecimento e na temperatura de 50 °C a luminosidade se manteve estável com o aumento da espessura. Esta tendência se deve, provavelmente, ao maior tempo de secagem com o aumento da espessura o que pode provocar maior degradação dos compostos químicos do pequi tendo, como consequência, maior escurecimento.

Nas espessuras da camada da polpa com 1,0 e 1,5 cm nota-se tendência de diminuição da luminosidade com o aumento da temperatura representando o escurecimento dos pós e na espessura de 0,5 cm não se teve um comportamento padrão com o aumento da temperatura. Redução da luminosidade com o aumento da temperatura foi reportada por Tonon et al. (2009) para o açaí em pó obtido através da secagem por atomização sob diferentes temperaturas (138, 170 e 202 °C) cujos valores de luminosidade foram 64,11; 62,35 e 61,87 e por Feitosa (2014) para o pó de murta obtido da secagem em camada de

espuma em diferentes temperaturas (50, 60, 70, 80 e 90 °C) e espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm). Cruz (2013) ressaltou que a luminosidade do pó de goiaba obtido por secagem em camada de espuma em diferentes temperaturas (60, 70 e 80 °C) e diferentes concentrações de emulsificante (2,5 e 5%) não foi influenciada pela temperatura de secagem.

A luminosidade dos pós de pequi oscilou entre 35,86 e 48,58, com os maiores valores obtidos na menor espessura (0,5 cm) nas temperaturas de 80, 60 e 50 °C apresentando coloração mais clara com relação aos demais pós. Valores superiores de luminosidade foram quantificados por Pinto (2012) para o pó de pequi produzido na secagem em camada de espuma na temperatura de 60 °C com média de 55,39 e por Oliveira et al. (2014) para o cajá liofilizado (integral e com 17% de maltodextrina) apresentando resultados de luminosidade entre 54,43 e 58,41 e dentro da faixa quantificada por Alves (2007) para pós de pequi (*Caryocar brasiliense*) obtidos por liofilização com valores de luminosidade no intervalo de 33 a 80.

#### 4.3.9 - Índice de peróxido

Na Tabela 4.14 estão os resultados médios dos índices de peróxido dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa. Os valores encontrados variaram entre 7,66 e 8,28 meq/kg. De acordo com Yuyama et al. (2008) o índice de peróxido indica o grau de oxidação do produto ou a rancidez oxidativa. Segundo a FAO/WHO (2003) o valor máximo admitido para óleos brutos não deve ultrapassar 15 meq/kg.

Resultados inferiores de índice de peróxido foram evidenciados por Silva et al. (2014a) para o abacate em pó produzido por secagem em estufa (40 e 60 °C) com valores de 3,0 e 3,5 meq/kg, respectivamente indicando que com a elevação da temperatura de secagem houve aumento do índice de peróxido que, por sua vez, quanto maior mais favorece o processo de oxidação dos lipídeos e compromete a qualidade do produto. Ferreira et al. (2008) extraíram óleo bruto do epicarpo-mesocarpo do tucumã e quantificaram um índice de peróxido de 2,99 meq/kg, sendo também inferior ao dos pós de pequi. Santana (2013) quantificou o índice de peróxido de pós de coco de babaçu obtidos por secagem por aspersão em diferentes temperaturas (170, 177, 195, 213 e 220 °C) e com adição de diferentes agentes carreadores (goma arábica, maltodextrina e dextrina), cujos valores oscilaram 0,009 a 0,072 meq/kg, resultados esses bastantes inferiores, o que pode

ter influenciado nos resultados foi a adição dos agentes carreadores. Índice de peróxido superior foi encontrado por Deus (2008) avaliando a qualidade do óleo extraído da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense*) cujo valor foi 24,16 meq/kg.

**Tabela 4.14** - Valor médio do índice de peróxido (meq/kg) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	8,02 aA	8,04 aA	7,87 cB
60	7,99 aB	7,66 bC	8,28 aA
70	7,95 aA	8,03 aA	8,04 bA
80	8,00 aB	8,03 aAB	8,13 bA

DMS para colunas = 0,12 meq/kg; DMS para linhas = 0,11 meq/kg; MG = 8,00 meq/kg; CV = 0,67%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na temperatura de secagem de 70 °C observa-se que com o aumento da espessura não houve alteração significativa do índice de peróxido, a 5% de probabilidade pelo o teste de Tukey; na temperatura de 50 °C verifica-se tendência de redução do índice de peróxido com o aumento da espessura e nas temperaturas de 60 e 80 °C tem-se um aumento do índice de peróxido entre a menor e a maior espessura.

Analisando os resultados obtidos para o índice de peróxido em relação ao aumento da temperatura verifica-se, nas espessuras de 0,5 e 1,0 cm que de forma geral não houve alteração significativa indicando que o grau de oxidação dos pós foi no mesmo nível com o aumento da temperatura; na espessura de 1,5 cm não se teve um comportamento padrão, sendo identificado o maior índice de peróxido na temperatura de 60 °C.

#### 4.3.10 – Acidez total titulável

Na Tabela 4.15 tem-se o valor médio da acidez total titulável (% ácido cítrico) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa. A acidez dos pós de pequi variou de 0,37 a 0,86% ácido cítrico, sendo inferior aos valores determinados por Furtado et al. (2014) para o pó de abacaxi Pérola obtido da

secagem em camada de espuma em diferentes temperaturas (60, 70 e 80 °C) e espessura de 0,2 cm, com valores de acidez de 2,06; 2,05 e 2,08, respectivamente.

**Tabela 4.15** – Valor médio da acidez total titulável (% ácido cítrico) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	0,61 bA	0,61 cA	0,61 cA
60	0,81 aC	0,83 aB	0,86 aA
70	0,61 bB	0,71 bA	0,71 bA
80	0,37 cB	0,55 dA	0,55 dA

DMS para colunas = 0,004% ácido cítrico; DMS para linhas = 0,003% ácido cítrico; MG = 0,65% ácido cítrico; CV = 0,26%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Avaliando as temperaturas estudadas, constata-se que a acidez apresentou uma tendência de diminuição com o aumento da temperatura, em todas as espessuras estudadas, exceto na temperatura de 60 °C quando foram evidenciados os maiores valores de acidez. Conforme Machado et al. (2012) a acidez de um alimento está relacionada à presença dos ácidos orgânicos sendo que esses compostos são degradados quando o alimento é submetido a temperaturas elevadas. Comportamento semelhante foi reportado por Silva Filho (2012) para o pó da manga Haden obtido pelo método de secagem em camada de espuma sob diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm), tendo-se observado que a acidez total titulável diminui com o aumento da temperatura nas espessuras de 1,0 e 1,5 cm; por Silva et al. (2008b) para o tamarindo em pó produzido a partir da secagem em camada de espuma nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C e espessura de 0,5 cm e por Feitosa (2014) para o pó de murta seco por aspersão, em diferentes temperaturas (150, 170 e 190 °C).

Percebe-se ainda (Tabela 4.15) na temperatura de 50 °C que não houve diferença estatística entre as médias da acidez das diferentes espessuras; e nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C ocorreu tendência de aumento da acidez com o aumento da espessura. Guimarães (2014) verificou acidez total titulável da polpa de manga em pó sob diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm); nas temperaturas de 50 e 70

°C e espessuras 1,0 e 1,5 cm constatou-se o mesmo comportamento encontrado para a polpa de pequi em pó.

#### 4.3.11 - Proteínas

Encontra-se, na Tabela 4.16, o valor médio das proteínas dos pós de pequi produzidos em diferentes temperaturas e espessuras da camada da polpa.

**Tabela 4.16** - Valor médio da proteína (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	7,63 aB	8,00 aA	8,17 aA
60	7,19 bB	7,35 bAB	7,51 bA
70	6,86 cC	7,07 cB	7,28 cA
80	5,97 dC	6,25 dB	6,50 dA

DMS para colunas = 0,22%; DMS para linhas = 0,20%; MG = 7,15%; CV = 1,35%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que os valores das proteínas dos pós de pequi variaram de 5,97 a 8,17%, com o maior valor na condição de secagem de 50 °C e com a camada de polpa de 1,5 cm de espessura. Resultados próximos foram encontrados por Medeiros (2009) para o pó de pequi (*Caryocar brasiliense*) obtido da secagem em estufa na temperatura de 60 °C, com teor de proteína entre 6,65 e 7,27%; por Yuyama et al. (2008) para o tucumã desidratado em estufa a 65 °C com valor médio de 6,70%.

Observa-se, em todas as espessuras com aumento da temperatura houve uma diminuição do teor de proteína. Em todas as espessuras se constata que houve tendência de aumento das proteínas. Com o aumento da espessura foi constatado um aumento do teor de proteínas, isso mostra que a espessura do material favorece a desnaturação proteica; logo, a menor espessura de polpa tende a apresentar maior facilidade de desidratação, e, conseqüentemente, maior degradação dos constituintes químicos (proteínas). De acordo com Araújo (2011) a desnaturação de proteínas é definida como alteração da conformação em todas as partes de sua molécula ocasionando a perda de sua atividade biológica e

funcionalidade. Diversos tratamentos são utilizados no processamento de alimento e vários podem provocar a desnaturação da proteína, pois incluem calor, alteração da superfície, alteração do pH e concentrações salinas, desidratação, entre outros. Geralmente, o efeito desnaturante final é provocado pela combinação de diversos fatores, os quais rompem a conformação original da proteína.

Comportamento semelhante ao deste estudo foi evidenciado por Oliveira et al. (2011b) para a jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) desidratada em secador em diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C), até atingir o teor de água de 25%, cujos resultados para o teor de proteína foram de 6,68; 6,52 e 3,33%, respectivamente; e por Dantas (2010) para o abacaxi em pó obtido por leito de espuma nas temperaturas de 60 e 70 °C e espessura da camada de 0,4 cm, com teor de proteína de 2,03 e 1,29%, respectivamente.

#### 4.3.12 – Ácido ascórbico

Está apresentado, na Tabela 4.17, o valor médio do teor de ácido ascórbico (mg/100 g) dos pós de pequi em pó produzidos sob diferentes temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C) além de espessuras da camada de polpa (0,5 ; 1,0 e 1,5 cm).

**Tabela 4.17** - Valor médio do ácido ascórbico (mg/100 g) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	9,46 aA	9,49 aA	9,49 aA
60	9,48 aA	9,45 abA	9,46 aA
70	9,47 aA	9,13 bB	9,50 aA
80	9,49 aA	9,49 aA	9,47 aA

DMS para colunas = 0,35 mg/100 g; DMS para linhas = 0,32 mg/100 g; MG = 9,45 mg/100 g; CV = 1,66%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se que não houve influência significativa do aumento da temperatura de secagem e do aumento da espessura da camada de polpa sobre o teor de ácido ascórbico; comportamento semelhante foi observado por Furtado et al. (2014) avaliando o teor de ácido ascórbico dos pós de abacaxi da variedade Pérola, obtidos por secagem em camada

de espuma nas temperaturas 60, 70 e 80 °C e espessura de 0,2 cm, obtendo valores de 23,02; 23,77 e 24,21 mg/100 g, respectivamente sem, no entanto, mostrar diminuições significativas com elevação da temperatura. De acordo com Dantas (2010) temperaturas mais elevadas podem apresentar maior retenção do ácido ascórbico devido ao menor tempo de secagem, fato que não foi verificado para a polpa de pequi. Contrariamente, Bastos et al. (2005) encontraram, ao analisar o pó de manga obtido por secagem em camada de espuma, nas temperaturas 70 e 85 °C e espessura de 0,5 cm, valores de ácido ascórbico de 7,64 e 8,30 mg/100g, respectivamente; e Furtado et al. (2010) obtiveram, avaliando a seriguela em pó obtida através da secagem em camada de espuma sob diferentes temperaturas (60, 70 e 80 °C), valores de ácido ascórbico no intervalo de 2,38 a 3,87 mg/100 g, com os maiores valores nas temperaturas mais elevadas (70 e 80 °C).

A média geral do ácido ascórbico foi de 9,45 mg/100 g, sendo inferior ao da polpa de pequi integral (13,90 mg/100 g). Esta redução é justificada pela exposição da polpa às temperaturas de secagem que provocam oxidação do ácido ascórbico; neste contexto, Alves (2003) ressaltou que o ácido ascórbico é uma das vitaminas mais sensíveis contidas nos alimentos, é rapidamente destruída pelo calor e pela oxidação e suas perdas dependem do tipo de processamento.

Teores de ácido ascórbico superiores foram relatados por Santana (2013) para os pós de pequi (*Caryocar brasiliense*) secos por aspersão com diferentes agentes carreadores (goma arábica, maltodextrina e dextrina) e em diferentes temperaturas de secagem (140, 152, 170, 188 e 200 °C), com valores entre 113 e 306,5 mg/100 g. Essa discrepância no teor de ácido ascórbico entre esses pós pode ter ocorrido por se tratar de espécies, processos e temperaturas diferentes, além da utilização de agentes carreadores que protegem contra a oxidação do ácido ascórbico.

#### **4.3.13 – Ângulo de repouso**

Verificam-se, na Tabela 4.18, os resultados do valor médio do ângulo de repouso dos pós de pequi obtidos da secagem em diferentes temperaturas e espessuras da camada da polpa.



**Tabela 4.18** – Valor médio do ângulo de repouso (°) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	13,68 bA	13,47 bA	13,43 bcA
60	12,59 cC	13,02 cB	13,60 bA
70	14,33 aB	14,80 aA	14,61 aAB
80	13,39 bA	13,52 bA	13,22 cA

DMS para colunas = 0,34; DMS para linhas = 0,31; MG = 13,64; CV = 1,12%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os valores dos ângulos de repouso dos pós de pequi apresentaram variação entre 12,59 e 14,80°. De acordo com Medeiros et al. (2001) o ângulo de repouso é o ângulo do montante do pó formado com a horizontal no qual o material permanecerá quando empilhado na superfície plana e quanto menor o ângulo de repouso maior é o escoamento do pó; porém, existem fatores que podem influenciar esse parâmetro, a exemplo do teor de água do pó, tamanho das partículas e aglomeração do pó.

Não houve comportamento padrão do ângulo de repouso com o aumento da temperatura de secagem. Observa-se que os maiores resultados foram encontrados na temperatura de 70 °C.

Com relação ao aumento da espessura, constatou-se, nas temperaturas de 50, 70 e 80 °C, tendência de estabilidade e na temperatura de 60 °C uma tendência de aumento.

Ângulos de repouso superiores foram encontrados por Shittu e Lawal (2007) para o cacau em pó com valores variando entre 25 e 37,7°; por Adekunle et al. (2013) para o pó de baobá (*Adansonia digitata* L.) com valores de ângulo de repouso de 37,28 a 40, 6°; por Medeiros et al. (2001) para o pó de abacate, obtido em leito de jorro, com valores de 25 a 35°; por Gomes et al. (2002) para a acerola em pó, obtida pela secagem em leito de jorro na temperatura de 70 °C, com média de 47,22°; por Silva Filho (2012) para o pó de manga Haden, obtido pelo método de secagem em camada de espuma sob diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm), cujos resultados variaram entre 40 e 47°, com o ângulo de repouso aumentando com a elevação da temperatura; diante dos resultados superiores dos ângulos de repouso da literatura, isto serve de indicativo de que

os pós de pequi apresentaram um bom escoamento, além de terem sido confirmados visualmente.

#### 4.3.14 - Densidade aparente

Na Tabela 4.19 tem-se o valor médio da densidade aparente dos pós de pequi obtidos a partir da secagem da polpa em diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada de polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

Conforme Finney et al. (2002) o conhecimento da densidade de pós de polpa de fruta possibilita a determinação da quantidade de pó que pode ser armazenada em determinadas embalagens e como o mesmo pode ser transportado para ser comercializado; todavia, a densidade pode variar conforme a temperatura de obtenção, geometria da partícula e granulometria do pó.

Avaliando o comportamento da densidade com o aumento da temperatura de secagem, observam-se algumas oscilações nos valores, mas com tendência geral de estabilidade. Comportamento diferente foi constatado por Fazaeli et al. (2012) para os pós de amora preta obtidos na secagem por aspersão sob diferentes temperaturas (110, 130 e 150 °C) e com diferentes concentrações de maltodextrina (8, 12 e 16%), com valores variando entre 0,35 a 0,55 g/cm<sup>3</sup> verificando que, com o aumento da temperatura de secagem e da concentração de maltodextrina, houve redução da densidade aparente.

**Tabela 4.19** - Valor médio densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	0,4269 bB	0,4587 abA	0,4658 abA
60	0,4713 aA	0,4270 cB	0,4642 abA
70	0,4314 bA	0,4361 bcA	0,4503 bA
80	0,4380 bB	0,4717 aA	0,4750 aA

DMS para colunas = 0,0227 g/cm<sup>3</sup>; DMS para linhas = 0,0205 g/cm<sup>3</sup>; MG = 0,4513 g/cm<sup>3</sup>; CV = 2,23%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação ao aumento da espessura da camada da polpa nas temperaturas 50 e 80 °C, existe uma tendência de aumento da densidade com o aumento da espessura; e nas temperaturas de 60 e 70 °C tem-se uma tendência à estabilidade.

O valor médio da densidade aparente dos pós de pequi variou entre 0,4269 a 0,4750 g/cm<sup>3</sup>. Santana (2013) encontrou, para pós de pequi, densidade aparente de 0,35 g/cm<sup>3</sup>, para o pó produzido na secagem por aspersão com dextrina, e de 0,42 g/cm<sup>3</sup>, para os pós produzidos com maltodextrina e goma arábica. Essas diferenças entre a densidade aparente do presente trabalho e da literatura podem estar relacionadas com a composição inicial da polpa, tipo de processo de secagem e do uso de adjuvante de secagem.

Valores da densidade aparente próximos foram reportados por Oliveira et al. (2013d) para o pó de morango obtido na secagem por atomização com diferentes agentes carreadores (maltodextrina, goma arábica e capsul) e temperaturas (90 e 180 °C), com médias entre 0,40 e 0,52 g/cm<sup>3</sup>, constatando que o agente carreador influenciou na densidade aparente; por Tonon et al. (2013) para o açaí em pó obtido por meio da secagem por atomização na temperatura de 140 °C utilizando diferentes agentes carreadores (maltodextrina, goma arábica e fécula de mandioca), com valores variando entre 0,37 e 0,48 g/cm<sup>3</sup>, havendo influência do tipo do agente carreador e por Ferrari et al. (2012) para os pós de amora preta, obtidos da secagem por atomização na temperatura de 145 °C e com diferentes agentes carreadores (maltodextrina e goma arábica), com os valores variando entre 0,409 e 0,443 g/cm<sup>3</sup>.

#### **4.3.15 - Densidade compactada**

Na Tabela 4.20 se encontram o valor médio da densidade compactada (g/cm<sup>3</sup>) dos pós de pequi produzidos sob diferentes temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C) e espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

**Tabela 4.20** - Valor médio da densidade compactada ( $\text{g/cm}^3$ ) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura °C	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	0,6308 bB	0,6780 bA	0,6816 bcA
60	0,5866 cC	0,6158 cB	0,6599 cA
70	0,7034 aB	0,7268 aA	0,7382 aA
80	0,5590 dB	0,6971 bA	0,6951 bA

DMS para colunas =  $0,0251 \text{ g/cm}^3$ ; DMS para linhas =  $0,0022 \text{ g/cm}^3$ ; MG =  $0,6643 \text{ g/cm}^3$ ; CV = 1,68%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se que os valores da densidade compactada variaram entre 0,5866 e  $0,7382 \text{ g/cm}^3$ , com os maiores valores encontrados na temperatura de 70 °C. Nota-se que os valores da densidade compactada foram superiores aos da densidade aparente, o que era previsto em razão da redução dos espaços vazios entre as partículas proporcionadas pela compactação dos pós.

Não houve um comportamento padrão da densidade compactada com o aumento da temperatura e com o aumento da espessura existe uma tendência de aumento da densidade compactada.

Resultados próximos da densidade compactada foram evidenciados por Martins (2006) para o pó do óleo de palma refinado obtido por meio da secagem por atomização a 180 °C com adição de maltodextrina, com valores variando de 0,558 a  $0,599 \text{ g/cm}^3$ . Valores inferiores foram quantificados por Fernandes et al. (2014) para o tomate em pó produzido a partir da secagem em camada de espuma da polpa em duas temperaturas (60 e 80 °C) e com diferentes concentrações de albumina (0 e 4,5%) e espessura da espuma de 0,5 cm, com valores na faixa de 0,180 a  $0,454 \text{ g/cm}^3$ , verificando-se que com o aumento da temperatura de secagem houve aumento da densidade compactada e por Santhalakshmy et al. (2015) para os pós de jambolão obtidos através da secagem por aspersão em diferentes temperaturas (140, 145, 150 e 160 °C) e com adição de 25% de maltodextrina, cujos resultados variaram entre 0,38 e  $0,45 \text{ g/cm}^3$ .

#### 4.3.16 – Fator de Hausner

Está apresentado, na Tabela 4.21, o valor médio do fator de Hausner (FH) dos pós de pequi em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada da polpa.

**Tabela 4.21** - Valor médio do fator de Hausner dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura °C	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	0,63 bB	0,68 bA	0,68 bcA
60	0,59 cC	0,62 cB	0,66 cA
70	0,70 aB	0,73 aA	0,74 aA
80	0,56 dB	0,70 bA	0,70 bA

DMS para colunas = 0,03 g/cm<sup>3</sup>; DMS para linhas = 0,03 g/cm<sup>3</sup>; MG = 1,47 g/cm<sup>3</sup>; CV = 1,00%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos variaram entre 0,56 a 0,74. Conforme Santhalakshmy et al. (2015) pós que apresentam fator de Hausner inferiores a 1,2 são classificados como de baixa coesividade, FH entre 1,2 a 1,4 é de coesividade intermediária e FH > 1,4 é considerado de alta coesividade. Neste contexto pode-se afirmar que todos os pós de pequi apresentaram baixa coesividade, isto é, baixa atração entre as partículas o que confere uma facilidade de escoamento, boa fluidez.

Analisando o aumento da temperatura para o fator de Hausner, verifica-se que não houve tendência definida nas diferentes espessuras, com os maiores valores ocorridos na temperatura de 70 °C.

Em relação ao aumento da espessura, constata-se que houve tendência de aumento de FH com o aumento da espessura em todas as temperaturas, indicando que o pó se torna mais coesivo.

De modo geral, os resultados obtidos para o fator de Hausner foram bastante inferiores aos reportados para pós de outras frutas, como Santhalakshmy et al. (2015) que encontraram, para os pós de jambolão produzidos por secagem por atomização, nas temperaturas de 140, 145, 150, 155 e 160 °C adicionada de 25% de maltodextrina valor médio do fator de Hausner de 1,57 a 1,72, tendo verificado tendência de redução do fator

de Hausner com a elevação da temperatura; Souza (2009) para o pó da mistura de umbu e seriguela, da secagem em leito de jorro na temperatura de 70 °C com adição de gordura e oleína de palma, com FH de 1,48 e 1,58, respectivamente; Bhusari et al. (2014) para o pó de tamarindo produzido pelo método de secagem por aspersão na temperatura de 180 °C com adição de diferentes agentes carreadores (maltodextrina, goma arábica e concentrado proteico de leite), obtendo FH na faixa de 1,3 a 1,5. Essas diferenças podem ser em razão da composição das frutas, do tipo de processo e se foi adicionado adjuvante de secagem.

#### 4.3.17 - Molhabilidade

Estão apresentados na Tabela 4.22 o valor médio da molhabilidade dos pós de pequi em função das diferentes temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80 °C) e as espessuras da camada da polpa (0,5; 1,0 e 1,5 cm).

Os valores da molhabilidade variaram entre 0,28 e 0,51 g/min, com as maiores médias na temperatura de 50 °C, indicando melhor molhabilidade. Não foi observado um comportamento padrão da molhabilidade com o aumento da temperatura e da espessura.

**Tabela 4.22** - Valor médio da molhabilidade (g/min) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	0,48 aC	0,49 aB	0,51 aA
60	0,48 aA	0,28 dB	0,28 dB
70	0,29 cB	0,34 cA	0,34 cA
80	0,41 bA	0,35 bC	0,35 bB

DMS para colunas = 0,01 g/min; DMS para linhas = 0,01 g/min; MG = 0,38 g/min; CV = 0,74%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Lannes e Medeiros (2003) relataram que os pós com boa molhabilidade leva até 5 min para que 90% da amostra (pó) fiquem imersas na água. Com base nesse relato pode-se afirmar que os pós de pequi apresentam boa molhabilidade, o que favorece uma rápida reconstituição. Caliskan e Dirim (2016) afirmaram que a molhabilidade é a capacidade que uma massa de pó tem para penetrar em um líquido, sendo favorecido por meio das forças

capilares. Conforme Santana (2013) o umedecimento dos pós influencia na sua dispersão dos mesmos, sendo que o tamanho da partícula e a temperatura de secagem são fatores que refletem diretamente no tempo de molhabilidade.

Resultados de molhabilidade no mesmo intervalo desse estudo foram encontrados por Endo et al. (2007) para pós de macacujá secados por atomização com valores de 0,26 a 0,51 g/min e valor inferior foi quantificado por Gomes et al. (2002) para o pó de acerola em pó obtido na secagem em leito de jorro na temperatura de 70 °C, com média de 0,1806 g/min.

O valor médio de molhabilidade superior ao do presente estudo foi encontrado por Santana (2013) para o pó de pequi, obtido pelo processo de secagem por aspersão com adição de diferentes agentes carreadores (goma arábica, maltodextrina e dextrina), que variou entre 1,08 e 7,55 g/min. Esses valores tão superiores provavelmente se devem aos adjuvantes de secagem que podem facilitar na molhabilidade dos pós.

#### 4.3.18 – Índice de compressibilidade ou índice de Carr (IC%)

Na Tabela 4.23 tem-se o valor médio do índice de compressibilidade ou índice de Carr (IC) dos pós de pequi em função da temperatura de secagem e da espessura da camada de polpa. Observa-se que os valores de IC variaram entre 19,67 a 40,00%, com as maiores médias observadas na temperatura de 70 °C.

**Tabela 4.23** - Valor médio do índice de compressibilidade (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	32,33 bA	32,33 bA	31,67 bA
60	19,67 dB	30,67 cA	29,67 cA
70	38,67 aA	40,00 aA	39,00 aA
80	21,67 cB	32,33 bA	31,67 bA

DMS para colunas = 1,50%; DMS para linhas = 1,36%; MG = 31,64%; CV = 2,11%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Não foi evidenciada tendência alguma definida do IC com aumento da temperatura e, com o aumento da espessura, tem-se uma estabilidade nas temperaturas de 50 e 70 °C e nas temperaturas de 60 e 80 °C nota-se que entre as espessuras de 1,0 e 1,5 cm não houve diferenças significativas.

O índice de compressibilidade ou índice de Carr mede a capacidade de fluidez de pós. Valores de IC entre 15-20% têm boa fluidez, entre 20-35 pobre fluidez, entre 35-45% fluidez ruim e IC > 45 fluidez muito ruim (SANTHALAKSHMY et al., 2015). De acordo com esta classificação o pó de pequi com boa fluidez foi o produzido a 60 °C com 0,5 cm de espessura e os pós com fluidez ruins foram os produzidos a 70 °C.

Goyal et al. (2015) analisaram pó de óleo de linhaça microencapsulado, obtido através da secagem por atomização na temperatura de 177 °C com adição de concentrado proteico de soro e caseinato de sódio, observando IC no intervalo de 33,82 a 34,57%. Esses valores foram próximos aos dos pós de pequi; uma hipótese para esses altos valores pode ser em razão do elevado teor de gordura dessas amostras, o que dificulta a fluidez.

Valores também próximos de IC foram reportados por Silva (2007) para a ervamate em pó obtida pelo processo de secagem por aspersão na temperatura de 177 °C com adição de dióxido de silício, celulose e maltodextrina, com IC de 28,57 a 34,87%; por Caliskan e Dirim (2016) para o sumac (*Rhus coriaria*) em pó produzido por diferentes processos de secagem (atomização e liofilização) e diferentes concentrações de maltodextrina (20, 25 e 30%), com IC variando conforme o método de secagem, cujos resultados foram de 28,21 a 41,63% (atomização) e de 15,89 a 25,02% (liofilização).

#### 4.3.19 - Solubilidade

Encontra-se na Tabela 4.24 o valor médio da solubilidade dos pós de pequi em função da temperatura de secagem e da espessura da camada de polpa.

A solubilidade dos pós variou entre 81,21 a 89,79%, esta variação pode ter ocorrido em razão do teor de água do pós, do tamanho das partículas, do teor de lipídeos e de outros fatores. Valores de solubilidade próximos foram encontrados por Franco et al. (2016) para o yacon em pó obtido na secagem em camada de espuma sob diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C) e espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm), em que os resultados foram observados para solubilidade dos pós foram na faixa de 80,89 a 84,16% e por Ceballos et al. (2012) para a graviola em pó liofilizada com adição de 18% de maltodextrina, com médias no intervalo de 81,51 a 85,75%.



**Tabela 4.24** - Valor médio da solubilidade (%) dos pós de pequi obtidos em diferentes temperaturas de secagem e espessuras da camada de polpa.

Temperatura (°C)	Espessura da camada (cm)		
	0,5	1,0	1,5
50	87,97 aA	85,87 abB	86,59 bB
60	83,79 bC	86,58 aB	89,79 aA
70	88,37 aA	84,60 bcB	82,77 cC
80	81,21 cC	84,25 cB	89,21 aA

DMS para colunas = 1,41%; DMS para linhas = 1,28%; MG = 85,92%; CV = 0,73%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na literatura foram encontrados valores de solubilidade superiores aos do pequi por Endo et al. (2007) para pós de maracujá obtidos na secagem por aspersão com médias na faixa de 91,88 a 98,21%; por Bezerra (2013) para o pó de morolo liofilizado que foi altamente solúvel com médias de 99,22 a 99,38%; por Costoldi (2012) para os pós de tomate em diferentes temperaturas (65, 75, 85 e 95 °C) e diferentes espessuras (0,2 e 0,3 cm), verificando que o pó de tomate é bastante solúvel, com valores entre 86 e 94% e por Cruz (2013) para a goiaba em pó, obtida por secagem em camada de espuma em diferentes temperaturas (60, 70 e 80 °C) com médias entre 88,11 a 90,12%.

Observa-se que o aumento da temperatura de secagem não foi o fator determinante na solubilidade dos pós, em razão dos resultados não apresentarem um comportamento definido; já com relação ao aumento da espessura foi constatado que nas temperaturas de 60 e 80 °C houve aumento da solubilidade com o aumento da espessura e nas temperaturas de 50 e 70 °C ocorreu tendência de redução.

Os pós de polpa de frutas, para serem utilizados como ingredientes na indústria de alimentos, devem apresentar boa solubilidade e, a capacidade do pó de se dissolver em água é um fator relevante para a sua qualidade. A solubilidade de produtos em pó é o critério mais seguro para avaliar o comportamento do pó em solução aquosa (CRUZ, 2013; FERNANDES et al., 2014; JAYASUNDERA et al., 2011). A solubilidade do pó também está associada a fatores como condições de secagem (temperatura do ar de secagem) e teor de água e pós com baixo teor de água apresentam boa solubilidade. Souza et al.(2015)

observaram, estudando polpa de uva em pó, que os pós obtidos em temperatura elevadas apresentaram menor teor de água e, conseqüentemente, maiores solubilidades.

#### 4.4 - Seleção do pó

Para a escolha do pó foram tomados, por base, principalmente o valor do rendimento e carotenoides totais; desta forma constatou-se que o pó selecionado foi na condição de secagem de 70 °C e espessura da camada da polpa com 0,5 cm.

##### 4.4.1 - Análise microbiológica do pó selecionado

Na Tabela 4.25 se encontram os resultados da caracterização microbiológica da polpa de pequi em pó (condição de secagem: 70 °C; 0,5 cm).

**Tabela 4.25** - Caracterização microbiológica do pó de pequi.

Parâmetros analisados	Resultado	Padrão
Contagem de bactérias coliformes a 35 °C (NMP/g)	0,0	Máx.1/g
Contagem de bactérias coliformes a 45 °C (NMP/g)	0,0	Máx.1/g
Bolores e Leveduras (UFC/g)	0,0	Máx. 5 x 10 <sup>3</sup> /g
<i>Salmonella</i> sp. (25 g)	Ausência	Ausência

Verifica-se que o pó de pequi apresentou contagens inferiores às estabelecidas pela RDC N° 12 (BRASIL, 2001). Esses resultados corroboram com a abordagem de Fellows (2006), que afirma que a desidratação de alimentos permite que o produto tenha sua vida de prateleira prolongada, haja vista que reduz consideravelmente sua atividade de água, criando condições desfavoráveis para o crescimento de micro-organismos no produto e pela quase total eliminação de suas atividades metabólicas.

As análises microbiológicas do pequi em pó evidenciaram a ausência de coliformes totais e termotolerantes, caracterizando-os como matéria-prima própria para o consumo humano e, conseqüentemente, para a elaboração de subprodutos, a exemplo do condimento à base de pó de pequi. Com relação ao crescimento de bolores e leveduras nota-se que não houve desenvolvimento desses microrganismos para a amostra analisada. Foi detectada ausência de *Salmonella* sp. em 25 g da amostra de pó analisada; portanto, o pó de pequi se

encontra dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação vigente para a polpa de fruta desidratada (BRASIL, 2001).

No pó de pequi não foi detectada presença de coliformes a 35 °C (coliformes totais) e de coliformes a 45 °C (coliformes termotolerantes), sendo um indicativo para a produção de pó em boas condições de higiene, manuseio e processamento adequado. Conforme Zanatta et al. (2010) a presença desses micro-organismos pode não significar contaminação direta de origem fecal mas, sim, oriundos de uma manipulação inadequada. Batista et al. (2014) avaliaram microbiologicamente banana passa orgânica, secas a temperatura de 65 °C, sendo constatado que não houve o crescimento de coliformes (totais e termotolerantes). Yuyama et al. (2008) não observaram, avaliando a qualidade microbiológica do tucumã em pó, desidratado na temperatura de 60 °C, apontam crescimento de coliformes totais e fecais. As polpas de frutas quando transformadas em pó, resistência ao desenvolvimento de microrganismos, pois se pode, no processo de desidratação obter pós com teor de água bastante reduzidos e ainda eliminar alguns micro-organismos sobreviventes oriundos da matéria-prima e processamento.

No pó de pequi não houve crescimento de bolores e leveduras. Este resultado era previsto, de vez que o pó de pequi possui baixo teor de água (1,77%) e, em contrapartida, atividade de água inferior a 0,60. De acordo com Azeredo (2004) em alimentos com atividade de água inferior a 0,60 geralmente não ocorre a proliferação de micro-organismos, embora eles possam sobreviver. Segundo Franco e Landgraf (2003) a presença de bolores e leveduras é um indicativo de deterioração em alimentos podendo colocar em risco a saúde do consumidor devido à produção de micotoxinas produzidas por algumas espécies de bolores. Na RDC nº 12 (BRASIL, 2001) não existem valores de bolores e leveduras para polpa de frutas dessecadas; entretanto, esta análise é relevante tendo em vista que são micro-organismos indicadores da qualidade do alimento e para a segurança dos consumidores. Comportamento condizente também foi reportado por Breda (2011) ao verificar a ausência de bolores e leveduras em guaravira em pó; resultado contrário foi verificado por Pio (2014) avaliando a qualidade do pó de caju liofilizado, constatando a presença de bolores e leveduras na ordem de  $1,2 \times 10^4$ , demonstrando falha na higiene, durante o processamento ou no acondicionamento do pó.

Com relação ao parâmetro microbiológico *Salmonella* constatou-se que para o pequi em pó, que não foi verificada a presença desse microrganismo. A ausência de contaminação por *Salmonella* sp. também foi evidenciada por Moreira et al. (2011) para o pó de cupuaçu e por Costa et al. (2013) para o pó de maracujá.

De modo geral, o pó de pequi obtido na temperatura de 70 °C com espessura da camada da polpa de 0,5 cm se encontra dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente; desta forma, pode ser inserido na elaboração de condimento sem causar danos à saúde do consumidor.

#### 4.5 – Avaliação da alteração da cor durante a secagem do pó selecionado

Na Tabela 4.26 apresenta-se o valor médio dos parâmetros da cor e da polpa de pequi durante a secagem a 70 °C com 0,5 cm de espessura, demonstrada através das leituras dos parâmetros luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (+a\*) e intensidade de amarelo (+b\*), H\* (ângulo Hue ou tonalidade), croma (C\*) (Grau de pureza: 0 – cor impura e 60 – cor pura) e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ). Os dados da cor foram avaliados para a melhor condição de secagem (temperatura de 70 °C e 0,5 cm) até 820 min.

**Tabela 4.26** - Valor médio dos parâmetros da cor da polpa de pequi durante a secagem (70 °C e 0,5 cm de espessura).

Tempo (min)	L*	+a*	+b*	H*	C*	$\Delta E^*$
0	58,29	3,54	25,86	219,33	26,09	0
10	47,50	3,94	26,20	199,52	26,50	10,80
20	46,49	3,79	27,44	217,03	27,70	11,90
30	46,17	4,65	29,44	189,95	29,80	12,68
60	40,98	6,78	33,58	148,56	34,25	19,22
90	39,12	7,68	33,86	132,33	34,72	21,18
120	36,96	8,07	32,75	121,68	33,72	22,86
180	34,00	8,15	30,21	111,26	31,29	25,10
240	33,45	8,15	30,21	111,26	31,29	25,63
300	32,97	6,89	35,99	156,76	36,63	27,47
360	31,98	8,25	38,82	141,17	39,69	29,70
480	30,11	8,41	38,68	137,91	39,58	31,34
600	31,88	8,48	37,92	134,20	38,85	29,44
720	31,66	8,45	37,02	131,43	37,97	29,29
820	31,53	8,36	36,73	131,84	37,66	29,27

O parâmetro luminosidade ( $L^*$ ) variou de 58,29 a 31,53, diminuindo com o tempo de secagem indicando que a amostra foi escurecendo com o tempo. Percebe-se que no final da secagem e a partir do tempo de 360 min, houve tendência à estabilidade da luminosidade. Conforme Rocha et al. (2014) o processamento e a temperatura de secagem podem favorecer a degradação dos constituintes presentes, provocando escurecimento do material (polpa).

A mudança de coloração dos alimentos pode ser alterada devido às reações de oxidação dos constituintes presentes, reações enzimáticas e não enzimáticas passíveis de provocar o escurecimento do alimento (SANTANA, 2013). Essas reações degradam os compostos presentes nos alimentos, dentre eles os compostos bioativos (carotenoides e antocianinas), favorecendo a formação de pigmentos responsáveis pela perda da cor (BERMEJO-PRADA e OTERO, 2016).

Nota-se que o parâmetro de intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) aumentou gradativamente à medida que aumentou o tempo de secagem da polpa de pequi, os resultados obtidos para este parâmetro foram na faixa de 3,54 a 8,41. Este comportamento foi devido ao escurecimento da polpa. Com relação à intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) também houve tendência de aumento com o tempo de secagem cujos valores variaram entre 25,86 a 38,82, indicando que a cor amarelada se intensificou.

Observando os valores do ângulo Hue, o pequi em pó apresentou cor amarelada, uma vez que os resultados variaram entre 219,33 a 131,43°, com o aquecimento provocando a formação de cor mais amarelada ao longo do tempo de secagem. De acordo com Machado (2011) a classificação da cor para este parâmetro consiste em: vermelho (0°), amarelo (90°), verde (180°) e azul (270°).

Para a cromaticidade ( $C^*$ ) observa-se que houve aumento com o tempo de secagem e os resultados obtidos ao longo da cinética de degradação foram na faixa de 26,09 a 39,69. De acordo com Canuto et al. (2010) este parâmetro está relacionado à intensidade da cor, quando o valor de croma apresentar valor elevado a cor do material se mostra mais viva e valores baixos a cor parece mais opaca. Comportamento semelhante ao deste estudo foi identificado por Rodrigues et al. (2013) que também observaram aumento da cromaticidade do azeite de pequi na temperatura de 180 °C no tempo 0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 min, no qual os valores variaram de 24,17 a 30,72.

Para a coordenada  $\Delta E^*$ , que consiste na variação entre a cor da amostra inicial e a cor final, a cor da polpa de pequi submetida ao processo de secagem apresentou alteração da cor característica pois os valores observados variaram de 0 a 31,34. De acordo com

Adekunte et al. (2010) a variação da cor pode ser classificada como muito diferente ( $\Delta E > 3$ ), diferente ( $1,5 < \Delta E < 3$ ) e pouco diferente ( $\Delta E < 1,5$ ); todavia, constatou-se que, com aumento do tempo de secagem ocorreu uma diferença considerável da cor. Observou-se que a partir do tempo de secagem de 600 min, houve uma estabilidade da cor. Resultados próximos ao encontrados durante os 30 min iniciais de secagem da polpa de pequi foram encontrados por Talens et al. (2002) constataram, estudando a variação total da cor de kiwis desidratados na 30 °C sob diferentes solução de sacarose (35, 45, 55 e 65 °Brix), valores de  $\Delta E^*$  em torno de 11 a 18. Nóbrega et al. (2014) estudaram a cor do resíduo de acerola obtido pelo processo de secagem em estufa em diferentes temperaturas (60, 70 e 80 °C) e velocidade de ar (4, 5 e 6 m/s), com os valores obtidos para diferença da cor variando entre 13,1 a 18,6. Valores próximos aos encontrados nos períodos intermediários da secagem (60 a 120 min) foram evidenciados por Azevêdo (2014) avaliando o resíduo de camu-camu liofilizado e desidratado por secagem convectiva (50 e 80 °C) com os valores de variação total da cor de 18,63; 21,40 e 22,26, respectivamente. Moraes (2014) avaliando o pó de caju obtido pelo processo de secagem por atomização, obteve para a variação total da cor valores de 18,51 a 22,01.

De modo geral, constatou-se decréscimo dos parâmetros  $L^*$ ,  $H^*$  e um aumento de  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  e  $\Delta E$  ao longo do tempo de secagem da polpa de pequi condição de secagem (70 °C e 0,5 cm). A degradação observada durante o tempo de secagem foi evidenciada por meio dos valores de luminosidade ( $L^*$ ) que mostraram um escurecimento e o aumento dos valores de  $\Delta E$  que condiz que ocorreu variação da cor.

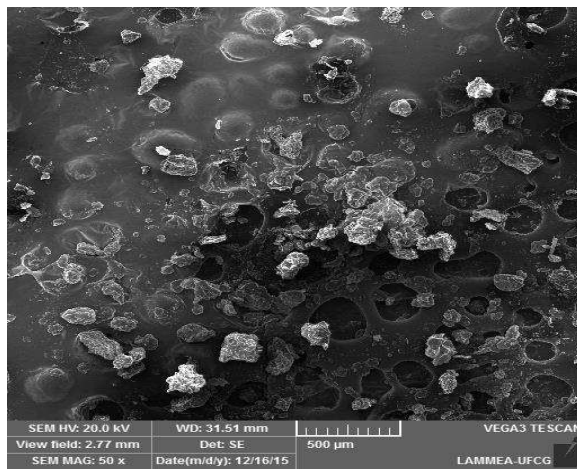
#### **4.6 – Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Na Figura 4.2 tem-se as imagens do pó de pequi selecionado realizadas no microscópio eletrônico de varredura com diferentes aumentos (50, 100, 200, 300, 400 e 500 vezes).

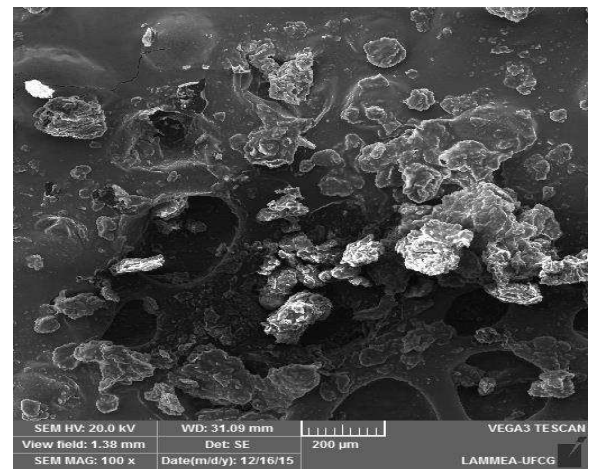
De acordo com a Figura 4.2, o pó de pequi apresentou partículas aglomeradas, porosas, com formato irregular e desuniforme. Essas características são, possivelmente, decorrentes do tipo de processo de secagem combinado com o modo de trituração da polpa seca, temperatura de secagem e da composição nutricional.

O processo de secagem em estufa sem adição de adjuvantes favorece a desuniformidade das partículas do pó obtido, além de que o tamanho das mesmas pode ter sido influenciado pelo processo de trituração tendo em vista que é diretamente influenciado

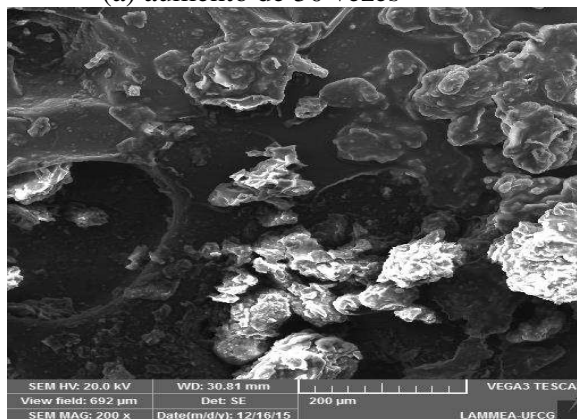
pelo teor de água do pó. Características morfológicas semelhantes foram visualizadas por Pinto (2012) para os pós do extrato da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtidos por meio da secagem em camada de espuma em diferentes temperaturas (60, 70, 80 e 90 °C), tendo sido constatadas características morfológicas com estruturas desuniformes e ainda com cavidades nos pós de todas as temperaturas e por Franco et al. (2016) para os pós de yacon obtidos pelo processo de secagem em camada de espuma sob diferentes temperaturas (50, 60, 70 °C) e espessuras (0,5 e 1,5 cm), sendo observado pós com estruturas porosas e irregulares.



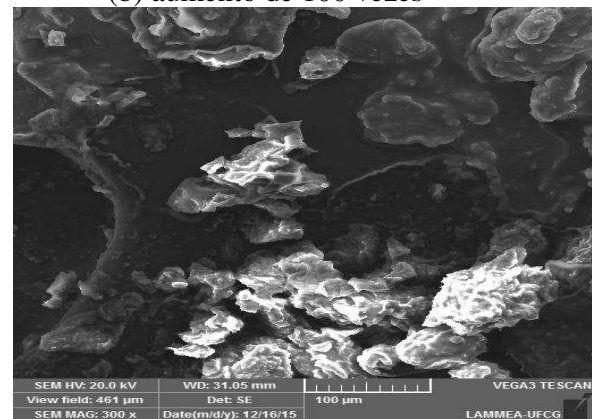
(a) aumento de 50 vezes



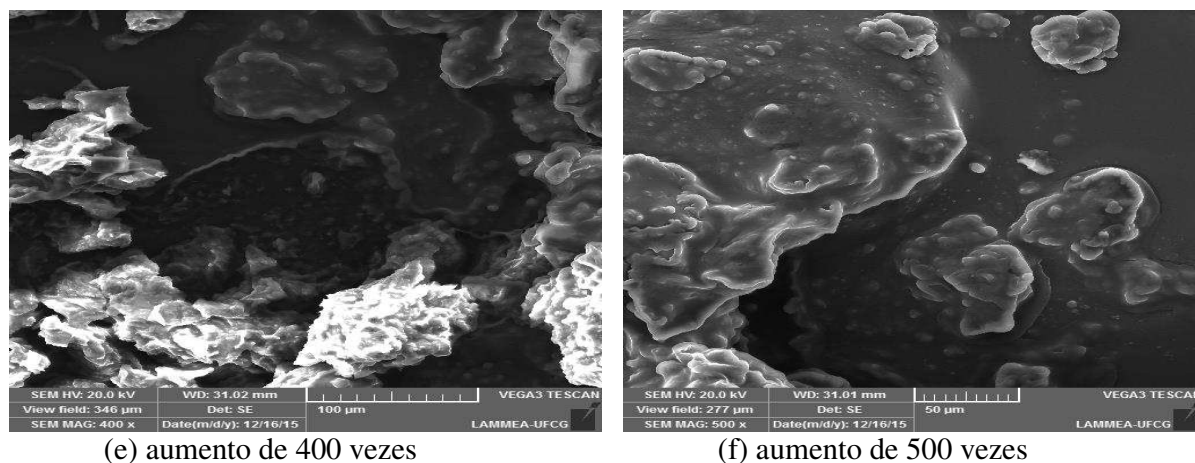
(b) aumento de 100 vezes



(c) aumento de 200 vezes



(d) aumento de 300 vezes



**Figura 4.2** - Morfologia do pó de pequi da melhor condição de secagem.

O pó de pequi apresentou partículas aglomeradas; este fenômeno da aglomeração ocorre devido à presença de partículas com formatos pequenos, as quais se unem conforme as características químicas, físicas e físico-químicas dos pós; comportamento este semelhante ao encontrado por Alves (2007) para o pó de pequi obtido por meio da liofilização com diferentes tratamentos (sacarose e álcool), no qual se observou que as partículas do pó com adição da sacarose apresentaram aglomeração, devido à presença dos açúcares os pós se tornaram mais higroscópicos e, conseqüentemente, as partículas apresentaram características pegajosas e por Sousa et al. (2015) para a atemoia em pó obtida por secagem por aspersão que também apresentou partículas com aglomeração.

Pós com características morfológicas diferentes foram visualizados por Santana (2013) para o pó de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) microencapsulado, apresentando formato de esfera lisa com diferentes tamanhos; por Carvalho et al. (2016) para o pó do extrato da polpa de jussara produzido com diferentes concentrações de maltodextrina cujas partículas apresentaram formato de esfera e com tamanhos irregulares; por Islam et al. (2016) para o pó de laranja obtido da secagem com diferentes concentrações de maltodextrina, em que constataram partículas de formato esférico e com diferentes tamanhos, sendo evidenciado que a concentração de maltodextrina e a temperatura de secagem influenciam no formato da partícula; por García-Cruz et al. (2013) para os pós de pitaia oriundos da secagem por atomização (130 e 170 °C), apresentando formato de esferas aglomeradas, com uma estrutura interna oca.

Otálora et al. (2016) afirmaram que pós com características esféricas, aglomeradas devem ser decorrentes do processo de secagem, em virtude do encolhimento do material promovido durante a secagem.



#### 4.7 - Isotermas de adsorção de água do pó de pequi selecionado

As isotermas de adsorção de água foram determinadas apenas no pó de pequi selecionado produzido na temperatura de secagem de 70 °C e com espessura da camada de polpa de 0,5 cm.

Na Tabela 4.27 tem-se os parâmetros de ajuste dos modelos de GAB, Peleg e Oswin ajustados às isotermas de adsorção de água do pó de pequi selecionado nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os desvios percentuais médios (P).

**Tabela 4.27** - Parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin ajustados às isotermas de adsorção de água do pó de pequi selecionado.

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros			$R^2$	P (%)	
		$X_m$	C	K			
GAB	20	1,1846	127,8250	1,0383	0,9942	5,39	
	30	2,0150	3,1879	0,9719	0,9979	2,77	
	40	1,9418	13,6860	0,9762	0,9980	3,10	
	Temperatura (°C)	Parâmetros				$R^2$	P (%)
		$K_1$	$n_1$	$K_2$	$n_2$		
Peleg	20	0,1702	0,3696	0,1702	0,3696	0,8774	9,05
	30	0,1787	0,3414	0,1787	0,3414	0,7568	3,61
	40	0,1851	0,3164	0,1851	0,3164	0,7700	6,23
	Temperatura (°C)	Parâmetros		$R^2$	P (%)		
		A	B				
Oswin	20	3,2614	0,6682	0,9851	18,80		
	30	3,0518	0,7297	0,9963	15,18		
	40	3,2611	0,7153	0,9960	14,81		

Observa-se que o modelo de GAB foi, dentre os testados, o que melhor se ajustou aos dados das isotermas de adsorção de água do pó de pequi nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, apresentando os maiores coeficientes de determinação ( $R^2 > 0,98$ ) e os menores desvios percentuais médios ( $P < 6\%$ ); o modelo de Peleg apresentou  $P < 10\%$  e  $R^2 > 0,74$ , apesar de ter apresentado os menores  $R^2$  ainda pode ser utilizado para predizer as isotermas de adsorção do pó de pequi nas temperaturas estudadas e o modelo de Oswin apresentou P

$> 10\%$  e  $R^2 > 0,97$ , apesar de altos valores de  $P$  compensam-se os desvios com os altos  $R^2$  sendo assim este modelo também pode ser usado para estimar as isotermas do pó de pequi.

Bons ajustes ao modelo de GAB também foram verificados para as isotermas de adsorção de água a 25 °C por Santana (2013) para o pó de pequi microencapsulado com goma arábica, maltodextrina e dextrina apresentando valores de  $R^2 > 0,97$  e  $P < 3,3\%$ ; e por Alves (2007) para o pó de pequi liofilizado com  $R^2 = 0,98$  e  $P = 3,93$ .

Na literatura existem vários trabalhos que mostram que o modelo de GAB pode prever satisfatoriamente as isotermas de adsorção de água de pós de frutas, como no estudo reportado por Paglarini et al. (2013) para as isotermas do pó da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) variedade manteiga nas temperaturas 20, 30, 40 e 50 °C, com  $R^2 = 0,99$  e  $P < 3,7\%$ ; por Medeiros et al. (2006) para as isotermas dos pós de cupuaçu e de cacau, nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C constatando  $P$  na faixa de 3,48 a 4,92% para o cupuaçu e de 0,94 a 1,10% para o cacau; por Pena et al. (2010) para as isotermas de adsorção do pó de açaí nas temperaturas 10, 20 e 30 °C apresentando  $P < 12\%$  e  $R^2$  em torno de 0,99 e por Sormoli e Timothy (2015) para as isotermas do pó de laranja nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C, com  $R^2 > 0,98$  e  $P < 6,17\%$ .

Avaliando o parâmetro  $X_m$  (teor de água na monocamada molecular) do modelo de GAB verifica-se que os resultados obtidos não apresentaram comportamento definido com o aumento da temperatura variando entre 1,1846 a 2,0150% (b.s.). O parâmetro  $X_m$  corresponde à quantidade de água fortemente adsorvida em locais específicos na superfície de alimentos e é considerado como um valor ótimo para assegurar a estabilidade dos alimentos (GABAS et al., 2007). Em concordância com esta afirmação, produtos em pó com elevados valores de  $X_m$ , podem ter sua estabilidade comprometida. O valor de  $X_m$  indica que o produto apresenta maior concentração de constituintes com afinidade por moléculas de água (SILVA et al., 2008a). Resultados próximos de  $X_m$  foram encontrados para o pó de pupunha nas isotermas de adsorção de água nas temperaturas de 15 e 35 °C com valores de 1,56 e 1,83% (b.s.) respectivamente (FERREIRA e PENA, 2003).

Valores de  $X_m$  inferiores foram relatados por Gabas et al. (2007) das isotermas de adsorção de água do pó de abacaxi, nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C, com valores entre 0,146 a 0,166 (b.s.); por Moreira et al. (2013) para as isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada nas temperaturas de 25, 30 e 35 °C, com valores de 0,1171 a 0,1360 (b.s.); por Matta (2013) para as isotermas de sorção de micropartículas de óleo de pequi, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, com  $X_m$  no intervalo de 0,3739 a 0,4422% (b.s.).

Os valores da constante C do modelo de GAB para o pó de pequi não seguiram nenhuma tendência, apresentando resultados entre 3,1879 a 127,8250 nas temperaturas avaliadas. Conforme Gabas et al. (2007) o que favorece o aumento dos valores da constante C são as baixas temperaturas em razão de favorecerem a força de interação entre adsorvato-adsorvente.

Da mesma forma, os valores da constante K do modelo de GAB, não apresentaram uma tendência definida com o aumento da temperatura, variando de 0,9719 a 1,0383. O parâmetro K representa o fator de correção das propriedades das moléculas na multicamada com relação ao volume do líquido (ALEXANDRE et al., 2007). Resultados de K inferiores foram encontrados por Alcântara et al. (2009) para as isotermas do pedúnculo do caju em pó nas temperaturas de 25, 30, 35 e 40 °C, cujos valores se mantiveram entre 0,8886 a 0,9180.

Oliveira et al. (2014) constataram, para as isotermas dos pós de cajá na temperatura de 25 °C, valores do parâmetro C do modelo de GAB de 3,7070 para o pó de cajá integral e de 0,6383 para o pó cajá contendo 17% de maltodextrina e para o parâmetro K resultados entre 0,9965 e 0,8338.

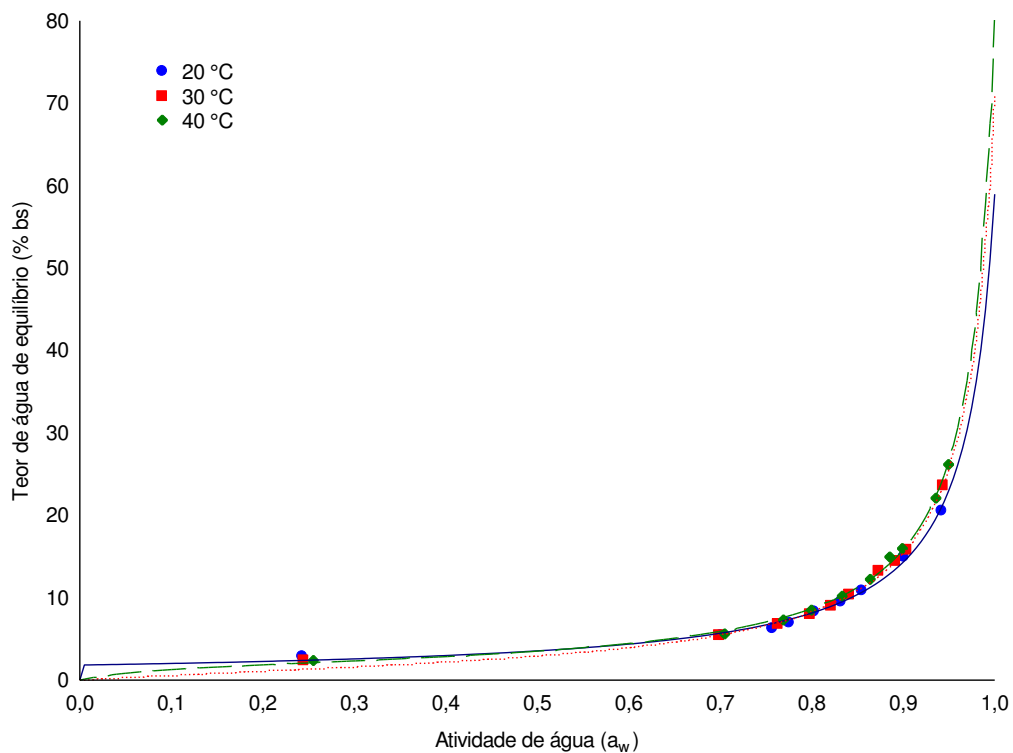
Analisando os parâmetros de C e K do modelo de GAB, constata-se que em todas as temperaturas  $K < 1$  e  $C > 2$  o que, de acordo com Blahovec (2004) classifica as isotermas de adsorção do pó de pequi como Tipo II, nesta classificação geralmente as curvas tem formato sigmoidal com ponto de inflexão. As isotermas de adsorção de água do Tipo II também foram classificadas para o pó de borojó adicionado de goma arábica (RODRÍGUEZ-BERNAL et al., 2015); para o pó de pequi liofilizado (ALVES, 2007); para o pó de tamarindo (MUZAFFAR e KUMAR, 2016); para o mix em pó composto de polpa de manga cv. Tommy Atkins, leite desnatado e maltodextrina (HIGUITA et al., 2013) e para as microcápsulas de óleo de pequi (MATTA, 2013).

Pode-se observar, com relação ao modelo de Peleg que os parâmetros de ajuste  $K_1$  e  $K_2$  variaram na faixa de 0,1702 a 0,1851, sendo evidenciado um aumento com a elevação da temperatura e para os parâmetros  $n_1$  e  $n_2$  ocorreu uma variação entre 0,3696 a 0,3164, sendo este reduzido com o aumento da temperatura. Galdino (2012) encontrou, estudando isotermas de fatias de manga-passa seca, bons ajustes aos dados experimentais ao modelo de Peleg, sendo apresentando valores bastante superiores aos deste estudo.

Para o modelo de Oswin foi constatado para o parâmetro que apresentou valores entre 3,0518 a 3,2614 e para o parâmetro b o resultado foi da faixa de 0,6682 a 0,7297. Conforme Blahovec (2004) no modelo de Oswin os valores devem ser para  $a > 0$  e  $1 > b >$

0, estando esta afirmação em consonância com o pó de pequi. Alves (2007) avaliou as isotermas da polpa de pequi liofilizada certificando-se de que o modelo de Oswin se ajustou bem aos dados experimentais, com os parâmetros deste modelo (a e b) sendo inferiores ao encontrados no presente trabalho.

Na Figura 4.3 se encontram as isotermas de adsorção de água nas temperaturas 20, 30 e 40 °C com ajuste pelo modelo de GAB, considerado o melhor modelo para estimar as isotermas. A forma das isotermas depende da composição físico-química dos alimentos (gordura, amido, açúcar, proteínas etc.) (PARK et al., 2008). No apêndice D tem-se as isotermas de adsorção de água, em diferentes temperaturas, do pó de pequi e com ajustes pelo modelo de Peleg e Oswin.



**Figura 4.3** - Isoterma de adsorção de água, em diferentes temperaturas, do pó de pequi selecionado com ajustes pelo modelo de GAB.

Observa-se que, nas três temperaturas, as isotermas do pó de pequi ficaram muito próximas, notando-se um pequeno distanciamento apenas da isoterma a 20 °C em  $a_w$  maiores que 0,9.

Verifica-se que o teor de água de equilíbrio aumentou gradativamente com o aumento da atividade de água, com valores de atividade de água experimentais variando

entre 0,243 e 0,941. O maior teor de água de equilíbrio foi observado na temperatura de 40 °C, cujo valor foi de 22,01% (b.s.).

É indispensável o conhecimento da atividade de água do produto em razão de que, quanto maior a atividade de água mais predisposto estará ao ataque de micro-organismos (PAGLARINI et al., 2013). A água presente no sistema é fator relevante e esta quantidade de água está relacionada com o meio, através de duas variáveis, o teor de água e a atividade de água (ALCÂNTARA et al., 2009).

A atividade de água dos alimentos pode indicar o quanto o alimento é susceptível à deterioração, de modo que os micro-organismos tendem a se desenvolver em atividades de 0,90 a 0,99. No caso de leveduras e fungos miceliais crescem em meios com atividade de água entre 0,86-0,88. Alguns fungos filamentosos podem crescer em meio com atividade de água de até 0,80; todavia, alguns microrganismos ainda registem a baixas atividades de água (FEREIRA NETO et al., 2005).

O conhecimento da atividade de água de um alimento é fundamental para o conhecimento das isotermas de sorção. Conforme Dias (2013), cada material possui uma isoterma de sorção característica para cada temperatura. As diferentes formas das isotermas de sorção se devem às diferenças na estrutura física, composição química e capacidade de retenção de água no material.

#### **4.8 - Armazenamento do pó de pequi selecionado**

Das análises de variância verificou-se, para os fatores avaliados (temperatura e tempo de armazenamento) que durante o armazenamento houve efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F para a interação entre os fatores para todos os parâmetros, exceto para os lipídeos e acidez cujos valores permaneceram constantes até o final do armazenamento.

##### **4.8.1 – Teor de água**

Na Tabela 4.28 é apresentado o valor médio do teor de água (%) do pó de pequi em função da temperatura e do tempo de armazenamento.

Nota-se que nas duas temperaturas avaliadas o teor de água aumentou significativamente com o tempo de armazenamento demonstrando que a embalagem não foi eficiente na manutenção do teor de água em razão de ter ocorrido absorção de água pelas

amostras. Resultado semelhante foi verificado para o figo-da-índia em pó armazenado durante 40 dias nas temperaturas de 25 e 40 °C e umidade relativa média de 83% (GALDINO et al., 2016) e a acerola em pó armazenando em temperatura ambiente durante 60 dias, obtida através da secagem em leito de jorro com adição de 10% de maltodextrina (GOMES et al., 2004).

**Tabela 4.28** - Teor de água do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	1,54 gA	1,54 gA
15	1,87 fB	1,91 fA
30	2,16 eB	2,53 eA
45	2,61 dB	2,84 dA
60	3,50 cB	3,62 cA
75	3,78 bB	3,84 bA
90	4,43 aB	4,77 aA

DMS para colunas = 0,002%; DMS para linhas = 0,01%; MG = 2,92%; CV = 0,29%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Supõe-se que o fator que pode ter contribuído para a elevação do teor de água tenha sido o fato da embalagem não ter sido selada a vácuo para a retirada do oxigênio que estivesse retido no momento do lacre.

Na temperatura de 25 °C o teor de água variou entre 1,54 e 4,43% e na temperatura de 35 °C entre 1,54 e 4,77%, constatando-se que aos 90 dias o teor de água ainda era baixo (<5%).

Analisando o teor de água das amostras entre as duas temperaturas (25 e 35 °C) constata-se, em todo o período, que houve diferença estatística entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, com os maiores valores ao longo do armazenamento observados na temperatura de 35 °C.

A capacidade que um alimento tem de ganhar água depende principalmente da composição química e das condições de temperatura e umidade relativa do local do armazenamento (ARLINDO et al., 2007).

#### 4.8.2 – Acidez total titulável

Na Tabela 4.29 se encontra o valor médio da acidez total titulável do pó de pequi durante o armazenamento em função da temperatura e do tempo.

**Tabela 4.29** - Valor médio da acidez total titulável (% ácido cítrico) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	0,61 bA	0,61 bA
15	0,61 bA	0,61 cB
30	0,61 bA	0,61 bA
45	0,61 bA	0,61 bA
60	0,61 bA	0,61 bA
75	0,61 bA	0,61 bA
90	0,64 aB	0,65 aA

DMS para colunas = 0,004% ácido cítrico; DMS para linhas = 0,003% ácido cítrico; MG = 0,61% ácido cítrico; CV = 0,39%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se, nas duas temperaturas avaliadas, que a acidez total titulável do pó de pequi apresentou-se constante até o tempo de 75 dias de armazenamento, sendo observado um pequeno aumento apenas no último tempo de armazenamento (90 dias) em relação aos demais. Resultados divergentes foram encontrados para o pó de buriti, durante o armazenamento na temperatura de 26 °C e umidade relativa média de 78%, e acondicionado em embalagens de polietileno e laminada, cujos valores da acidez total titulável apresentaram tendência de diminuição ao longo do armazenamento (LOUREIRO et al., 2013) e para o pó de umbu-cajá acondicionado em embalagens laminadas e de polietileno e armazenado por 120 dias sob condições ambientais de laboratório em que foi verificada redução da acidez total titulável ao longo do armazenamento (SILVA et al., 2005).

Os valores da acidez total titulável variaram entre 0,61 e 0,65% de ácido cítrico. A acidez é um importante parâmetro no julgamento do estado de conservação de um produto

alimentício, podendo ser detectado, através da acidez, um processo de decomposição do alimento durante sua estocagem, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, de vez que, geralmente altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio e, por consequência, sua acidez (IAL, 2008).

Entre as temperaturas observa-se igualdade estatística entre as médias da acidez em todo o tempo de armazenamento, exceto aos 90 dias.

#### 4.8.3 – pH

Na Tabela 4.30 está o valor médio do pH do pó de pequi durante o armazenamento em função do tempo e da temperatura.

**Tabela 4.30** - Valor médio de pH do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	5,22 ± 0,01	5,22 ± 0,01
15	5,20 ± 0,01	5,22 ± 0,01
30	5,18 ± 0,00	5,18 ± 0,00
45	5,17 ± 0,00	5,22 ± 0,00
60	5,16 ± 0,00	5,14 ± 0,00
75	5,14 ± 0,00	5,14 ± 0,00
90	5,14 ± 0,00	5,13 ± 0,00

Observa-se, nas duas temperaturas que o pH diminuiu ao longo do armazenamento, com valores variando entre 5,22 a 5,14. No final do armazenamento o pH apresentou, nas duas temperaturas, tendência de estabilidade. Nota-se uma tendência inversa do pH com relação a acidez.

Diante dos resultados constatou-se que o pó de pequi é pouco ácido, com todos os valores obtidos acima de 4,5. Gava et al. (2009) afirmaram que para alimentos pouco ácidos a característica da microbiota é um pouco variada, podendo desenvolver-se bactérias, bolores e leveduras; portanto, para evitar a proliferação de micro-organismos é



preciso acondicionar os alimentos em embalagens adequadas, de modo que desfavoreça seu crescimento.

Comportamento semelhante ao desse estudo foi constatado por Liu et al. (2010) para os pós de tomate obtidos na secagem por pulverização e armazenados nas temperaturas de 0, 25 e 37 °C, por 5 meses, cujos resultados do pH foram reduzidos significativamente ao longo do armazenamento, em todas as temperaturas.

Resultado contrário foi reportado por Alexandre et al. (2014) para o pó de pitanga acondicionado em embalagem laminada, durante o armazenamento em condições ambientais e armazenado durante 60 dias, constatando aumento do pH ao longo do armazenamento e por Galdino et al. (2003) para o pó de umbu, obtido pelo método de secagem em camada de espuma, armazenado em dois tipos de embalagem (laminada e polietileno) em temperatura ambiente durante 60 dias de armazenamento, verificando que o pH do pó de umbu apresentou tendência à estabilidade, no início e no fim para condições estudadas.

#### **4.8.4 – Atividade de água**

Na Tabela 4.31 tem-se os resultados da atividade de água do pó de pequi armazenado durante 90 dias nas temperaturas de 25 e 35 °C e umidade relativa de 75%.

Observa-se que a atividade de água do pó de pequi aumentou significativamente ao longo do armazenamento, nas duas temperaturas. Esse resultado condiz com o comportamento do teor de água sendo um indicativo de que poderia haver troca de umidade através da embalagem e também durante a selagem pode ter ficado vapor d'água retido na embalagem por não ter sido feito em seladora a vácuo; comportamento semelhante foi verificado por Lisboa et al. (2012) para o pó de figo-da-índia em embalagem laminada durante 100 dias de armazenamento nas temperaturas de 25 e 40 °C e umidades relativas de 55 e 83%, com valor médio de atividades de água variando entre 0,311 e 0,460.

**Tabela 4.31** - Valor médio da atividade de água ( $a_w$ ) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	0,260 gA	0,260 gA
15	0,316 fB	0,357 fA
30	0,332 eB	0,378 eA
45	0,341 dB	0,388 dA
60	0,380 cB	0,421 cA
75	0,388 bB	0,428 bA
90	0,430 aB	0,440 aA

DMS para colunas = 0,005; DMS para linhas = 0,004; MG = 0,366; CV = 0,84%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando os valores de  $a_w$  entre a temperatura e tempo verifica-se que os maiores valores foram atingidos na temperatura de 35 °C indicando a influência da temperatura na atividade de água.

Os valores da atividade de água durante o armazenamento variaram entre 0,260 e 0,440, sendo inferiores a 0,6. Segundo Gava et al. (2009) alimentos com atividade de água inferiores a 0,6 são microbiologicamente estáveis, esta  $a_w$  é considerada limitante para o desenvolvimento de micro-organismos.

No final do armazenamento e mesmo com o aumento da atividade de água verificado durante o armazenamento, os valores finais ainda se encontram abaixo de 0,60, garantindo a estabilidade microbiológica e retardando reações enzimáticas e químicas de degradação.

#### 4.8.5 – Ângulo de repouso ( $\theta$ )

Pode-se observar na Tabela 4.32, o valor médio do ângulo de repouso do pó de pequi armazenado nas temperaturas de 25 e 35 °C, além de umidade relativa de 75%.

**Tabela 4.32** – Valor médio do ângulo de repouso ( $^{\circ}$ ) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura ( $^{\circ}$ C)	
	25	35
0	13,79 aA	13,79 aA
15	13,79 aA	13,78 aA
30	13,57 cB	13,68 bA
45	13,62 bA	13,62 cB
60	12,64 dA	12,66 dA
75	12,54 eB	12,66 dA
90	12,45 fA	12,45 eA

DMS para colunas = 0,04; DMS para linhas = 0,02; MG = 13,19; CV = 0,16%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Percebe-se, nas duas temperaturas, que o ângulo de repouso apresentou tendência de diminuição ao longo do armazenamento, com os valores variando entre 13,79 e 12,45 $^{\circ}$ . O ângulo de repouso indica a capacidade de escoamento do pó, pois quanto menor o ângulo de repouso maior é fluidez do pó e com isto se tem um melhor escoamento. Shittu e Lawal (2007) classificam o ângulo de repouso da seguinte forma: ângulo de repouso com boa fluidez (até 35 $^{\circ}$ ); coesividade fraca (35 a 45 $^{\circ}$ ); apresentam coesividade (45 a 55 $^{\circ}$ ) e muitos coesivos (acima de 55 $^{\circ}$ ); verifica-se com base nesta classificação, que o pó de pequi apresentou, durante todo o período do armazenamento e nas condições avaliadas, boa fluidez. Valores de ângulo de repouso de pó superiores foram mencionados por Gomes et al., (2002) quando estudaram a polpa de acerola em pó e encontraram ângulo de repouso de 47,22 $^{\circ}$ . Viana Júnior (2010) observou que o pó de banana madura obtido por secagem em secador de bandejas na temperatura de 55  $^{\circ}$ C e velocidade do ar de 0,7 m/s apresentou ângulo de repouso médio de 30,33 $^{\circ}$ .

#### 4.8.6 – Lipídeos

Na Tabela 4.33 está apresentado o valor médio dos lipídeos (%) do pó de pequi armazenado durante 90 dias em duas temperaturas de 25 e 35  $^{\circ}$ C e na umidade relativa média de 75%.

**Tabela 4.33** - Valor médio dos lipídeos do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	57,84 aA	57,84 aA
15	58,54 aA	57,93 aA
30	58,14 aA	58,17 aA
45	58,19 aA	58,47 aA
60	58,18 aA	58,07 aA
75	57,79 aA	57,70 aA
90	57,79 aA	58,00 aA

DMS para colunas = 0,98%; DMS para linhas = 0,65%; MG = 58,05%; CV = 0,97%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve estabilidade no teor de lipídeos durante o armazenamento nas duas temperaturas, apresentando valores estatisticamente iguais, demonstrando que não houve oxidação dos lipídeos; sendo assim, nota-se que a temperatura e o tempo de armazenamento não interferiram significativamente no teor de lipídeos; logo, para as condições de armazenamento testadas o pó de pequi pode ser armazenado por um período de tempo maior sem ocorrer perda da qualidade com relação ao teor de lipídeos. Comportamento semelhante foi constatado para a farinha de banana prata verde armazenada em embalagens de polietileno tereftalato (PET) na temperatura de 26 °C durante 90 dias de armazenamento, sendo que os lipídeos apresentaram estabilidade ao longo do armazenamento (SANTOS et al., 2010b).

A média geral dos lipídeos do pó de pequi foi de 58,05%, indicando que o pó de pequi é rico em lipídeos.

#### 4.8.7 – Índice de peróxido

Na Tabela 4.34 se apresenta o valor médio do índice de peróxido do pó de pequi, armazenado durante 90 dias nas temperaturas de 25 e 35 °C e a umidade relativa média de 75%.

**Tabela 4.34** - Valor médio do índice de peróxido (meq/kg) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	8,46 dA	8,46 dA
15	9,27 cA	9,41 cA
30	9,94 aA	9,91 abA
45	9,95 aA	9,71 bB
60	9,65 bB	9,99 aA
75	9,90 abA	10,03 aA
90	9,98 aA	10,04 aA

DMS para colunas = 0,26 meq/kg; DMS para linhas = 0,17 meq/kg; MG = 9,62 meq/kg; CV = 1,55%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados do índice de peróxido nas duas temperaturas, observa-se que, de forma geral, houve tendência de aumento com o tempo de armazenamento. O índice de peróxido indica o grau de oxidação do produto ou a rancidez oxidativa (YUYAMA et al., 2008). Índice de peróxido superior a 15 meq/kg detectado em óleo bruto é indicativo de oxidação (FAO, 2003). O índice de peróxido apresentou algumas oscilações que podem ter sido, consequência do método de extração do óleo do pó de pequi, evaporação do solvente utilizado e precisão no momento das análises.

Comportamento adverso foi observado para o tucumã em pó acondicionado em três tipos de embalagens (polietileno, laminada e lata de aço) e armazenados durante 150 dias em temperatura ambiente ( $\cong 24$  °C), não sendo detectados os peróxidos durante o armazenamento, independente da embalagem e temperatura, sendo comprovado que não houve rancificação do pó de tucumã ao longo do armazenamento (YUYAMA et al., 2008).

Dzondo-Gadet et al. (2005) verificaram para o pó de pera africana (*Dacryodes edulis*), obtido por meio de encapsulamento com maltodextrina, armazenado durante 5 semanas nas temperaturas de 4, 20, 30 e 50 °C que o índice de peróxido se manteve constante em torno de 3,2 meq/kg nas temperaturas de 4, 20 e 30 °C e na temperatura de 50 °C a partir da terceira semana de armazenamento o índice de peróxido aumentou permanecendo em torno de 10 meq/kg indicando que a temperatura de armazenamento pode influenciar no índice de peróxido.

#### 4.8.8 - Luminosidade (L\*)

Na Tabela 4.35 tem-se o valor médio do parâmetro de cor, expresso pela luminosidade do pó de pequi, armazenado durante 90 dias sob condições controladas de temperatura (25 e 35 °C) e umidade relativa média de 75%. O valor de L\* indica a claridade do produto, pois quanto maior mais claro o produto será.

Observando os resultados da luminosidade de forma geral, nota-se uma oscilação nos valores durante o armazenamento, sem apresentar tendência definida; este comportamento não definido também pode ser verificado pela pequena variação das médias de L\* que variaram entre 45,26 e 47,50, com um coeficiente de variação menor que 1%.

**Tabela 4.35** – Valor médio da luminosidade do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	46,28 eA	46,28 bA
15	46,72 cdA	46,40 bB
30	47,34 aA	47,50 aA
45	46,94 bcA	45,56 cB
60	47,21 abA	45,26 cB
75	46,42 deA	46,22 bA
90	47,08 abA	45,59 cB

DMS para colunas = 0,35; DMS para linhas = 0,23; MG = 46,48; CV = 0,43%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando os valores entre as temperaturas nota-se em alguns períodos os valores inferiores na temperatura de 35 °C, podendo talvez, indicar uma tendência de escurecimento com o aumento da temperatura.

Resultados contrários foram evidenciados por Juliano et al. (2014) para o pó de camu-camu liofilizado e armazenado a 25 °C durante 150 dias em bolsas de polietileno, nylon e polietileno revestido com camada de alumínio, em que foi constatado que houve

redução da luminosidade com o tempo de armazenamento, indicando escurecimento; e por Muzaffar e Kumar (2016) para o pó de tamarindo armazenado na temperatura de 25 °C com umidade relativa de 45%, acondicionado em três embalagens distintas (polietileno de baixa densidade, polietileno laminado com alumínio e vidro) durante 6 meses, verificando-se redução de L\* ao longo do armazenamento.

#### 4.8.9 – Intensidade de vermelho (+a\*)

Na Tabela 4.36 Tem-se se o valor médio do parâmetro de cor, expresso pela intensidade de vermelho (+a\*) do pó de pequi, armazenado sob condições controladas de temperatura (25 e 35 °C) e umidade relativa (75%), durante 90 dias.

Entre as temperaturas verifica-se que do tempo de 30 dias até o tempo de 90 dias os valores da intensidade de vermelho (+a\*) foram maiores na temperatura de 35 °C, indicando uma possível influência da temperatura.

**Tabela 4.36** - Valor médio da intensidade de vermelho (+a\*) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	9,10 aA	9,10 cA
15	9,09 aA	9,19 bcA
30	9,00 abB	9,34 bA
45	8,82 bB	9,35 bA
60	7,32 dB	9,15 cA
75	7,24 dB	9,89 aA
90	8,06 cB	9,24 bcA

DMS para colunas = 0,18; DMS para linhas = 0,12; MG = 8,84; CV = 1,88%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Avaliando o comportamento de +a\* durante o armazenamento, constata-se que na temperatura de 25 °C existe tendência de redução e na temperatura de 35 °C se nota uma oscilação nos valores com tendência à estabilidade ao longo do armazenamento. A tendência de diminuição de +a\* com o tempo de armazenamento também foi verificada

por Oliveira et al. (2015) para o pó do fruto de mandacaru com maltodextrina (DE=10) acondicionado em embalagens laminadas e armazenado sob condições controladas (25 °C; UR = 57,7%); por Silva Filho (2012) para o pó da manga Haden acondicionado em embalagem laminada flexível e armazenado na temperatura de 25 °C e umidade relativa de 55%; por Galdino et al. (2016a) para o pó de figo da índia armazenado durante 40 dias nas temperaturas de 25 e 40 °C e umidade relativa de 83%, com a diminuição de +a\* evidente nos primeiros períodos de armazenamento. Gomes et al. (2004) verificaram para o pó de acerola armazenado em sacos de polietileno em temperatura ambiente durante 60 dias de armazenamento, valores de +a\* aumentando ao longo do armazenamento.

#### 4.8.10 – Intensidade de amarelo (+b\*)

Na Tabela 4.37 tem-se se o valor médio do parâmetro de cor, expresso pela intensidade de amarelo (+b\*) do pó de pequi, armazenado durante 90 dias sob condições controladas de temperatura (25 e 35 °C) e umidade relativa (75%).

**Tabela 4.37** - Valor médio de intensidade de amarelo (+b\*) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	34,34 abA	34,34 aA
15	34,85 aA	36,00 aA
30	35,43 aA	35,88 aA
45	32,81 bcB	35,47 aA
60	30,74 dB	35,38 aA
75	31,77 cdB	34,59 aA
90	34,12 abB	35,80 aA

DMS para colunas = 1,83; DMS para linhas = 1,20; MG = 34,39; CV = 3,03%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na temperatura de 25 °C os valores de intensidade de amarelo apresentaram tendência à estabilidade com o tempo de armazenamento, apesar de ter apresentado algumas oscilações nos valores verificando-se que entre o tempo inicial e o final do armazenamento os valores foram semelhantes e na temperatura de 35 °C os valores de



intensidade de amarelo ao longo do armazenamento indicaram estabilidade estatística; comportamento semelhante foi observado por Silva et al. (2005) para o pó de umbu-cajá acondicionado em diferentes embalagens (polietileno e laminada) e armazenado durante 60 dias em temperatura ambiente, verificando-se que não houve degradação do parâmetro da intensidade de amarelo pois os valores se apresentaram constantes durante todo o armazenamento e por Loureiro et al. (2013) para o buriti em pó acondicionado em dois tipos de embalagens (laminada e polietileno) durante 90 dias de armazenamento na temperatura de 26 °C e umidade relativa média de 78% verificando que com o tempo de armazenamento, o parâmetro intensidade de amarelo não apresentou nenhuma variação.

Analisando o comportamento da intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) entre as temperaturas, nota-se que houve influência da temperatura nos tempos 45, 60, 75 e 90 dias, observando-se os maiores valores na temperatura de 35 °C. Comportamento diferente foi verificado por Endo et al. (2007) para o pó de maracujá em embalagens laminadas e armazenado em ambientes com 30 e 40 °C e 84% de umidade relativa durante 180 dias, constatando-se que a intensidade de amarelo diminuiu com o tempo de armazenamento; por Ramos et al. (2008) para o abacaxi em pó, acondicionado em diferentes embalagens (polietileno, policloreto de vinilideno) e armazenado em temperatura ambiente (27 °C) durante 75 dias de armazenamento, havendo redução de  $+b^*$  com o tempo;

#### **4.8.11 – Ângulo Hue**

Na Tabela 4.38 tem-se se o valor médio do ângulo hue (tonalidade da cor em graus) do pó de pequi, armazenado durante 90 dias sob condições controladas de temperatura (25 e 35 °C) e umidade relativa (75%).

O ângulo hue é calculado entre  $a^*$  e  $b^*$ , indicando a saturação da cor do material. Para Canuto et al. (2010) os valores de tonalidade cromática próximos ou acima de 70, indicam uma cor amarelada, podendo variar do amarelo ao ligeiramente esverdeado (valores negativos) até um pouco alaranjado (valores positivos de  $H^*$ ).

**Tabela 4.38** - Valor médio do ângulo Hue do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	113,27 bA	113,27 aA
15	114,98 bA	117,58 aA
30	118,12 bA	115,22 aA
45	111,61 bA	113,86 aA
60	126,04 aA	116,01 aB
75	131,72 aA	104,94 bB
90	126,95 aA	116,20 aB

DMS para colunas = 7,20; DMS para linhas = 4,74; MG = 117,13; CV = 3,51%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando os valores do ângulo Hue do pó de pequi entre as temperaturas, observa-se no tempo de 60, 75 e 90 dias, que os valores foram maiores na temperatura de 25 °C.

Nota-se, na temperatura de 25 °C, um aumento do ângulo Hue ao longo do armazenamento e na temperatura de 35 °C o ângulo Hue apresentou tendência à estabilidade ao longo do armazenamento.

Os valores na faixa de 104,94 a 131,72 indicam coloração próxima ao amarelo; comportamento contrário foi reportado por Juliano et al. (2014) para o pó de camu-camu liofilizado e armazenado a 25 °C durante 150 dias em bolsas de polietileno, nylon e polietileno revestido com camada de alumínio, constatando-se tendência de diminuição do ângulo Hue, com os valores variando na faixa de 52,11 a 19,76. As temperaturas utilizadas no armazenamento e a embalagem em que o pó foi acondicionado, ambos são fatores capazes de atuar promovendo alterações na cor original da amostra.

#### 4.8.12 - Cromaticidade (saturação da cor)

Na Tabela 4.39 está apresentados o valor médio da cromaticidade (saturação da cor) do pó de pequi, armazenado durante 90 dias em condições controladas de temperatura (25 e 35 °C) e umidade relativa (75%).

**Tabela 4.39** – Valor médio da cromaticidade (saturação da cor) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)	
	25	35
0	35,53 abA	35,53 aA
15	36,01 aA	37,16 aA
30	36,56 aA	37,07 aA
45	33,97 bcB	36,69 aA
60	31,60 dB	36,55 aA
75	32,58 cdB	35,97 aA
90	35,06 abB	36,97 aA

DMS para colunas = 1,76; DMS para linhas = 1,16; MG = 35,52; CV = 2,83%; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação ao croma ( $C^*$ ), observaram-se valores variando de 31,60 até 37,16 indicando que o pó de pequi apresenta uma coloração mais viva. Conforme Canuto et al. (2010) o croma é a relação entre os valores de  $a^*$  e  $b^*$ , obtendo-se a cor real do objeto analisado tendo em vista que quanto mais alto o valor de  $C^*$ , mais acentuada é a cor observada. Analisando os resultados da cromaticidade, verificou-se que na temperatura de 25 °C houve oscilação nos valores, mas com tendência à estabilidade com o tempo de armazenamento e na temperatura de 35 °C ocorreu estabilidade com os resultados permanecendo estatisticamente semelhantes ao longo do armazenamento.

Entre as temperaturas observa-se diferença estatística entre as médias nos tempos de 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento. Pode-se afirmar que os pós na temperatura de 35 °C apresentaram coloração amarelada mais acentuada. Os valores positivos para  $a^*$  indicam que o pó obtido apresenta tonalidade voltada para a coloração vermelha. Oliveira et al. (2013c) afirmam que o índice cromaticidade define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras e próximos a 60 para cores vívidas.

#### 4.8.13 – Carotenoides totais

O valor médio dos carotenoides totais do pó de pequi está na Tabela 4.40. O pó de pequi foi acondicionado em embalagens flexíveis laminadas, armazenados durante 90 dias em ambiente com temperatura de 25 e 35 °C e umidade relativa de 75%.

**Tabela 4.40** - Valor médio de carotenoides totais ( $\mu\text{g/g}$ ) do pó de pequi durante o armazenamento em duas temperaturas e umidade relativa média de 75%.

Tempo (dias)	Temperatura	
	25 °C	35 °C
0	4,43 bA	4,43 bA
15	2,76 dB	4,31 bA
30	4,72 bA	4,06 cB
45	2,95 dB	3,72 dA
75	4,73 aB	6,48 aA
90	3,48 cB	3,85 cdA

DMS para colunas = 0,23 $\mu\text{g/g}$ ; DMS para linhas = 0,15  $\mu\text{g/g}$ ; MG = 4,13  $\mu\text{g/g}$ ; CV = 3,28 %; DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nota-se que na temperatura de 35 °C foram observados os maiores valores de carotenoides totais; com relação ao tempo de armazenamento observa-se oscilação dos valores mas entre o tempo zero e o tempo de 90 dias houve diminuição dos carotenoides nas duas temperaturas. Santana (2013) verificou redução dos carotenoides das partículas de pó de pequi com o tempo de armazenamento; esta redução foi maior com o aumento da temperatura de armazenamento. Na temperatura de 25 °C verifica-se que os resultados dos carotenoides totais apresentaram variação de 2,76 a 4,73  $\mu\text{g/g}$  e na temperatura de 35 °C entre 3,72 a 6,48  $\mu\text{g/g}$ . A variação desse constituinte pode ser em razão de uma não uniformidade da amostra e também pode estar relacionada com o percentual de lipídeos presentes na amostra, que pode ter interferido na quantificação dos carotenoides. Os carotenoides podem ser degradados com a temperatura, luz e tempo de armazenamento, devido à baixa estabilidade dos carotenoides (PROVESI et al., 2011; PINTO, 2012).

Resultados inferiores aos deste estudo, foram encontrados por Todisco (2012) avaliando a estabilidade dos carotenoides da polpa de seriguela em pó, secada por atomização, acondicionada em embalagens plásticas e laminadas durante 120 dias de

armazenamento (25 °C e 85% de umidade relativa), cujos valores foram encontrados durante o armazenamento, entre 0,78 a 1,2 µg/g e constataram que, ao longo do armazenamento, houve uma degradação dos carotenoides. Ao comparar o tempo inicial e o final do armazenamento do pó de polpa de pequi pode-se afirmar que houve tendência a diminuição dos carotenoides totais.

#### 4.9 - Análise sensorial do caldo de feijão adicionado de condimentos à base do pó de pequi

Para a análise sensorial do condimento à base do pó de pequi os julgadores recrutados foram apenas pessoas consumidoras de pequi e seus derivados, com a faixa etária de 18 a 60 anos dos sexos feminino e masculino.

Na Tabela 4.41 tem-se a média dos atributos avaliados cor, aroma, sabor, aparência global e intenção de compra das quatro formulações avaliadas. Com relação ao parâmetro cor as formulações não indicaram diferenças estatísticas entre si, a 5% de probabilidade pelo teste Tukey; assim, as amostras apresentaram a mesma coloração e a adição do pó de pequi não influenciou na coloração.

**Tabela 4.41** - Atributos avaliados na análise sensorial do condimento enriquecido com a polpa de pequi em pó.

Formulação	Cor	Aroma	Sabor	Aparência global	Intenção de compra
Formulação 7 (controle)	6,17 a	5,87 b	5,93 b	6,30 b	3,02 b
Formulação 8	6,44 a	7,02 a	6,92 a	6,76 ab	3,75 a
Formulação 9	6,66 a	7,14 a	7,12 a	6,87 ab	3,75 a
Formulação 10	6,79 a	7,19 a	7,43 a	7,22 a	4,01 a

As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o parâmetro aroma e sabor nota-se que as formulações 8, 9 e 10 não apresentaram diferenças estatísticas, a 5% de probabilidade pelo teste Tukey; na formulação 7 não foi adicionado pó da polpa de pequi, as médias obtidas foram: 5,87 para aroma e 5,93 para sabor. Esses valores mostram que, conforme a escala hedônica, os provadores mostraram que “nem gostaram” e “nem desgostaram” do caldo; as demais

formulações foram bem aceitas pelos julgadores cujas médias foram entre 6,92 a 7,43, logo, “gostaram moderadamente”.

Santos et al. (2010) avaliando sensorialmente o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) desidratado e adicionado em arroz nas concentrações de 5, 10, 15 e 20% de polpa desidratada, verificaram que dentre os atributos avaliados (aroma e sabor) a formulação com 20% de polpa desidratada foi a mais aceita, com os valores de aroma e sabor de 8,26 e 8,40, respectivamente, dentro, portanto, da escala na categoria “gostei muito”, porém, o arroz com pequi foi melhor aceito do que o caldo adicionado de condimento com pó de pequi, o que talvez tenha ocorrido devido à quantidade de polpa adicionada e espécie de pequi utilizada ou preferência pelo arroz temperado.

Resultados concordantes ao deste estudo foram reportados por Lima et al. (2007a) avaliando a aceitação de uma formulação de arroz com pequi, em que foi utilizada uma escala hedônica híbrida de 10 pontos, cujos atributos sensoriais, foram: aparência, aroma, sabor e impressão geral da preparação. Um dos atributos sensoriais avaliados que obtiveram maior aceitação pela maioria dos provadores foi o aroma, cujo valor médio foi 8,03, com este valor correspondente a “gostei muito”; entretanto, foi aproximado ao desse estudo que teve média 7.

No atributo aparência global verifica-se que a formulação 10 apresentou a maior média; ressalta-se que essa formulação possui uma maior quantidade de pó de pequi, o critério de classificação da escala hedônica foi “gostei moderadamente”. Avaliando as demais formulações, nota-se que a menor média foi observada na formulação 7 e, por conseguinte as formulações 8 e 9 que apresentaram médias entre 6,76 e 6,87, não sendo constatadas diferenças estatísticas entre si. Conforme as médias dos julgadores as formulações 7, 8 e 9 apresentaram uma aceitação de “gostei ligeiramente”. Souza et al. (2014) avaliaram sensorialmente o molho de pequi (*Caryocar coriaceum*) e conforme o teste de aceitação, foram verificados resultados satisfatórios para aparência, sendo que esse atributo teve maior aceitação pelos provadores (8,15); todavia e conforme a escala hedônica, ficou entre “gostei muito”. O molho de pequi apresentou melhor aceitação para este atributo do que o condimento adicionado do pó de pequi, o que pode ter influenciado este atributo é a forma que o caldo foi servido, pois apresentou alguns grânulos de pó de pequi.

Com relação ao atributo intenção de compra e segundo os julgadores, a formulação 7 apresentou menor aceitação; entretanto, a média obtida foi 3,02 cujo resultado evidenciou a classificação sensorial de que “talvez comprasse/talvez não comprasse”. As

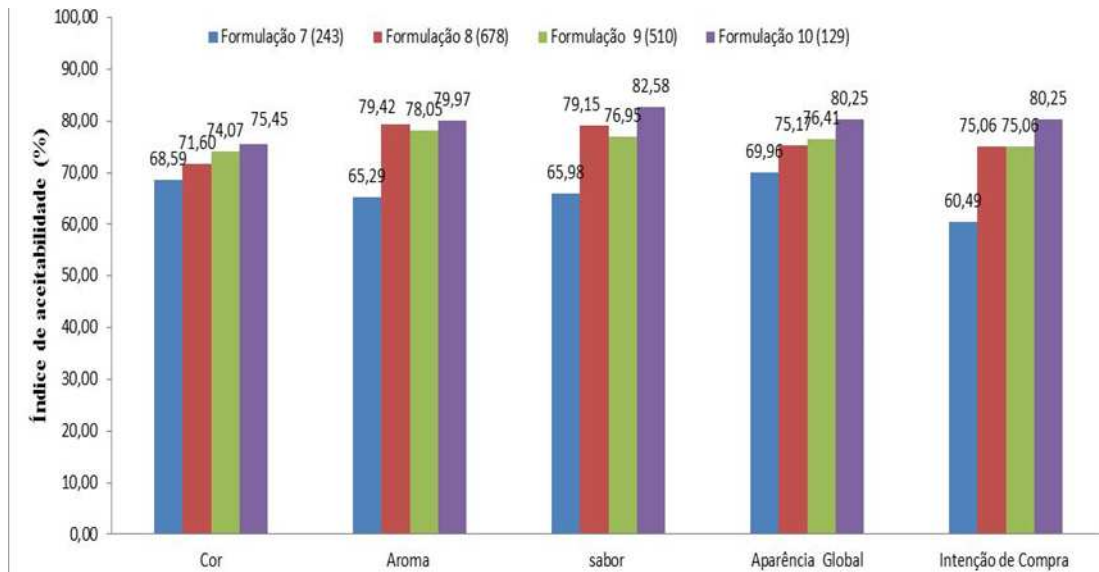
demais formulações não diferiram estatisticamente entre si, porém, as formulações 8 e 9 possuem uma quantidade de pó de pequi bastante aproximada; devido este fato, ambas não apresentam qualquer diferença. Dentre as formulações analisadas a formulação 4 apresentou a maior média de intenção de compra de 4,03, classificada na escala de intenção de compra como “possivelmente consumiria”. A formulação 10 possuía maior quantidade de pó de pequi o que pode ter favorecido a preferência pelos provadores na intenção de compra; todavia, quanto maior a quantidade de pó adicionado ao condimento melhor foi à aceitação. Comportamento contrário ao deste estudo foi encontrado por Medeiros (2009) estudando cinco formulações de biscoitos, utilizando uma formulação padrão e quatro formulações com diferentes concentrações de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) desidratada (5, 10, 15 e 20%), sendo evidenciado que com o aumento da concentração do pó de pequi nos biscoitos, a intenção de compra pelos provadores diminuiu. Justi (2012) desenvolveu um tempero a base de pó de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) avaliando a intenção de compra do produto servido com arroz e foi constatado que 76% dos provadores “certamente comprariam”, desta forma o tempero de pequi obteve percentual de aceitação em grau elevado; este resultado condiz com os resultados da intenção de compra da formulação 10, a qual se mostrou como a melhor formulação aceita pelos julgadores, os quais afirmaram que “possivelmente consumiriam”.

#### 4.9.1 – Índice de aceitabilidade

Na Figura 4.4 tem-se o índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais mais intenção de compra das formulações de condimento.

No tocante à cor apenas a Formulação 7 apresentou índice de aceitabilidade inferior a 70%, as demais formulações (8, 9 e 10) apresentaram índice de aceitabilidade na faixa de 71,60 a 75,45%. Destaca-se que o maior índice de aceitabilidade foi constatado na Formulação 10 (75,45%). Segundo Dutcosky (2007) para que um produto seja aceito quanto as suas características sensoriais é necessário que seu índice de aceitabilidade seja, no mínimo, de 70%.

O aroma foi um dos atributos avaliados que apresentaram valores aproximados de índice de aceitabilidade para as Formulações 8, 9 e 10, cujos valores foram: 79,42; 78,05 e 79,97%, respectivamente; a Formulação 7 apresentou o índice de aceitabilidade para o aroma inferior a 70%.



**Figura 4.4** - Índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais mais intenção de compra das formulações de condimento.

O índice de aceitabilidade para o parâmetro sabor variou de 65,98% (F7) a 82,58% (F10). O sabor das formulações apresentaram uma variação devido a variação da concentração do pó de pequi. Todavia, houve uma tendência do maior índice de aceitabilidade para o sabor ser constatado na Formulação 10, logo vale ressaltar que para essa formulação adicionou-se maior quantidade de pó de pequi.

Nas Formulações 8, 9 e 10, o atributo aparência global apresentou índice de aceitabilidade superior a 70%. As Formulações 8 e 9 apresentaram valores próximos, cujos valores foram em torno de 75,17 e 76,41%, respectivamente; o menor índice de aceitabilidade foi observado na Formulação 7 (69,96%).

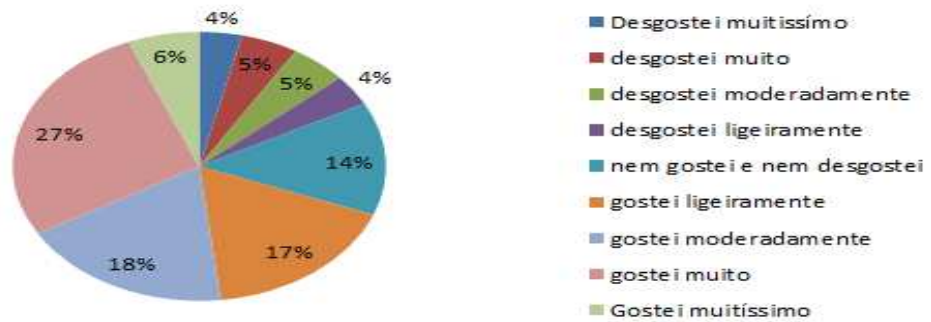
Com relação à intenção de compra, nota-se que o índice de aceitabilidade das Formulações 8 e 9 foi igual (75,06%). A Formulação 4 apresentou maior índice de aceitabilidade (82,05%), sendo indicativo de que foi a formulação mais aceita pelos julgadores; desta forma, pode-se afirmar que a adição do pó de pequi favoreceu a aceitabilidade do produto. A Formulação 7 não apresentou índice de aceitabilidade para intenção de compra satisfatório, sendo observado o menor valor, cujo resultado foi 60,49%.

De modo geral, para todos os atributos os maiores percentuais foram observados na Formulação 10; o menor índice de aceitabilidade foi evidenciado na Formulação 7; nesta formulação de condimento não foi adicionado pó de pequi.

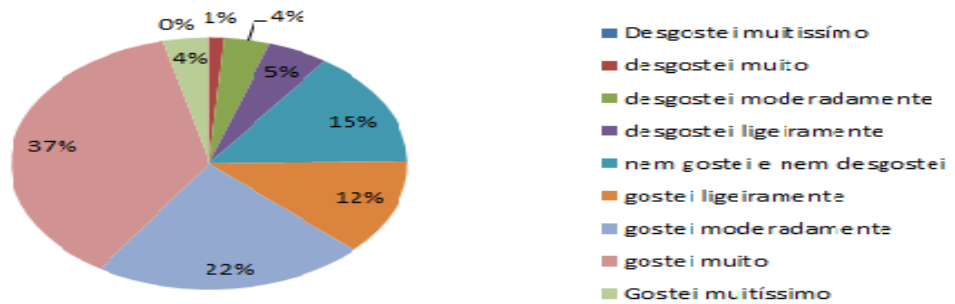


Na Figura 4.5 estão apresentados os percentuais de aceitação para o parâmetro cor com relação aos 9 pontos da escala hedônica que variam de “desgostei muitíssimo” a “gostei muitíssimo”. Diante dos resultados observa-se que dos 80 julgadores foi constatado que a maioria “gostaram muito” da coloração do caldo com a adição do condimento; com os percentuais observados para as Formulações 7, 8, 9 e 10 foram evidenciados os seguintes resultados: 27, 37, 23 e 30%, respectivamente; todavia, as Formulações 8 e 10 apresentaram os maiores percentuais do atributo cor; observa-se que outra categoria bastante escolhida pelos julgadores foi “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”.

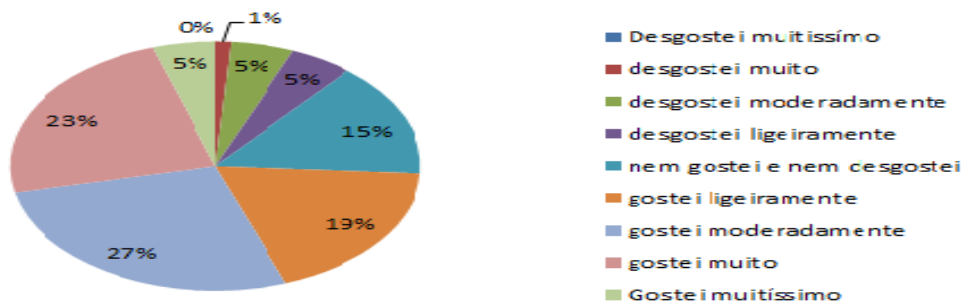
### Cor - Formulação 7



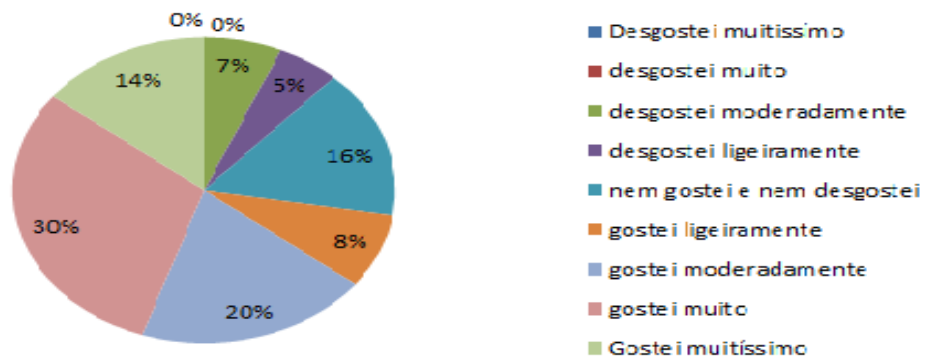
### Cor - Formulação 8



### Cor - Formulação 9



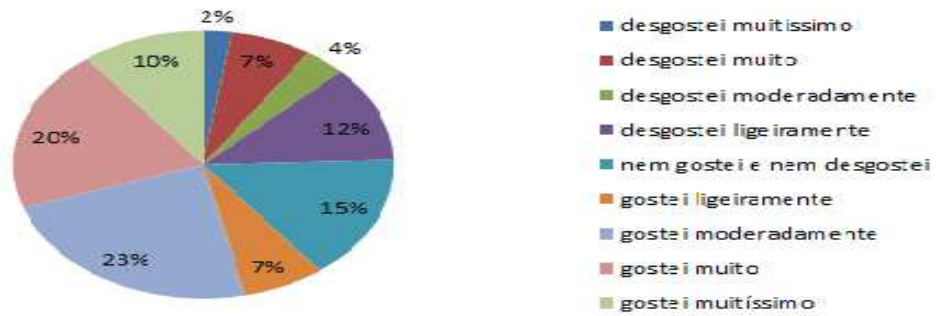
### Cor - Formulação 10



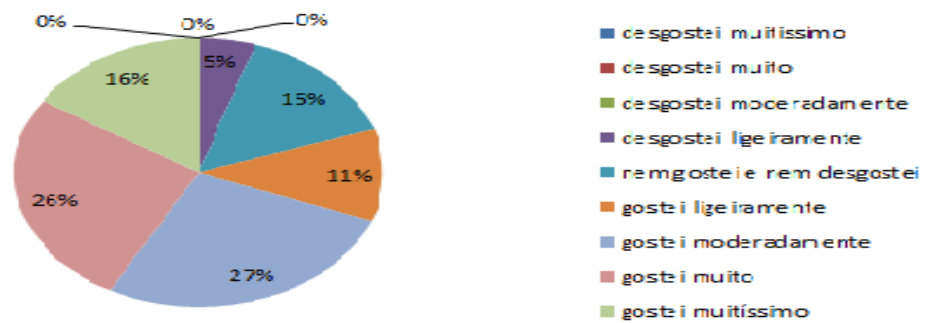
**Figura 4.5** - Atributo cor das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi

Na Figura 4.6 tem-se o atributo aroma das diferentes formulações, nas quais os maiores percentuais foram observados para categoria “gostei muito”, cujos valores se apresentaram da seguinte ordem: 20, 26, 31 e 38% para as formulações 7, 8, 9 e 10, respectivamente. Nota-se que os valores desse atributo aumentaram de acordo com aumento da adição de pó de pequi, pois em cada formulação foram adicionadas diferentes quantidades de pó. As formulações 7, 8 e 9 apresentaram outro percentual bem significativo cujos resultados foram na faixa de 23, 27 e 37%, o qual é classificado como “gostei moderadamente”. Os resultados demonstraram o quanto foi perceptível pelos julgadores o atributo aroma, nas formulações com a adição do pó de pequi.

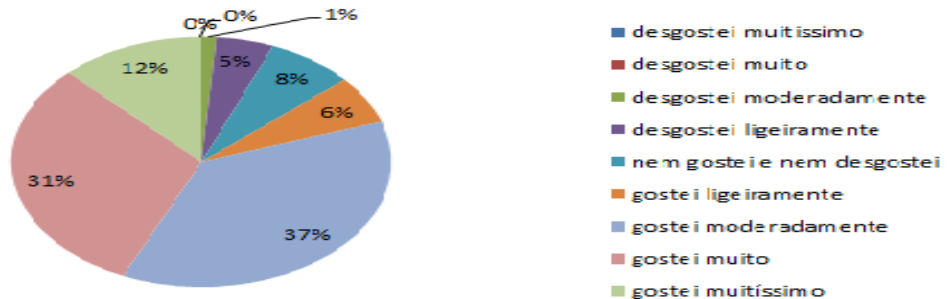
### Aroma - Formulação 7



### Aroma - Formulação 8



### Aroma - Formulação 9



### Aroma - Formulação 10

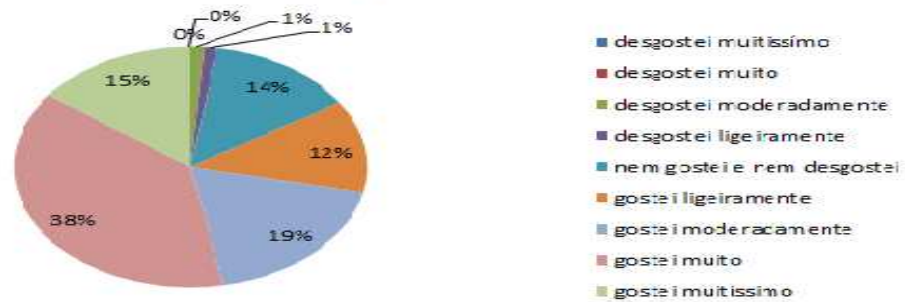
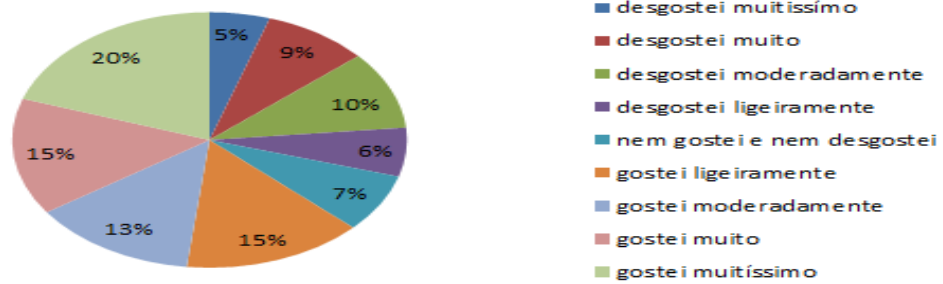


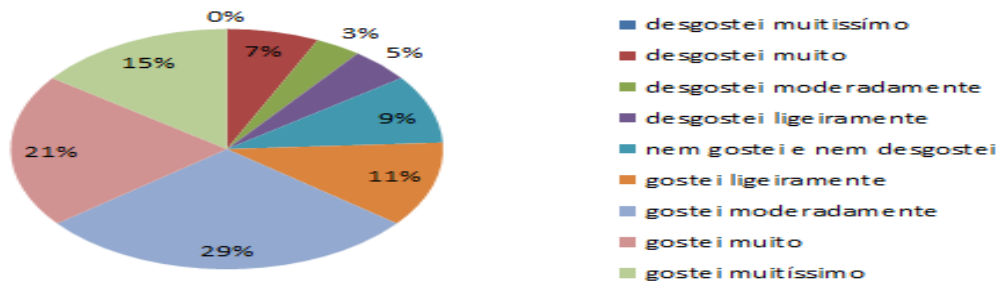
Figura 4.6 - Atributo aroma das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi

Estão apresentados na Figura 4.7 os percentuais encontrados pelos julgadores para o atributo sabor. As categorias que apresentaram os maiores percentuais foram “gostei muito” e “gostei muitíssimo”. Com relação à categoria “gostei muito” observa-se as formulações na seguinte ordem: 15, 21, 36 e 32%; respectivamente; entretanto, a formulação que apresentou o maior percentual foi a Formulação 9; na maior categoria de classificação do atributo sabor foram obtidos os seguintes percentuais: 20 (F7), 15 (F8), 15(F9) e 25% (F10). Nota-se que as formulações intermediárias apresentaram os mesmo percentuais e o sabor não foi tão discrepante para essas formulações. Percebe-se que o atributo sabor foi mais acentuado na Formulação 9. Vale ressaltar que na Formulação 7 não foi adicionado pó de pequi. O pó de pequi, ao passar pelo processo de secagem perde grande parte do sabor e por isso o mesmo não ficou tão acentuado, característico do pequi. De modo geral, a maioria dos julgadores que optaram pelas categorias de “gostei ligeiramente” a “gostei muitíssimo” preferiu as Formulações 8, 9 e 10.

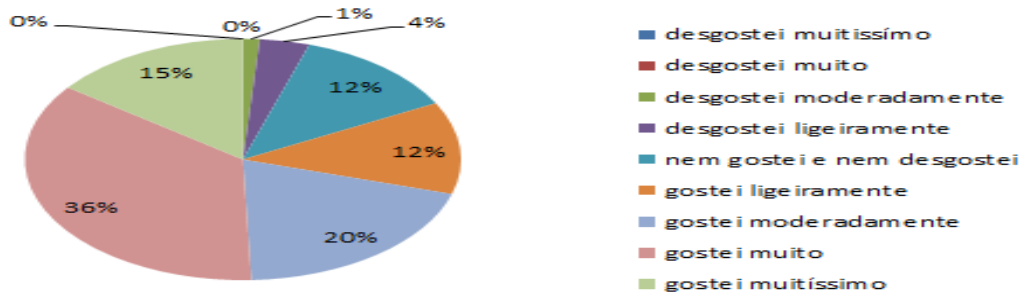
### Sabor- Formulação 7



### Sabor - Formulação 8



### Sabor - Formulação 9



### Sabor - Formulação 10

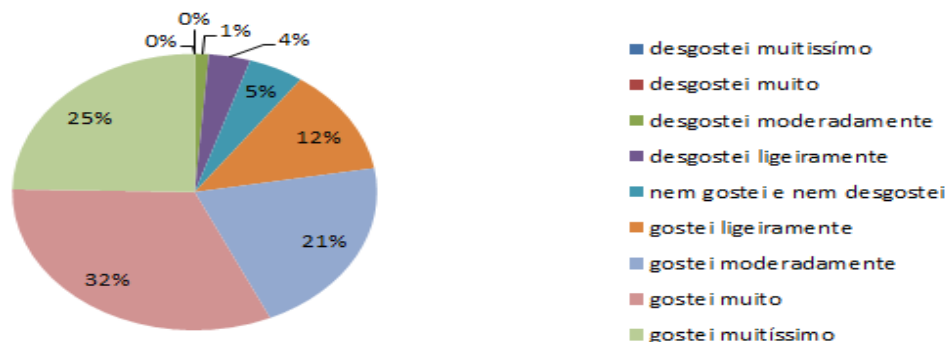
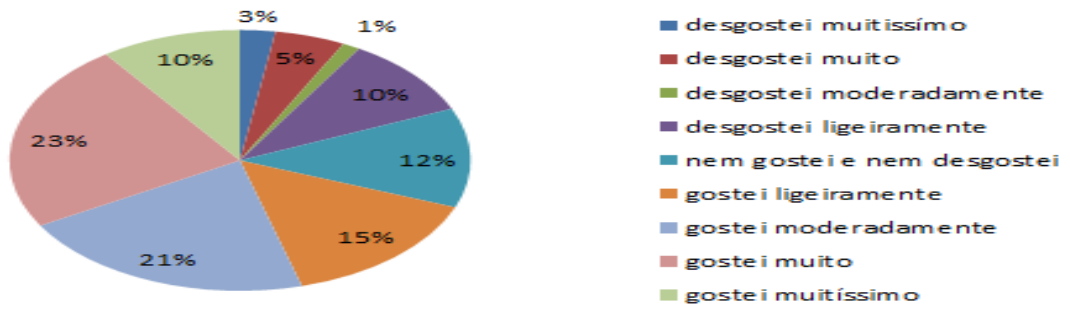


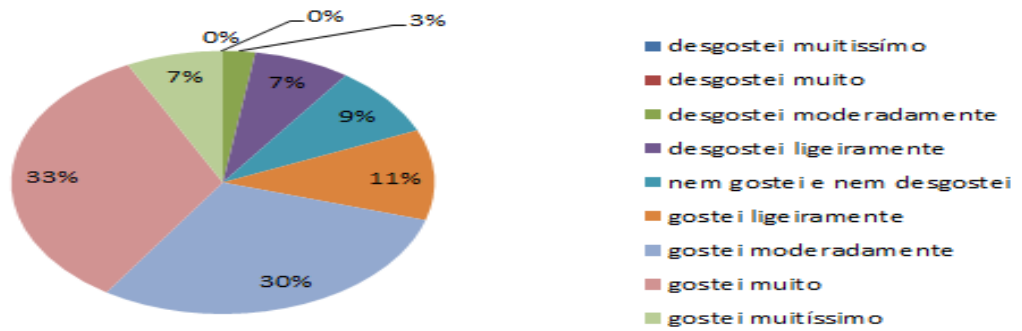
Figura 4.7 - Atributo sabor das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi

Apresenta-se na Figura 4.8, o atributo aparência global, ao qual se nota que as Formulações 8 e 10 apresentam os maiores percentuais para escala hedônica da opção “gostei muito”, os resultados encontrados foram: 33 e 31%, respectivamente; já com relação à categoria “gostei moderadamente”, observa-se que os maiores percentuais foram constatados nas Formulações 8 e 9. Na Formulação 10 a categoria que também foi observada com relevância foi “gostei muitíssimo” que, dentre as formulações, foi a que apresentou o maior percentual de “gostei muitíssimo”. Um fator que pode ter influenciado nos resultados foi a homogeneização do caldo antes da degustação, dependendo, às vezes do tempo da degustação do provador, o caldo tende a decantar permanecendo mais concentrado na parte inferior, sendo um dos fatores que podem comprometer os resultados da aparência do produto analisado.

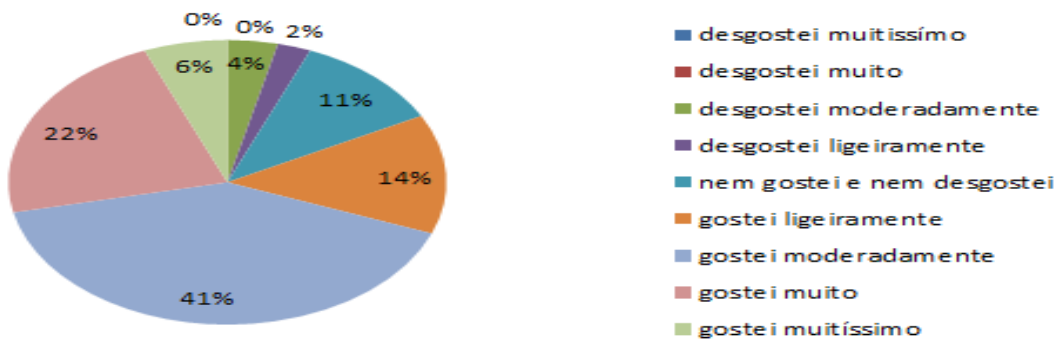
### Aparência global- Formulação 7



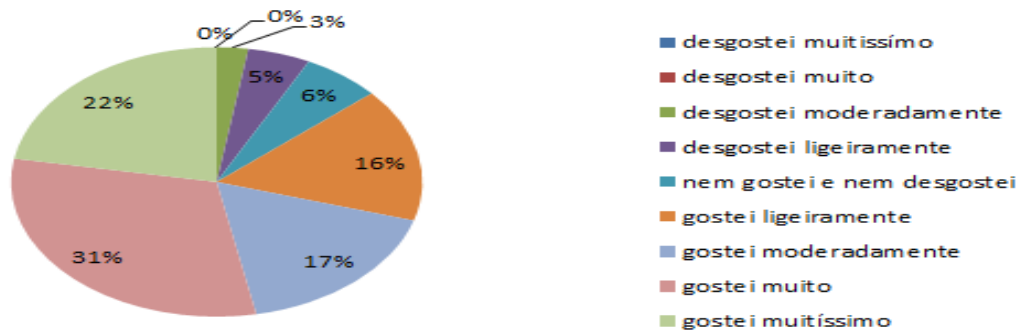
### Aparência global - Formulação 8



### Aparência global - Formulação 9



### Aparência global - Formulação 10



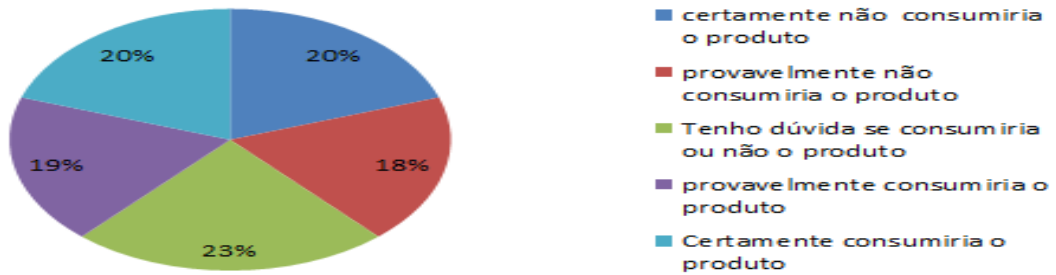
**Figura 4.8** – Atributo de aparência global das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi



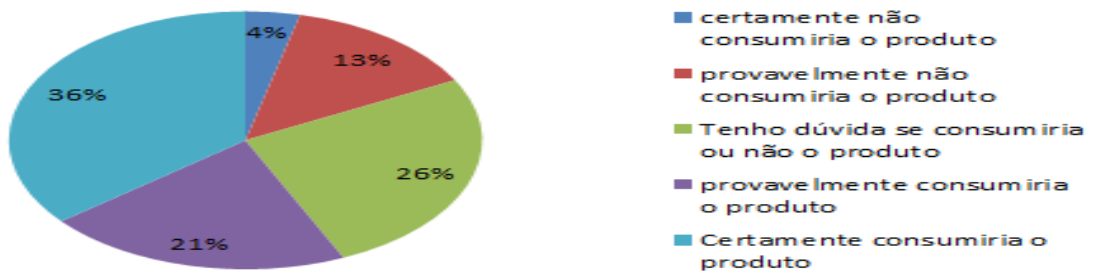
Tem-se na Figura 4.9, a intenção de compra das formulações de condimento com adição do pequi em pó; neste atributo as categorias abordadas variaram de “certamente não consumiria o produto” a “certamente consumiriam o produto”. Os julgadores afirmaram ter dúvida se realmente consumiria o produto tendo em vista que os resultados foram os seguintes: 23% (F7), 26% (F8), 33% (F9) e 19% (F10). Os maiores percentuais foram encontrados para a Formulação 9. Com referência à categoria, “certamente consumiria o produto”, os maiores percentuais foram observados nas Formulações 8 e 10, com valores de 36 e 42%, respectivamente.

Nota-se que no quesito se realmente “consumiria o produto”, os percentuais encontrados para cada formulação foram crescentes, apresentando os respectivos valores; 19, 21, 25 e 28%. A Formulação 10 apresentou o maior percentual, sendo constatada como a melhor formulação para o atributo intenção de compra, visto que a maioria dos julgadores optou para as categorias que “certamente compraria” e “provavelmente consumiria o produto”. Resultados de acordo com esse estudo foram reportados por Justi (2012) ao estudar a intenção de compra de um tempero à base de pequi (*C. brasiliense*), cujo valor encontrado foi que 76% dos julgadores optaram pela categoria de que “certamente compraria o produto”.

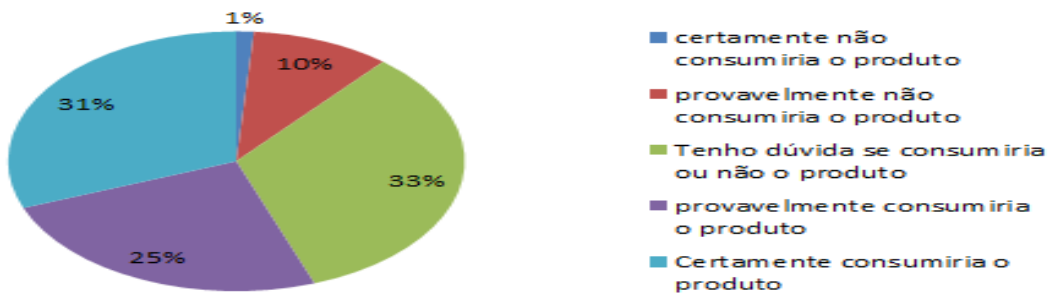
### intenção de compra - Formulação 7



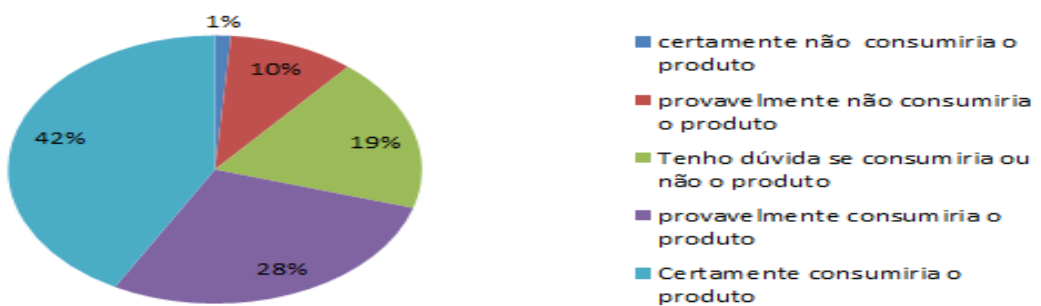
### intenção de compra - Formulação 8



### intenção de compra - Formulação 9



### intenção de compra - Formulação 10



**Figura 4.9** - Atributo de intenção de compra das formulações de condimento adicionado de pó da polpa de pequi.

## 5 – CONCLUSÕES

### Caracterização da polpa de pequi

A polpa de pequi integral apresentou um teor de água elevado, considerável percentual de lipídeos (14,59%) e amido (5,33%), baixa acidez e predominância da coloração amarela.

### Secagem da polpa de pequi

O tempo de secagem da polpa de pequi diminuiu com o aumento da temperatura do ar de secagem e como a redução da espessura da camada da polpa;

O modelo de Midilli foi o que se ajustou melhor aos dados experimentais, apresentando os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os menores desvios quadráticos médios (DQM);

A difusividade efetiva aumentou com a elevação da temperatura de secagem e com o aumento da espessura.

### Caracterização do pó de pequi

O teor de água, a atividade de água e as proteínas, diminuíram com o aumento da temperatura de secagem;

Para os índices de peróxido dos pós de pequi observou-se que os maiores valores foram evidenciados nas temperaturas mais elevadas (70 e 80 °C);

O teor de lipídeos com aumento da temperatura e da espessura apresentou estabilidade;

O pó selecionado (70 °C - 0,5 cm) apresentou-se dentro dos padrões higiênico-sanitários adequados, considerados aptos para o consumo humano;

Durante o processo de secagem do pó selecionado foi observado escurecimento da cor da polpa, verificado pela diminuição do parâmetro  $L^*$ .

O pó de pequi selecionado apresentou partículas aglomeradas, porosas, com formato irregular e desuniformes.

### **Isotermas de adsorção de água do pó de pequi selecionado**

A isoterma de adsorção de água do pó de pequi obtido na melhor condição de secagem (70 °C- 0,5 cm) foi classificada como Tipo II;

O modelo de GAB foi o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais, apresentando os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os menores desvios percentuais médios (P).

### **Armazenamento do pó de pequi selecionado**

A embalagem laminada utilizada no armazenamento do pó de pequi selecionado não foi eficiente para manter a estabilidade do pó, nas condições avaliadas de temperatura (25 e 35 °C) e umidade relativa (75%);

O teor de água, a atividade de água e o pH do pó de pequi aumentaram com o tempo de armazenamento;

O pó de pequi apresentou, durante o armazenamento, estabilidade com relação ao teor de lipídeos, sendo indicativo de que não houve oxidação dos lipídeos.

### **Análise sensorial do caldo de feijão adicionado de condimentos à base do pó de pequi**

Os caldos com adição do condimento adicionado do pó de pequi apresentaram a mesma coloração;

As Formulações 8, 9 e 10 apresentaram as maiores notas médias para os parâmetros aroma e sabor;

A Formulação 10 apresentou a maior média para o atributo aparência global, intenção de compra e índice de aceitabilidade.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 12994: Métodos de avaliação sensorial de alimentos e bebidas**, São Paulo, 1993, 2p.

ADEKUNLE, A. A.; SHITTU, T. A.; ABIOYE, A. O.; ADEYANJU, J. A.; OSANAIYE, F. G. Physical and thermal properties of baobab fruit pulp powder. **International Journal of Engineering Research and Applications**, v.3, n.3, p.925-928, 2013.

ADEKUNTE, A.; TIWARI, B.; CULLEN, P.; SCANNELL, A.; O'DONNELL, C. Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. **Food Chemistry**, v.122, n.3, 500-507, 2010.

ADITIVOS e INGREDIENTES, Condimentos e especiarias: Condimentos e especiarias ingredientes que enriquecem os alimentos. **Revista Aditivos e Ingredientes**, v.2, n.109, p.33-45, 2014.

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.349-353, 1999.

ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. de A. C.; SILVA, F. L. H. da; GOMES, J. P. Isotermas de adsorção do pedúnculo seco do caju. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.81-87, 2009.

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de.; QUEIROZ, A. J. de M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de pitanga em pó. **Comunicata Scientiae**, v.1, n.5, p.83-91, 2014.

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de.; QUEIROZ, A. J. de M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, p.11-20, 2007.

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

ALVES, A. I. **Obtenção de extrato de carotenoides de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) encapsulado pelo método de secagem por atomização**. 2014, 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.

ALVES, C. C. O. **Pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) liofilizada: Higroscopicidade e microestrutura.** 2007, 168 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2007.

ALVES, D. G. **Obtenção de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) em passa utilizando processos combinados de desidratação osmótica e secagem.** 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013.

AMBROS, L. **Isotermas de sorção de farinha de jabuticaba: determinação experimental e avaliação de modelos matemáticos.** 2013. 46 f. Monografia (Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4<sup>a</sup> ed, Washington; 2001, 676p.

AQUINO, L. P.; FERRUA, F. Q.; BORGES, S. V.; ANTONIASSI, R.; CORREA, J. L. G.; CIRILLO, M. A. Influência da secagem do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na qualidade do óleo extraído. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.354-357, 2009.

ARAGÃO, A. B. **Caracterização bioquímica e centesimal das espécies *Astrocaryum vulgare* Mart. (tucumã) e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi) nativas da região Amazônica.** 2013, 97 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual Paulista. Araraquara-São Paulo. 2013.

ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGIO, L. A. **Alquimia dos alimentos**, 2<sup>a</sup> Edição, SENAC, Brasília, 2009, 560p.

ARÉVALO-PINEDO, A.; CARNEIRO, B. L. A.; ZUNIGA, A. D. G.; AREVALO, Z. D. S.; SANTANA, A. A.; PINEDO, R. A. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (*Annona crassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.4, p.397-403, 2013.

ARÉVALO-PINEDO, A.; MACIEL, V. B. V.; CARVALHO, K. M.; COELHO, A. F. S.; GIRALDO-ZUÑIGA, A. D.; ARÉVALO, Z. D.; ALVIM, T. C. Processamento e estudo da estabilidade de pasta de pequi (*Caryocar brasiliense*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p.664-668, 2010.

ARLINDO, D. M.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIREDO, R. M. F. de. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.9, n.2, p.111-118, 2007.

ASSUNÇÃO, P. E. V. Extrativismo e comercialização de pequi (*Cariocar Brasiliense* Camb.) em duas cidades no estado de Goiás. **Revista de Economia**, v.8, n.2, p.17-26, 2012.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos: Alterações microbiológicas durante a estocagem.** Embrapa agroindústria tropical, Fortaleza, 2004, 189p.

AZEVEDO, J. C. **Características bioativas, funcionais e efeito protetor do resíduo desidratado de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. (McVaugh)) sobre doenças degenerativas utilizando modelos *in vivo* *C. elegans***. Tese (Doutorado em Engenharia Química). 2015, 127 f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2014.

BAPTESTINI, F. M.; CORRÊA, P. C.; JUNQUEIRA, M. S.; RAMOS, A. M.; VANEGAS, J. D. B.; COSTA, C. F. Modelagem matemática da secagem de espuma de graviola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.12, p.1203-1208, 2015.

BARBOSA, R. C. M. V.; POSSIK, P. A.; MONZANI, R.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E. R.; BARBOSA, V.; MOREIRA, R. C.; POSSIK, P. A.; MONZANI, R.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E. R. Desenvolvimento e análise sensorial do tablete de pequi (*Caryocar brasiliense*), **Revista Ceres**, v.53, n.310, p.579-588, 2006.

BARROS, M. E. S.; LIMA, A. C.; ROCHA, L. S. **Boas práticas na fabricação da pasta de pequi**. 1ª edição. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.24p.

BASTOS, D. S.; SOARES, D. M. B. G.; ARAUJO, K. G. L.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Desidratação da polpa de manga “Tommy Atkins” utilizando a técnica de foam mat drying - avaliações químicas, físico-químicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.4, p.283-290, 2005.

BATISTA, D. V. S.; CARDOSO, R. L.; GODOY, R. C. B.; BARRETO, N. S. E. Estabilidade físico-química e microbiológica de banana passa orgânica. **Revista Ciência Rural**, v.44, n.10, p.1886-1892, 2014.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-503, 1998.

BERMEJO-PRADA, A.; OTERO, L. Effect of hyperbaric storage at room temperature on color degradation of strawberry juice. **Journal of Food Engineering**, v.169, n.1, p.141-148, 2016.

BEZERRA, T. S. **Caracterização física, química e morfológica de polpa de morolo liofilizada**. 2013, 141 f. Tese (Doutorado em ciência dos alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras. Minas Gerais, 2013.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; MAIA, G. A.; CLEMENTE, E. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, v.58, n.3, p.278-283, 2011.

BHANDARI, B. R.; DATTA, N.; D'ARCY, B. R.; RINTOUL, G. B. Co-crystallization of Honey with Sucrose. **LWT - Food Science and Technology**, v.31, n.2, p.138-142, 1998.

BHUSARI, S. N.; MUZAFFAR, K.; KUMAR, P. Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder. **Powder Technology**, v.266, n.1, p. 354–364, 2014.

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v.65, n.4, p.489-495, 2004.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BOM, J.; VÁQUIRO, H. A.; MULET, A. Modelado de las isothermas de sorción y del calor isostérico de sorción em pulpa de mango cv, Tommy Atkins. **Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v.10, n.2, p. 34 -43, 2012.

BOTREL, D. A.; RODRIGUES, I. C. B.; SOUZA, H. J. B.; FERNANDES, R. V. B. Application of inulin in thin-layer drying process of araticum (*Annona crassiflora*) pulp. **LWT - Food Science and Technology**, v.69, n.1, p.32-39, 2016.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005, Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n, 184, Seção 1, p,372, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000, Estabelece o Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a polpa de fruta, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan, 2000, Seção 1, n, 6, p, 54-58.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set, 2003, Seção 1 p,14.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de alimentos**, 2º versão, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, Brasil, 1018p, 2005.

BRASIL. Agência Nacional da Vigilância Sanitária, Resolução - CNNPA nº 12, de 1978, **Padrões de identidade e qualidade para os alimentos e bebidas**. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12\\_78\\_condimentos.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_condimentos.htm), Acesso em: 27 Ago. de 2014.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12, 2 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Brasília, DF, p.1-49, 2001.



BREDA, C. A. **Desidratação da polpa do fruto da guavira (*Campomanesia adamantium*) pelo processo em camada de espuma**, 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul.

BREDA, C. A.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CORREIA, C. A. C. Shelf life of powdered *Campomanesia adamantium* pulp in controlled environments. **Food Chemistry**, v.135, n.4, p.2960-2964, 2012.

CALDEIRA, K. A. V.; SILVA, S. F.; RIBEIRO, S. C. A.; RIBEIRO, C.F.A.; PARK, K.J. Aproveitamento da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) desidratada na elaboração de temperos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.1, p.75-83, 2011.

CALISKAN, G.; DIRIM, N. S. The effect of different drying processes and the amounts of maltodextrin addition on the powder properties of sumac extract powders. **Powder Technology**, v.287, n.1, p.308-314, 2016.

CAMARGO, G. A.; NIURKA 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.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.5, n.4, p.420-428, 2005.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1196-1205, 2010.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (*Philippine 'Carabao' var.*) powder. **Journal of Food Engineering**, v.111, p.135-148, 2012.

CAPRISTE, G. H.; ROTSTEIN, E. Prediction of sorptional equilibrium data for starch-containing foodstuffs. **Journal of Food Science**, v.47, n.8, p.1501-1507, 1982.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; DETMANN, E. Avaliação de modelos de secagem em camada fina de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.28-37, 2007.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; HIGASHIKAWA, E. M.; GARCIA, M. B.; FARIAS, E. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes. **Ciência Florestal**, v.24, n.1, p.13-21, 2014.

CARNEIRO, T. B; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, p.105-111, 2011.

CARRAZZA, L.; ÁVILA, J. C. C. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do pequi**. Brasília – DF, Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), Brasil, 2010, 48 p., (Série Manual Tecnológico).

CARVALHO, A. G. S.; MACHADO, M. T. C.; SILVA, V. M.; SARTORATTO, A.; RODRIGUES, R. A. F.; HUBINGER, M. D. Physical properties and morphology of spray dried microparticles containing anthocyanins of jussara (*Euterpe edulis* Martius) extract. **Powder Technology**, v.294, n.1, p.421-428, 2016.

CASTOLDI, M. **Estudo do processo de secagem de polpa de tomate por refractance window®**. 2012, 119. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

CAVALCANTI, M. T.; SILVA, V. C.; COSTA, T. S.; FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R. Obtenção do amido do endocarpo da manga para diversificação produtiva na indústria de alimentos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.5, p.80-83, 2011.

CEBALLOS, A. M.; GIRALDO, G. I.; ORREGO, C. E. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. **Journal of Food Engineering**, v.111, n.2, p.360-365, 2012.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, Brasília: Embrapa cerrados, 2010, 51p (Documentos, 276).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, 2.ed. Lavras:UFV, 2005, 785p.

CIVILLE, G. V.; OFTEDAL, K. N. Sensory evaluation techniques - Make “good for you” taste “good”. **Physiology & Behavior**, v.107, n.4, p.598-605, 2012.

CORDEIRO, M. W. S.; CAVALLIERI, Â. L. F.; FERRI, P. H.; NAVES, M. M. V. Características físicas, composição químico-nutricional e dos óleos essenciais da polpa de Caryocar brasiliense nativo do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.1127-1139, 2013.

CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H.; BOTELHO, F. M.; GONELI, A. L. D.; CARVALHO, F. M. Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Revista Ceres**, v.57, n.5, p.595-601, 2010.

COSTA, A. M.; ROQUE-SPECHT, V. F.; CELESTINO, S. C.; CABRAL, Y. O.; CABRAL, D. O. E.; DINIZ, J. D. A. S. Estabilidade de compostos fenólicos e flavonoides nas farinhas de jatobá e pequi processadas em diferentes temperaturas. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012, **Anais...Bento Gonçalves: SBF, 2012. CD-Rom**

COSTA; J. N.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; CONSTANT, P. B. L.; SOARES, D. J. Study of the stability of passion fruit (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) powder from organic farming estabilidade maracujá (*Passiflora*

*edullis* f. *flavicarpa*) em pó oriundo do cultivo orgânico. **Revista Semina**, v.34, n.2, p.705-716, 2013.

COUTO, E. M. **Utilização da farinha da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) na elaboração de pão de forma**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

CRUZ, W. F. **Obtenção de polpa de goaiba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método de secagem em camada de espuma**. 2013. 78 f. Dissertação (Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

DAIUTO, E. R.; TREMOCOLDI, M. A.; ALENCAR, S. M. de.; VIEITES, R. L. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.2, p.417-424, 2014.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, T. L.; COSTA, N. V.; MEDEIROS, N. X.; SILVA, A. G. M.; SILVA, F. A.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.1, p.71-78, 2013.

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, 2010.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. In: análise sensorial de alimentos. 1ª Edição, UFV, Lavras, 2006, 225p.

DEUS, T. N. **Extração e caracterização de óleo de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) para o uso sustentável em formulações cosméticas óleo/água**. 2008. 75 f. Dissertação (Ecologia e Produção Sustentável) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

DIAS, L. G. **Estudo do processo de secagem em estufa e por microondas de compósitos cerâmicos de argila e resíduos de esteatito**. 2013, 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de São João del Rei, São João del Rei, 2013.

DIEB, J. T.; GURGEL, C. M.; DANTAS, T. P.; MEDEIROS, M. F. D. Secagem da polpa de graviola pelo processo *foam-mat* e avaliação sensorial do produto obtido. **Revista Tecnologia & Informação**, v.2, n.2, p.24-31, 2015.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O. Secagem de fatias de abacaxi *in natura* e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.232-240, 2009.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2ª ed, Curitiba, PR: Editora Universitária Champagnat, 2007, 123p.

DZONDO-GADET, M.; NZIKOU, J. M.; ETOUMONGO, A.; LINDER, M.; DESOBRY, S. Encapsulation and storage of safou pulp oil in 6DE maltodextrins. **Process Biochemistry**, v.20, n.1, p.265-271, 2005.

ENDO, É.; BORGES, S. V.; DAIUTO, É. R.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. flavicarpa) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.382-386, 2007.

FAO/WHO - Codex Alimentarius Commission. 2003. Codex alimentarius, fats, oils and related products. Codex alimentarius, norma para los aceites de oliva y aceites de oliva Codex Stan 33-1981 (Rev.2-2003). Disponível em: <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/68282/331027/file/descargar.pdf>. Acesso em: 26 Março de 2016.

FARIA, R. Q.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A.; ASCHERI, D. P. R.; RESENDE, O. Cinética de secagem de sementes de crambe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.5, p.573-583, 2012.

FAZAEI, M.; EMAM-DJOMEH, Z.; ASHTARI, A. K.; OMID, M. Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. **Food and Bioproducts Processing**, v.9, n.4, p.667-675, 2012.

FEITOSA, R. M. **Secagem por aspersão e em camada de espuma da polpa de murta**. 2014. 213 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**, 1, ed, Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.

FERNANDES, R. V. B.; QUEIROZ, F.; BOTREL, D. A.; ROCHA, V. V.; SOUZA, V. R.; LIMA, C. F. Estudo da adição de albumina e da temperatura de secagem nas características de polpa de tomate em pó. **Revista Semina**, v.35, n.3, p.1267-1278, 2014.

FERRARI, C. C.; GERMER, S. P. M.; ALVIM, I. D.; VISSOTTO, F. Z.; AGUIRRE, J. M. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. **International Journal of Food Science & Technology**, v.47, n.6, p.1237-1245, 2012.

FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.795-802, 2005.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.251-255, 2003.

FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S.; SILVEIRA, C. S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum Vulgare* Mart). **Revista Alimentos e Nutrição**, v.19, n.4, p.427-433. 2008.

FERREIRA, M. M. P. **Desenvolvimento caracterização e secagem de sementes com cobertura artificial**. 235f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

FIGUEIRA, F.V. **Secagem de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) precedida de desidratação osmótica**. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

FINNEY, J.; BUFFO, R.; REINECCIUS, G. A. Effects of type of atomization and processing temperatures on the physical properties and stability of spray-dried flavors. **Journal of Food Science**, v.67, n.3, p.1108-1114, 2002.

FIGUEIRA, R. **Princípios de secagem de produtos agrícolas**, João Pessoa: Editora Universitária, 2003, 262p.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.

FRANCO, T. S.; PERUSSELLO, C. A.; ELLENDERSEN, L. N.; MASSON, M. L. Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. **LWT - Food Science and Technology**, v.66, p.503-513, 2016.

FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. Secagem de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), variedade pérola utilizando a técnica de camada de espuma. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.16, n.4, p.387-394, 2014.

FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.9-14, 2010.

GABAS, A. L.; TELIS, V. R. N.; SOBRAL, P. J. A.; TELIS-ROMERO, J. Effect of maltodextrin and arabic gum in water vapor sorption thermodynamic properties of vacuum dried pineapple pulp powder. **Journal of Food Engineering**, v.82, n.2, p.246-252, 2007.

GALDINO, P. O. **Processo combinados de desidratação osmótica e secagem convectiva para elaboração de passa de manga Cv Espada**. 2012, 260 f. Doutorado (Tese de doutorado em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande - PB, Campina Grande, 2012.

GALDINO, P. O.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; GALDINO, P. O.; FERNANDES, T. K. S. Stability of cactus-pear powder during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.2, p.169-173, 2016a.

GALDINO, P. O.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Drying kinetics of atemoya pulp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 7, p. 672-677, 2016b.

GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SILVA, R. N. G. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.5, n.1, p.73-80, 2003.

GARCÍA-CRUZ, E. E.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, J.; MÉNDEZ LAGUNAS, L. L.; MEDINA-TORRES, L. Rheological and physical properties of spray-dried mucilage obtained from *Hylocereus undatus* cladodes. **Carbohydrate Polymers**, v.91, n.1, p.394-402, 2013.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel. 2009, 301 p.

GOMES, P. M. de A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de ; QUEIROZ, A. J. de M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.2, p.157-165, 2002.

GOMES, P. M. de A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.384-389, 2004.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; REIS NETO, S. A. Estudo da difusão de umidade em grãos de trigo durante a secagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.135-140, 2007.

GONELI, A. L. D.; VIEIRA, M. C.; VILHASANTI, H. C. B.; GONÇALVES, A. A. Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de aroeira durante a secagem. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.56- 64, 2014.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. The effect on product recovery. **Journal of Food Engineering**, v.66, n.1, p.25-34, 2005.

GOYAL, A.; SHARMA, V.; SIHAG, M. K.; TOMAR, S. K.; ARORA, S.; SABIKHI, L.; SINGH, A. K. Development and physico-chemical characterization of microencapsulated flaxseed oil powder: A functional ingredient for omega-3 fortification. **Powder Technology**, v.286, n.1, p.527-537, 2015.

GOYAL, R. K.; KINGSLY, A. R. P.; MANIKANTAN, M. R.; ILAS, S. M. Mathematical modeling of thin layer drying kinetics of plum in a tunnel dryer. **Journal of Food Engineering**, v.79, n.1, p.176-180, 2007.

GUEDES, A. M. M.; FARIA, L. J. G. Determinação da constante de secagem de urucum (*Bixa orellana* L.) em secador convectivo de leito fixo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.2, n.1, p.73-86, 2000.

GUIMARÃES, M. K. A. **Secagem em camada de espuma da polpa de manga cv. Keitt**. 2014, 206 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

GUINÉ, R. P. F. Análise das características químicas e físicas de pêras secadas. **Revista Educação, Ciência e Tecnologia**, v.29, n.1, p.213-221, 2004.

GUPTA, K.; ALAM, M. S. Mass and color kinetics of foamed and non foamed grape concentrate during convective drying process: a comparative study. **Journal of Engineering and Technology Research**, v.6, n.4, p.48-67, 2014.

HAUSNER, H. H. Friction conditions in a mass of metal powder, **Powder Metall**, v.3, p.7-13, 1967.

HIGUITA, D. M. C; VILLA-VÉLEZ, H. A.; TELIS-ROMERO, J.; VÁQUIRO, H. A.; TELIS, V. R. N. Influence of alternative drying aids on water sorption of spray dried mango mix powders: A thermodynamic approach. **Food and Bioproducts Processing**, v.450, n.1, p. 2013.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Primeira edição digital.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**, Rio de Janeiro: IBGE, v.27, n.1, p.1-63, 2012.

ISLAM, M. Z.; KITAMURA, Y.; YAMANO, Y.; KITAMURA, M. Effect of vacuum spray drying on the physicochemical properties, water sorption and glass transition phenomenon of orange juice powder. **Journal of Food Engineering**, v.169, n.1, p.131-140, 2016.

JAYASUNDERA, M.; ADHIKARI, B.; HOWES, T.; ALDRED, P. Surface protein coverage and its implications on spray-drying of model sugar-rich foods: solubility, powder production and characterization. **Food Chemistry**, v.128, n.4, p.1003-1016, 2011.

JULIANO, F. F.; SILVA, P. P. M.; CASEMIRO, R. C.; COSTA, M. H.; SPOTO, M. H. F. Polpa de camu-camu liofilizada e armazenada em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.8, n.2, p.1374-1384, 2014.

JUSTI, P. N. **Valorização de frutos do cerrado: Desenvolvimento de tempero em pó de pequi**. 2012, 34 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) Universidade de Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2012.

KADAM, D e BALASUBRAMANIAN, S. Foam mat drying of tomato juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.35, n.1, p.488-495, 2011.

KONG, K. W.; ISMAIL, A.; TAN, C. P.; RAJAB, N. F. Optimization of oven drying conditions for lycopene content and lipophilic antioxidant capacity in a by-product of the pink guava puree industry using response surface methodology. **LWT - Food Science and Technology**, n.43, v.5, p.729-735, 2010.

LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.39, n.1, p.115-123, 2003.

- LAVOYER, F. C. G.; GABAS, A. L.; OLIVEIRA, W. P.; TELIS-ROMERO, J. Study of adsorption isotherms of green coconut pulp. **Food Science and Technology**, v.33, n.1, p.68-74, 2013.
- LIMA, A. L.; SANABRIA, G. G. R.; WHARTA, E. R. S. A.; BEHRENS, J. H.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da aceitação de arroz com pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Ciências Exatas da Terra**, v.13, n.3, p.45-51, 2007a.
- LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.695-698, 2007b.
- LISBÔA, C. G. C.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M. Armazenamento de figo-da-índia em pó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.216-221, 2012.
- LIU, F.; CAO, X.; WANG, H.; LIAO, X. Changes of tomato powder qualities during storage. **Powder Technology**, v.204, n.1, p.159-166, 2010.
- LOUREIRO, M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de buriti em pó: efeito da embalagem nas características físicas e químicas. **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1092-1100, 2013.
- MACHADO, A. M.; SOUZA, M. C.; JUNQUEIRA, M. S.; SARAIVA, S. H.; TEIXEIRA, L. J. Q. Cinéticas de secagem do abacaxi cv. Pérola. **Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.8, n.15, p.428-437, 2012.
- MACHADO, M.T.C. **Concentração de extratos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) por nanofiltração**. 2011, 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.
- MARTIN, L. G. P. **Estudo da secagem de polpa de cupuaçu por atomização**. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013.
- MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MELO, E. C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.301-306, 2007.
- MARTINS, P. C. **Estudo da influência de uma fase lipídica na aglomeração de pós alimentícios**. 2006, 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2006.
- MATTA, L. M. **Retenção do óleo de pequi em micropartículas de concentrado protéico de soro de leite e maltodextrina**. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
- MEDEIROS, J. D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília, 2011, 532p. (Série Biodiversidade, 43).



- MEDEIROS, M. F. D.; ALSINA, O. L. S.; ROCHA, S. C.; JERÔNIMO, C. E. M.; MATA, A. L. M. L.; MEDEIROS, U. K. L.; FURTUNATO, A. A. Escoabilidade de leitos de partículas inertes com polpa de frutas tropicais: efeitos na secagem em leito de jorro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.475-480, 2001.
- MEDEIROS, M. L.; AYROSA, A. M. I. B.; PITOMBO, R. N. M.; LANNES, S. C. S. Sorption isotherms of cocoa and cupuassu products. **Journal of Food Engineering**, v.73, n.4, p.402-406, 2006.
- MEDEIROS, P. R. M. S. **Composição química e avaliação sensorial de biscoitos elaborados com polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) desidratada**. 2009. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- MELO, K. dos S. **Secagem por aspersão da polpa de atemóia**. 2012. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.
- MELO, K. dos S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; FERNANDES, T. K. S.; BEZERRA, M. da C. T. Secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. **Revista Caatinga**, v.26, n.2, p.10-17, 2013.
- MELO, W. S.; PENA, R. S.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Hygroscopic behavior of buriti (*Mauritia flexuosa*) fruit. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.4, p.935-940, 2011.
- MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açáí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Revista Acta Amazônica**, v.38, n.2, p.311-316, 2008.
- MIRANDA, C. M. P. B.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA, T. M. Análise sensorial de mousse de pequi com diferentes concentrações. **Revista Digital de Nutrição**, v.3, n.4, p.362-370, 2009.
- MORAES FILHO, F. C.; OLIVEIRA, E. L.; NÓBREGA, E. M. M. A.; OLIVEIRA, J. A.; CORREIA, R. T. P. Secagem convectiva da acerola (*Malpighia emarginata* DC.): aplicação de modelos semiteóricos. **Revista Holos**, v.1, n.30, p.86-95, 2014.
- MORAES, F. P. **Polpa desidratada de caju amarelo (*Anacardium occidentale*. L) por atomização em spray dryer: caracterização físico-química, bioativa e estudo da vida de prateleira do produto**. 2014, 122 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2014.
- MORAIS, S. M.; CAVALCANTI, E. S. B.; COSTA, S. M. O.; AGUIAR, L. A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, n.1, p.315-320, 2009.

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.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1093-1098, 2013.

MUNHOZ, C. L.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CAMPAGNOLLI, R.; MACEDO, M. L. R. Drying of the kernel and fresh and osmotically dehydrated bocaiuva pulps. **Acta Scientiarum. Technology**, v.36, n.1, p.165-170, 2014.

MUZAFFAR, K.; KUMAR, P. Moisture sorption isotherms and storage study of spray dried tamarindo pulp powder. **Powder Technology**, v.291, n.1, p.322-327, 2016.

NASCIMENTO, R. S. M.; CARDOSO, J. A.; COCOZZA, F. D. M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p.856-860, 2014.

NASCIMENTO, R. S. M.; COCOZZA, F. D. M. Physico-chemical characterization and biometry of fruits of 'pequi' in Western Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.8, p.791-796, 2015.

NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. M. qualidade de frutos processados artesanalmente de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.3, p.729-738, 2015.

NÓBREGA, E. M.; OLIVEIRA, E. L.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. P. The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (*Malpighia emarginata*) residue. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.39, n.2, p.131-141, 2014.

NÓBREGA, E. M.; OLIVEIRA, E. L.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R.T. P. The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (*Malpighia emarginata*) residue. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.32, n.2, p.1-11, 2014.

OLIVEIRA, A. N.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P.; VALENTE, M. E. R. Cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.1, p.172-177, 2013a.

OLIVEIRA, E. N. A. de; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; SANTOS, D. da C.; ARAÚJO, G. T. Perfil sensorial de geleias tradicionais de umbu-cajá. **Bioscience Journal**, v.29, p.1566-1575, 2013b.

OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. C.; MARTINS, J. N.; BEZERRA, L. C. M. Obtenção e caracterização de margarina convencional e light a base de óleo de pequi. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.29, n.2, p.293-304, 2011a.

OLIVEIRA, G. O.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.10, p.1059-1064, 2014.

OLIVEIRA, J.; CASTELUCCI, A. C. L.; SILVA, P. P. M.; SILVA, G. M.; SPOTO, M. H. F. Polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) submetida à radiação gama. **Revista Acta Agronômica**, v.62, n.1, p.7-12, 2013c.

OLIVEIRA, L. C.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; MAZZUTTI, S.; AOSANI, E.; ROCHA, J. C. Efeito da temperatura de secagem na qualidade de grãos de aveia branca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.313-319, 2010a.

OLIVEIRA, L. F.; GODOY, R. L. O.; BORGES, S. V. Qualidade de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) desidratada sob diferentes condições de processo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.14, n.3, p.241-248, 2011b.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. E.; MATOS, N. M. S.; SAMPAIO, F. G. M.; LOPES, M. M. T. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.114-125, 2010b.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E. **Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008, 32 p, (Documentos, 113).

OLIVEIRA, M. E. B.; LIMA, A. C.; FERREIRA, A. A.; MESQUITA, S. A.; SANTOS, G. S. **Características industriais da polpa de pequi em despeliculadora de batatas**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento (Documento 54). Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza, CE 2011c, 16 p.

OLIVEIRA, M. I. S.; TONON, R. V.; NOGUEIRA, R. I.; CABRAL, L. M. C. Estabilidade da polpa de morango atomizada utilizando diferentes agentes carreadores. **Revista Brazilian Journal Food Technology**, v.16, n.4, p.310-318, 2013d.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. M.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar Brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.380-386, 2006a.

OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, W. P.; PARK, K. J. Determinação da difusividade efetiva de raiz de chicória. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.181-189, 2006b.

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.342-348, 2011d.

OTÁLORA, M. C.; CARRIAZO, J. G.; LAURA ITURRIAGA, L.; OSORIO, C.; NAZARENO, M. A. Encapsulating betalains from *Opuntia ficus-indica* fruits by ionic

gelation: Pigment chemical stability during storage of beads. **Food Chemistry**, v.202, n.1, p.373-382, 2016.

PAGLARINI, C. S.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. Histerese das isotermas de sorção da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) variedade manteiga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.3, p.299-305, 2013.

PARK, K. J. B.; PARK, K. J.; CORNEJO, F. E. P.; FABBRO, I. M. D. Consideraçõestermodinâmicas das isotermas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.10, n.1, p.83-94, 2008.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. B. **Seleção de processos e equipamentos de secagem**. Palestra. 2006. Disponível em :<http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/selprcequipsec.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2014.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*Pyrus* sp.) com e sem desidratação osmótica. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.73-77, 2001a.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.288-292, 2001b.

PAZ, J. G.; PACHECO, P.; SILVA, C. O.; PASCOAL, G. B. Análise da composição nutricional e de parâmetros físico-químicos do pequi (*Caryocar brasiliense* camb) in natura. **Revista Científica Linkania Master**, v.1, n.1, p.73-86, 2014.

PEDRO, M. A. M. **Influencia de encapsulantes e do método de secagem nas propriedades físico-químicas e atributos de qualidade de polpa de maracuja em pó**. 2009. 204 f. Tese (Doutorado Engenharia e Ciencia de Alimentos). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociencias, Letras e Ciencias Exatas, São José do Rio Preto, São Paulo, 2009.

PENA, R. S.; MENDONÇA, N. B.; ALMEIDA, M. D. C. Comportamento higroscópico do açai em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.153-161, 2010.

PEREZ, L. G.; OLIVEIRA, F. M. N.; ANDRADE, J. S.; MOREIRA FILHO, M. Cinética de secagem da polpa cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pré desidratada por imersão-impregnação. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.102-106, 2013.

PINTO, M. R. M. R. **Obtenção de extratos de carotenoides de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) encapsulados pelo método de secagem em camada de espuma**. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

PIO, R. H. V. **Obtenção de fibra alimentar por processo de liofilização do subproduto do pedúnculo de caju**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2014.

PORTE, A.; REZENDE, C. M.; ANTUNES, O. A. C.; MAIA, L. H. Redução de aminoácidos em polpas de bacuri (*Platonia insignis* Mart), cupuaçu (*Theobroma*

*grandiflorum* Willd ex-Spreng Schum) e murici (*Byrsonima crassifolia* L.) processado (aquecido e alcalinizado). **Revista Acta Amazonica**, v.40, n.3, p.573-578, 2010.

PRIETO, W. H.; IGUTI, A. M.; NITZ, M. Drying evaluation of green coconut pulp for obtaining a snack-like product. In. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11). **Procedia Food Science**, v.1, n.1, p.1618-1627, 2011.

PROVESI, J. G.; DIAS, C. O.; AMANTE, E. R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. **Food Chemistry**, v.128, n.1, p.195-202, 2011.

QUEK, S. Y.; CHOK, N. K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v.46, n.5, p.386-392, 2007.

RABÊLO, A. M. S.; TORRES, M. C. L.; GERALDINE, R. M.; SILVEIRA, M. F. A. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p.868-871, 2008.

RAHMAN, S. F. S. A.; WAHIDA, R.; RAHMAN, R.W. Drying kinetics of *Nephelium Lappaceum* (Rambutan) in a drying oven. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v.195, n.3, p.2734-2741, 2015.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de bauru. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.31, n.2, p.539-543, 2009.

RAJKUMAR, P.; KAILAPPAN, R.; VISWANATHAN, R.; RAGHAVAN, G.S.V. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. **Journal of Food Engineering**, v.79, n.1452-1459, 2007.

RAMALHO, A. S. T. M. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. 2005, 91 f, Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

RAMOS, A. M.; QUINTERO, A. C. F.; FARAONI, A. S.; SOARES, N. F. F.; PEREIRA, J. A. M. Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.19, n.3, p. 259-269, 2008.

RESENDE, I. L. M.; SANTOS, F. P.; CHAVES, L. J.; NASCIMENTO, J. L. Estrutura etária de populações de *Mauritia flexuosa* L. F. (*Arecaceae*) de veredas da região central de Goiás. **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.103-112, 2012.

RIGUEIRA, F. V. **Secagem de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) precedida de desidratação osmótica**. 2014. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

ROCHA, E. M. F. F.; SOUSA, S. L.; COSTA, J. P.; RODRIGUES, S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Obtenção de suco de caju atomizado através do controle das

condições de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.646-651, 2014.

ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. M.; ARAÚJO, R. S. R. M. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.933-941, 2013.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RODRIGUES, L. J.; BOAS, E. V. B. V.; PAULA, N. R. F.; ALCÂNTARA, E. M. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.3, p.260-265, 2009.

RODRIGUES, M. L.; SOUZA, A. R. M.; LIMA, J. C. R.; MOURA, C. J.; GERALDINE, R. M. Cinética da degradação de carotenoides e da alteração de cor do azeite de pequi submetido ao aquecimento em temperatura de fritura. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1509-1515, 2013.

RODRÍGUEZ-BERNAL, J. M.; FLORES-ANDRADE, E.; LIZARAZO-MORALES, C.; BONILLAB, E.; PASCUAL-PINEDA, L. A.; GUTIERREZ-LÓPEZ, G.; QUINTANILLA-CARVAJALA, M. X. Moisture adsorption isotherms of the borjofruit (*Borojoa patinoi*. Cuatrecasas) and gumarabic powders. **Food and Bioproducts Processing**, v.94, n.1, p.187-198, 2015.

SALVIANO, A.; SOUZA, I. **A cultura do pequi**. 2002. Disponível em: <[http://www.emater.mg.gov.br/site\\_emater/Serv\\_Prod/Livraria/fruticultura](http://www.emater.mg.gov.br/site_emater/Serv_Prod/Livraria/fruticultura)>. Acesso em: 23 fev. 2016.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CHUBA, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq)) lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.1023-1028, 2011.

SANTANA, A. A. **Obtenção da polpa de pequi e do leite de coco babaçu microencapsulados através da secagem por aspersão**. 2013. 344 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

SANTANA, A. A.; OLIVEIRA, R. A.; KUROZAWA, L. E.; PARK, K. J. Microencapsulation of pequi pulp by spray drying: use of modified starches as encapsulating agente. **Revista Engenharia Agrícola**, v.34, n.5, p.980-991, 2014.

SANTANA, A.; KUROZAWA, L.; OLIVEIRA, R.; PARK, K. Spray drying of pequi pulp: Process performance and physicochemical and nutritional properties of the powdered Pulp. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.59, n.1, p.1-11, 2016.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S.; SIBEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v.274, n.1, p.37-43, 2015.

SANTOS, A. A. C.; FLORÊNCIO, A. K. G.; ROCHA, E. M. F. F.; COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por *spray-dryer*. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.3, p.508-514, 2014.

SANTOS, A. P. **Extração e caracterização do amido do fruto-do-lobo (*Solanum lycocarpum* st. hil.) e elaboração de filmes biodegradáveis**. 2009, 93f. Dissertação (Mestrado Ciências Moleculares). Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, GO. 2009.

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, 2010a.

SANTOS, D. da C.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de ; OLIVEIRA, E. N. A. de. Difusividade efetiva e energia de ativação em farinhas de grãos residuais de urucum. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.1, p.75-82, 2014.

SANTOS, D. da C.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; OLIVEIRA, E. N. A. de. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.223-231, 2013.

SANTOS, G.; SOUZA, D. S.; CASTRO, A. A. Cinética de secagem convectiva e liofilização de ramos de coentro (*Coriandrum sativum* L.): estudo da influência dos processos em sua coloração. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.4, p.329-335, 2012.

SANTOS, I. P.; ROCHA, L. A. C.; ALVES, E. E.; CANO-CHAUCA, M. N.; AGUIAR, M. C. S. Características físico-químicas e estabilidade do suco de umbu co-cristalizado com sacarose. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.33, n.1, p.1-17, 2015.

SANTOS, J. C. **Avaliação do efeito antimicrobiano de óleos essenciais sobre micro-organismos patogênicos em vôngole (*Anomalocardia brasiliensis*)**. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

SANTOS, J. C.; SILVA, G. F.; SANTOS, J. A. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Revista Exacta**, v.8, n.2, p.219-224, 2010b.

SANTOS, P.; PORTO, A. G.; SILVA, F. S.; FURTADO, G. F. Avaliação físico-química e sensorial do pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb.) submetido à desidratação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.115-123, 2010c.

SHITTU, T. A.; LAWAL, M. O. Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. **Food Chemistry**, v.100, n.1, p.91-98, 2007.

SILVA FILHO, E. D. **Obtenção e avaliação da polpa de manga CV Haden em pó, pelo o método de secagem em camada de espuma**. 2012. 190 f. Doutorado (Tese de

Doutorado em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande- PB, Campina Grande, 2012.

SILVA NETO, S. P.; COSTA, C. J. **Importância econômica, social e ambiental do pequi**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/279/>>. Acesso em: 21 jul.2014.

SILVA, A. E.; SILVA, L. H. M.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico do açaí e cupuaçu em pó. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p.895-901, 2008a.

SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. de O.; ALMEIDA, F. de A. C.; BRUNO, R. L. de A.; PEREIRA, W. E. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1899-1905, 2008b.

SILVA, A.S.; MELO, K. S. ALVES, N.M.;FERNANDES, T.K.S.;FARIAS, P.A. Cinética de secagem em camada fina da banana maçã em secador de leito fixo.**Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.11, n.2, p.129-136, 2009 .

SILVA, C. R. de M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, v.1, n.2, p.135-143, 2001.

SILVA, F. A. **Avaliação tecnológica e atividade antioxidante de produtos secos por spray-drying de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil.-aquifoliaceae (erva-mate)**. 2007, 243. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

SILVA, F. DE A. S. E e AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, J. D. F.; GOUVEIA, H. L.; SCHEIK, L. K.; CUNHA; C. C.;BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B. Efeito do processo de secagem da polpa de abacate (*persea americana* mill) sobre a qualidade do óleo bruto extraído. In: Congresso Brasileiro de engenharia química. **Anais...** Florianópolis, 2014a.

SILVA, M. N. S.; TUBALDINI, M. A. S. O ouro do cerrado: a dinâmica do extrativismo do pequi no norte de minas gerais. **Revista Eletrônica Georaguaia**, v.3, n.2, p.293-317, 2013.

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

SILVA, R. R.; MONTEIRO, S. S.; ROSA, C. S. Desenvolvimento de biscoitos tipo cookie formulados com amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) comparados com biscoitos tipo *cookie* de chocolate. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.16, n.1, p.77-82, 2014b.



SILVA, R.; PLACIDO, G. R.; OLIVEIRA, D. C.; SILVA, M. A. P.; CALIARI, M. Pequi pulp (*Caryocar brasiliense* Cambess): drying kinetics and thermodynamic properties. **African journal of Biotechnology**, v.13, n.33, p.3443-3449, 2014c.

SORMOLI, M. E; TIMOTHY A. G. L. Moisture sorption isotherms and net isosteric heat of sorption for spray-dried pure orange juice poder. **LWT - Food Science and Technology**, v.62, n.1, p.875-882, 2015.

SOUSA, E. P. **Propriedades físicas da polpa de pequi**. 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

SOUSA, E. P.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C. Caracterização físicoquímica da polpa de sapoti oriunda da região do Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.1, p.45-49, 2012.

SOUSA, E. P.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; LEMOS, D. L. Comportamento reológico e efeito da temperatura da polpa de pequi em diferentes concentrações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, p.226-235, 2014.

SOUSA, E. P.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SANTOS, J. E. A.; LEMOS, D. M. Thermophysical properties of the pequi pulp in different concentrations. **Revista Bioscience Journal**, v.32, n.1, p.20-28, 2016.

SOUSA, F. C.; SOUSA, E. P.; SILVA, L. M. M.; 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, p.108112, 2011.

SOUSA, K. dos S. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; FERNANDES, T. K. S. Produção e caracterização da polpa de atemóia em pó. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.718-728, 2015.

SOUSA, M. B.; PEDROZA, J. P.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; DANTAS, F. P. Cinética de secagem do farelo de mamona. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.8, n.2, p.135-146, 2006.

SOUZA, J. P.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; LUCENA, M. N. G.; RUFINO, M. S. M. Estabilidade de molho de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) armazenado à temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.2, p.425-432, 2014.

SOUZA, J. P.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; NOGUEIRA, D. H.; LIMA, J. L. Estabilidade de produtos de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) sob congelamento em diferentes tipos de embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.971-976, 2013.

SOUZA, J. S. **Secagem de misturas de polpa de fruta tropicais em leite de jorro**. 2009, 155 f. Tese (Doutorado em engenharia química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2009.

SOUZA, V.B.; THOMAZINI, M.; BALIEIRO, J.C.C.; FÁVARO-TRINDADE, C.S. Effect of spray drying on the physicochemical properties and color stability of the powdered pigment obtained from vinification byproducts of the Bordo grape (*Vitis labrusca*). **Food and Bioproducts Processing**, v.93, n.1, p.39-50, 2015.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. Boston: Elsevier Academic Press, 2004, 377p.

TALENS, P.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; FITO, P.; CHIRALT, A. Changes in optical and mechanical properties during osmodehydrofreezing of kiwi fruit. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.3, n.1, p.191-199, 2002.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v.64, n.366, p.12-21, 2009.

TODISCO, K. M. **Polpa de siriguela (*Spondias purpurea* L.) em pó atomizada: Caracterizações físicas, físico-químicas, compostos bioativos e avaliação do comportamento higroscópico**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. **Inclusão Social**, v.6, n.2, p.70-76, 2013.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.444-450, 2009.

VIANA, E. S.; JESUS, J. L.; REIS, R. C.; FONSECA, M. D.; SACRAMENTO, C. K. Caracterização físico-química e sensorial de geleia de mamão com araçá-boi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1154-1164, 2012.

VIANA JÚNIOR, N.M. **Farinha de banana madura - processo de produção e aplicações**. 2010, 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga, Bahia, 2010.

WILSON, R.A.; KADAM, D.M.K.; CHADHA, S.; SHARMA, M. Foam mat drying characteristics of mango pulp. **International Journal of Food Science and Nutrition Engineering**, v.2, n.4, p.63-69, 2012.

YUYAMA, L. K. O.; MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J. P. L.; MARINHO, H. A. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryuma culeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p.408-412, 2008.

ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E. M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.21, n.3, p.459-468, 2010.

**APÊNDICE A**

**TÍTULO: PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA POLPA DE PEQUI (*Caryocar coriaceum* Wittm.) EM PÓ POR MEIO DA SECAGEM CONVECTIVA**

**TITULAR:** Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

**Inventor(es):** Elisabete Piancó de Sousa, Alexandre José de Melo Queiroz, Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo, Danielle Martins Lemos, Josivanda Palmeira Gomes

### **RELATÓRIO DESCRITIVO**

A presente invenção refere-se à produção da polpa de pequi em pó para adição na elaboração de condimentos. A invenção refere-se ao processo de produção da polpa de pequi em pó para que a mesma possa ser acrescida de especiarias, transformando-a em condimento e conseqüentemente sendo mais uma opção para a população que tem hábitos alimentares de consumir pequi e/ou de seus produtos favorecendo a sua inserção no mercado consumidor.

A utilização do pequi é importante, uma vez que este fruto apresenta elevado potencial sócio econômico e ambiental, podendo contribuir desse modo para o incremento da biodiversidade do bioma e para o desenvolvimento da região. Os pequis são utilizados na alimentação humana, na indústria caseira para extração de óleos e na indústria cosmética. O consumo de pequi está extremamente envolvido com a cultura das regiões onde ele faz parte dos cardápios, participando de vários pratos típicos. A sua polpa possui diversos componentes nutricionais como vitamina A, excelente fonte de carotenoides, vitamina C, além de se destacar por possuir alto teor de Lipídeos, proteínas, carboidratos e minerais.

Entretanto, a polpa de pequi (mesocarpo interno) é de difícil extração, em razão da sua dureza e aderência ao núcleo do fruto, e quando a polpa é retirada cortando-se com faca o rendimento, geralmente, é baixo.

Para obtenção de produtos oriundos da polpa de pequi no mercado, é preciso técnicas e equipamentos adequados ao processamento do fruto, além do conhecimento das suas características químicas e físico-químicas. Vale ressaltar que para a espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., ainda existem poucos estudos.

Nos últimos anos, a elaboração de produtos com pequi tem crescido bastante, principalmente com a polpa que apresenta boa qualidade nutricional, sabor agradável e coloração atrativa. Na literatura estão disponíveis alguns trabalhos ressaltando o uso da polpa de pequi das espécies *Caryocar coriaceum* Wittm. e *Caryocar brasiliense* Camb., dentre os quais: Sousa (2013) avaliou as propriedades termofísicas da polpa de pequi; Souza (2012) analisou a estabilidade de molho e pasta de pequi; Oliveira et al. (2011) avaliaram a qualidade de margarina produzida com polpa de pequi; Santos et al. (2010) determinaram os aspectos físico-químicos e sensoriais do pequi submetido à desidratação; Miranda et al. (2009) elaboraram mousse de pequi; Souza et al. (2013) estudaram a estabilidade das características de qualidade do caroço e lâminas de pequi (*C. coriaceum*

Wittm.) sob congelamento (-18 °C), em diferentes tipos de embalagens, e armazenados por 300 dias; Narciso (2012) desenvolveu um tempero em pó de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) e Arévalo-Pinedo et al. (2010) avaliaram o processamento e a estabilidade de pasta de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). Portanto, vale ressaltar que apesar de muitos estudos relacionados à polpa de pequi, ainda não existe nenhum estudo voltado para obtenção da polpa de pequi em pó da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm pro meio da secagem convectiva.

Portanto, é objetivo dessa invenção a produção da polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em pó, por meio da secagem convectiva. A polpa de pequi em pó facilita a estocagem, comercialização, prolonga a vida útil e garante a sua estabilidade durante o armazenamento.

O presente documento, de maneira diferente, utilizou o pequi da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm, sendo a polpa obtida da seguinte forma: os frutos foram selecionados no estágio de maturação maduros, lavados em água corrente, higienizados em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm) e enxaguados em água corrente. Os pequis foram cortados para separação do mesocarpo externo do mesocarpo interno (polpa amarela), sendo o mesocarpo interno lavado com água potável. Para facilitar a retirada da polpa foi necessário o cozimento dos pequis em água potável por 30 min, tempo este suficiente para o total desprendimento da polpa; em seguida foram resfriados, despolpados por meio de um descascador semi-industrial de aço inox (Marca Max Machine). Para obtenção da polpa de pequi em pó foi utilizado o processo de secagem convectiva em estufa com circulação de ar forçada de ar com velocidade do ar de 1,0 m/s<sup>2</sup> na temperatura de 70 °C e com uma camada da polpa de 0,5 cm de espessura durante 14 h. A secagem possui algumas vantagens: facilidade na conservação do produto; estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de tempo; proteção contra degradação enzimática e oxidativa; redução do peso; economia de energia por armazenar o produto a temperatura ambiente; e é uma forma de evitar perdas e desperdícios dos frutos no período da safra. O pó de pequi obtido em condições higiênico-sanitárias adequadas pode ser aplicado na elaboração de condimentos. Além de que para a obtenção do pó de pequi não se utilizou nenhum aditivo de secagem, sendo considerado um produto natural. Logo, as condições de processamento da polpa e secagem em estufa com circulação forçada de ar com velocidade do ar de 1,0 m/s<sup>2</sup> na temperatura de 70 °C e com uma camada da polpa de 0,5 cm de espessura, durante 14 h foram suficientes para obtenção do pó de pequi.

## REIVINDICAÇÕES

**PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA POLPA DE PEQUI (*Caryocar coriaceum* Wittm.) EM PÓ POR MEIO DA SECAGEM CONVECTIVA**, caracterizado por compreender as seguintes etapas:

- 1- **Extração da polpa de pequi:** os frutos devem ser selecionados no estágio de maturação maduros, lavados em água corrente, higienizados em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm), enxaguados em água corrente, por meio de cortes longitudinal o mesocarpo externo foi separado do mesocarpo interno (polpa amarela), lavagem com água potável do mesocarpo interno, cozimento do mesocarpo interno em água potável na temperatura de 100 °C por 30 min e extração da polpa do mesocarpo cozido em descascador, sendo um método capaz de facilitar o despolpamento e aumentar o rendimento da polpa.
- 2- **Secagem da polpa de pequi:** com a polpa de pequi obtida na etapa anterior faz-se a secagem convectiva em estufa com circulação forçada de ar com velocidade do ar de 1,0 m/s<sup>2</sup> na temperatura de 70 °C e com espessura da camada da polpa de pequi de 0,5 cm espalhada uniformemente em bandejas de aço inoxidável formando uma camada fina secada sem aditivos, por um período de 14 h.
- 3- **Trituração da polpa de pequi seca:** após a secagem da polpa de pequi de acordo com a etapa anterior faz-se à remoção das polpas das bandejas com auxílio de uma espátula de aço inoxidável e em seguida faz-se a trituração da polpa de pequi seca em processador durante um minuto, produzindo-se o pequi em pó.

## RESUMO

A presente invenção trata da obtenção da polpa de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em pó por meio da secagem convectiva. A matéria-prima utilizada foi pequis, procedentes da Chapada do Araripe localizada no sul do Estado do Ceará. Para obtenção da polpa de pequi inicialmente os frutos foram selecionados no estágio de maturação maduros, lavados em água corrente, higienizados em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm) e enxaguados em água corrente. Os pequis foram cortados para separação do mesocarpo externo do mesocarpo interno (polpa amarela), sendo o mesocarpo interno lavado com água potável. Para facilitar a extração da polpa foi feito cozimento do mesocarpo interno em água potável na temperatura de 100 °C por 30 min; em seguida os

mesocarpos internos cozidos foram resfriados e despolidos por meio de um descascador semi-industrial de aço inox. A seguir a polpa de pequi foi secada para obtenção do pó sem adição de aditivos, em estufa com circulação forçada de ar com velocidade do ar de 1,0 m/s<sup>2</sup> na temperatura de 70 °C e com uma camada da polpa de 0,5 cm de espessura, durante 14 h; após a secagem triturou-se a massa seca em processador por um minuto para obtenção do pó de pequi.



« Uso exclusivo do INPI »

BR 10-2015-028473-6

Espaço reservado para o protocolo      Espaço reservado para a etiqueta      Espaço reservado para o código QR



**INPI** INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

Sistema de Gestão da Qualidade

Diretoria de Patentes

<b>DIRPA</b>	Tipo de Documento: <b>Formulário</b>	DIRPA	Página: 1/3
Título do Documento:		Código: <b>PQ001</b>	Versão: <b>2</b>
<b>Depósito de Pedido de Patente</b>		Processamento: <b>DIRPA-PQ006</b>	



**Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:**  
O requerente solicita a concessão de um privilégio na natureza e nas condições abaixo indicadas:


1. **Depositante (71):**
  - 1.1 Nome: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
  - 1.2 Qualificação:
  - 1.3 CNPJ/CPF: 05.055.128/0001-76
  - 1.4 Endereço Completo: AV. APRIGIO VELOSO, Nº 862 -UNIVERSITÁRIO - CAMPINA GRANDE/PB
  - 1.5 CEP: 58429-000
  - 1.6 Telefone: 83 21011601      1.7 Fax: 83 21011601
  - 1.8 E-mail: NITT@UPCG.EDU.BR  continua em folha anexa
2. **Natureza:**  Invenção       Modelo de Utilidade       Certificado de Adição
3. **Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):**  
 PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA POLPA DE PEQUI (*Caryocar coriaceum* Wittm.) EM PÓ POR MEIO DE SECAGEM CONVETIVA  continua em folha anexa
4. **Pedido de Divisão: do pedido Nº**      **Data de Depósito:**
5. **Prioridade:**  Interna (56)       Uniorista (30)

O depositante reivindica a(s) seguinte(s):

País ou Organização do depósito	Número do depósito (se disponível)	Data de depósito

continua em folha anexa

 		<b>INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL</b> Sistema de Gestão da Qualidade Diretoria de Patentes	
<b>DIRPA</b>	Tipo de Documento: <b>Formulário</b>	DIRPA	Página: <b>2/3</b>
Título do Documento: <b>Depósito de Pedido de Patente</b>		Código: <b>FQ001</b>	Versão: <b>2</b>
		Procedimento: <b>DIRPA-PQ006</b>	
<b>6. Inventor (72):</b>			
<input type="checkbox"/> Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seus nome(s), neste caso não preencher os campos abaixo.			
6.1	Nome: ELISABETE PIANCO DE SOUSA		
6.2	Qualificação: MSC.ENG.AGRÍCOLA		
6.3	CPF: 00641124384		
6.4	Endereço Completo: Av. Aprígio Veloso, 309 Universitário Campina Grande-PB		
6.5	CEP: 58429-149		
6.6	Telefone: (83)999436566	6.7 FAX: (83)2101-1185	
6.8	E-mail: elisabete_pianco@yahoo.com.br		
<input checked="" type="checkbox"/> continua em folha anexa			
<b>7. Declaração de divulgação anterior não prejudicial.</b> <input type="checkbox"/>			
Artigo 12 da LPI – período de graça. Informe no item 11.13 os documentos anexados, se houver.			
<b>8. Declaração na forma do item 3.2 da Instrução Normativa PR nº 17/2013:</b>			
<input type="checkbox"/> Declaro que os dados fornecidos no presente formulário são idênticos ao da certidão de depósito ou documento equivalente do pedido cuja prioridade está sendo reivindicada.			
<b>9. Procurador (74):</b>			
9.1	Nome:		
9.2	GNP/CPF:	9.3 API/OAB:	
9.4	Endereço Completo:		
9.5	CEP:		
9.6	Telefone:	9.7 FAX:	
9.8	E-mail:		
<input type="checkbox"/> continua em folha anexa			
<b>10. Listagem de sequências biológicas.</b> <input type="checkbox"/>			
Informe nos itens 11.9 ao 11.12 os documentos anexados, se houver.			



**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**  
 Sistema de Gestão da Qualidade  
 Diretoria de Patentes

<b>DIRPA</b>	Tipo de Documento: Formulário	DIRPA	Página: 3/3
Título do Documento: <b>Depósito de Pedido de Patente</b>		Código: PQ001	Versão: 2
		Procedimento: DIRPA-PQ006	

**11. Documentos Anexados:**  
 (Assinale e indique também o número de folhas);  
 (Deverá ser indicado o número total de somente uma das vias de cada documento).


Documentos Anexados			folhas
<input checked="" type="checkbox"/>	11.1	Guia de Recolhimento de União (GRU).	1
<input type="checkbox"/>	11.2	Procuração.	
<input type="checkbox"/>	11.3	Documentos de Prioridade.	
<input type="checkbox"/>	11.4	Documento de contrato de trabalho.	
<input checked="" type="checkbox"/>	11.5	Relatório descritivo.	3
<input checked="" type="checkbox"/>	11.6	Reivindicações.	1
<input type="checkbox"/>	11.7	Desenho(s) (se houver). Sugestão de figura a ser publicada com o resumo: n.º _____ por melhor representar a invenção (sujeito à avaliação do INPI).	
<input checked="" type="checkbox"/>	11.8	Resumo.	1
<input type="checkbox"/>	11.9	Listagem de seqüências em arquivo eletrônico: _____ n.º de CDs ou DVDs (original e cópia).	
<input type="checkbox"/>	11.10	Código de controle alfanumérico no formato de código de barras referente às listagem de seqüências.	
<input type="checkbox"/>	11.11	Listagem de seqüências em formato impresso.	
<input type="checkbox"/>	11.12	Declaração relativa à Listagem de seqüências.	
<input checked="" type="checkbox"/>	11.13	Outros (especificar) ANEXO COM OS OUTROS INVENTORES	1

**12. Total de folhas anexadas:** 7 **fs.**

**13. Declaro, sob as penas da Lei que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.**

CAMPINA GRANDE, 14/09/2015

Local e Data



Carlos Minor Tomiyoshi  
 Coordenador do NITTA/FCG  
 Matr. SIAPE: 0334114

Assinatura e Carimbo

**5. Inventor (72):**

Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seus nome(s), neste caso não preencher os campos abaixo.

Nome: ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA  
Qualificação: MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CPF: 00641124384  
Endereço Completo: Av. Aprigio Veloso, 309 Bairro Universitário Campina Grande - PB  
CEP: 58429-149  
Telefone: (83)999436566 FAX: (83)2101-1185  
E-mail: [elisabete\\_pianco@yahoo.com.br](mailto:elisabete_pianco@yahoo.com.br)

Nome: ALEXANDRE JOSÉ DE MELO QUEIROZ  
Qualificação: DOUTOR EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
CPF: 28862813449  
Endereço Completo: Av. Aprigio Veloso, 882 Bairro Universitário Campina Grande - PB  
CEP: 58429-900  
Telefone: (83)2101-1548 FAX: (83) 2101-1185  
E-mail: [alex@deag.ufcg.edu.br](mailto:alex@deag.ufcg.edu.br)

Nome: ROSSANA MARIA FEITOSA DE FIGUEIRÉDO  
Qualificação: DOUTORA EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
CPF: 49892606434  
Endereço Completo: Av. Aprigio Veloso, 882 Bairro Universitário Campina Grande - PB  
CEP: 58429-900  
Telefone: (83)2101-1547 FAX: (83)2101-1185  
E-mail: [rossana@deag.ufcg.edu.br](mailto:rossana@deag.ufcg.edu.br)

Nome: DANIELLE MARTINS LEMOS  
Qualificação: MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CPF: 017950843-16  
Endereço Completo: Av. Aprigio Veloso, 309 Bairro Universitário Campina Grande - PB  
CEP: 58429-149  
Telefone: (83)998300899 FAX: (83)2101-1185  
E-mail: [danielemartins\\_ua@yahoo.com.br](mailto:danielemartins_ua@yahoo.com.br)

Nome: JOSIVANDA PALMEIRA GOMES  
Qualificação: DOUTORA EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
CPF: 51921952415  
Endereço Completo: Av. Aprigio Veloso, 882 Bairro Universitário Campina Grande - PB  
CEP: 58429-900  
Telefone: (83)2101-1056 FAX: (83)2101-1185  
E-mail: [josivanda@gmail.com](mailto:josivanda@gmail.com)

**APENDICE B**

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** SECAGEM CONVECTIVA DA POLPA DE PEQUI PARA ELABORAÇÃO DE CONDIMENTO

**Pesquisador:** Elisabete Planco de Sousa

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 37583214.2.0000.5182

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências e Tecnologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 893.036

**Data da Relatoria:** 25/11/2014

**Apresentação do Projeto:**

**Título da Pesquisa:** SECAGEM CONVECTIVA DA POLPA DE PEQUI PARA ELABORAÇÃO DE CONDIMENTO

**Pesquisador:** Elisabete Planco de Sousa

**Natureza da pesquisa:** Projeto de qualificação;

Apesar do elevado potencial econômico do pequi, ainda são escassos os trabalhos relacionados à secagem da polpa de pequi para fins industriais.

Portando o projeto de tese tem como objetivo estudar a cinética de secagem em diferentes temperaturas e vazões, para obtenção de pós, onde os mesmo serão utilizados na elaboração de condimento produtos para fins alimentícios na indústria de

temperos. A secagem será realizada no secador de leito fixo com temperaturas e fluxo de ar controlados.

Posteriormente, serão obtidos os pós e realizado o estudo das propriedades

físicas, químicas e microbiológicas. Será selecionado o melhor pó com base no rendimento e umidade final,

armazená-lo em embalagem laminada em temperatura de 25 e 35°C± 3°C e estudar a estabilidade a cada

15 dias por um período de 6 meses. De posse desse estudo o pó de pequi será acrescido como tempero

seco para elaboração de condimento em diferentes concentrações, no qual serão realizadas análise físico-química, microbiologia e sensorial. Todavia,

**Endereço:** Rua. Dr. Carlos Chagas, s/n  
**Bairro:** São José **CEP:** 58.107-870  
**UF:** PB **Município:** CAMPINA GRANDE  
**Telefone:** (83)2101-5545 **Fax:** (83)2101-5525 **E-mail:** cep@huic.ufcg.edu.br



HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Protocolo: 003.030

esse estudo tem grande interesse para indústria de alimentos, pois irá contribuir para inovação tecnológica da polpa de pequi e com isso facilita a comercialização de produtos relacionados aos produtos em questão.

Hipótese:

Obtenção de um condimento acrescido da pó da polpa de pequi para consumo humano.

Critério de Inclusão:

Professores e alunos que se encontrarem do estabelecimento de ensino durante o período da análise.

Critério de Exclusão:

Pessoas que possuem colesterol elevado.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL

Obtenção da polpa de pequi em pó, por meio convectivo para elaboração de condimento

Objetivos específicos

Caracterizar a polpa de pequi quanto as propriedades químicas, físico-químicas e reológicas;

Avallar a qualidade da polpa quanto aos parâmetros microbiológicos;

Determinar a cinética de secagem da polpa de pequi em diferentes temperaturas (40, 50, 60 e 70 °C);

Caracterizar os constituintes físico-químicos dos pós obtidos nas diferentes temperaturas (40, 50, 60 e 70 °C);

Avallar a cinética de degradação da cor e dos carotenóides do melhor pó;

Determinar as isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó a 25 °C;

Analisar a estabilidade do melhor pó obtido durante o armazenamento acelerado (90 dias) armazenados nas embalagens laminadas sob diferentes temperaturas (25 e 35 °C) por meio de análises físicas e físico-químicas;

Elaborar um condimento com adição de 0, 25, 37,5, 50 e 62,7% da polpa de pequi em pó;

Analisar a composição centesimal das formulações;

Verificar a qualidade microbiológica das formulações;

Avallar sensorialmente o condimento em pó com relação a aceitação do produto intenção de

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n  
Bairro: São José CEP: 58.107-670  
UF: PB Município: CAMPINA GRANDE  
Telefone: (83)2101-5545 Fax: (83)2101-5523 E-mail: dep@fuaa.ufcg.edu.br

Página 02 de 03

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Protocolo: 003.036

compra.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

é um produto que possui um teor de gordura elevado, então não deve ser consumido em grande quantidade por pessoas com colesterol elevado.

**Benefícios:**

Desenvolvimento de novo produto; Aproveitamento do frutos na super safra;

Riscos previstos: alérgicos a algum dos componentes da formula que será elaborado.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Serão elaboradas 5 formulações de condimentos com diferentes proporções de pó da polpa de pequi, e posteriormente serão realizadas análises da composição centesimal e microbiológica da mesmas. Tem-se em seguida as formulações dos condimentos e as proporções dos ingredientes que serão utilizados.

Formulação 1 (200 gramas)

- Sal (1g)
- Alho (10g)
- Cebola (10g)
- Orégano (10g)
- Pimenta do reino(2g)
- Louro (10g)
- Coentro (semente)-10g
- Glutamato monossódico (2,0g)

Formulação 2 (200 gramas)

- Pequi(50g)
- Sal, (1g)
- Alho (10g)
- Cebola (10g)
- Orégano (10g)

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n  
 Bairro: São José CEP: 58.107-670  
 UF: PB Município: CAMPINA GRANDE  
 Telefone: (83)2101-5545 Fax: (83)2101-5529 E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br

Página 03 de 05



HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Anexo: 003.036

- Pimenta do reino(2g)
- Louro (10g)
- Coentro (semente)-10g
- Glutamato monossódico (2,0g)

Formulação 3(200 gramas)

- Pequi(75g)
- Sal, (1g)
- Alho (10g)
- Cebola (10g)
- Orégano (10g)
- Pimenta do reino(2g)
- Louro (10g)

- Coentro (semente)-10g
- Glutamato monossódico (2,0g)

Formulação 4 (200 gramas)

- Pequi (100g)
- Sal (1g)
- Alho (10g)
- Cebola (10g)
- Orégano (10g)

- Pimenta do reino(2g)
- Louro (10g)

- Coentro (semente)-10g
- Glutamato monossódico (2,0g)

Formulação 5 (200 gramas)

- Pequi (125g)
- Sal, (1g)
- Alho (10g)
- Cebola (10g)
- Orégano (10g)
- Pimenta do reino (2g)
- Louro (10g)
- Coentro (semente)-10g

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n  
Bairro: São José CEP: 58.107-670  
UF: PB Município: CAMPINA GRANDE  
Telefone: (83)2101-5545 Fax: (83)2101-5525 E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br

Página 04 de 05

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO /  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Parecer 893.036

• Glutamato monossódico (2,0g)

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de rosto;  
projeto;  
Termo de Consentimento Livre Esclarecido(corrigido);  
Termo de anuência;  
Declaração de compromisso do pesquisador;  
Ficha de análise sensorial;

**Recomendações:**

As recomendações foram atendidas no TCLE e nos critérios de exclusão, O projeto se enquadra nas exigências da Resolução 466/12 da CNS.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto, somos de parecer favorável a aprovação da presente pesquisa.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

A partir da análise da relatoria o protocolo foi considerado aprovado.

CAMPINA GRANDE, 01 de Dezembro de 2014

---

Assinado por:  
SHEILA MILENA PESSOA DOS SANTOS  
(Coordenador)

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n CEP: 58.107-670  
Bairro: São José  
UF: PB Município: CAMPINA GRANDE  
Telefone: (83)2101-5545 Fax: (83)2101-5525 E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br

Página 05 de 05

**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola**

---

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

ESTUDO: SECAGEM CONVECTIVA DA POLPA DE PEQUI PARA ELABORAÇÃO  
DE CONDIMENTO

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

---

Eu, (inserir o nome, profissão) \_\_\_\_\_  
residente e domiciliado na \_\_\_\_\_,  
portador da Cédula de identidade, RG \_\_\_\_\_, e inscrito no  
CPF: \_\_\_\_\_ nascido(a) em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_, abaixo  
assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do  
estudo “SECAGEM CONVECTIVA DA POLPA DE PEQUI PARA ELABORAÇÃO DE  
CONDIMENTO”.Tendo como objetivo avaliar sensorialmente os condimentos de pequi  
adicionado de pó da polpa de pequi, orégano, coentro (semente) e glutamato monossódico.  
Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais  
esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.

Estou ciente que:

- I) O estudo se faz necessário para que seja avaliada a preferência do provador, quanto aos melhores formulações de condimento elaborado com a polpa de pequi em pó.

- II) Tenho consciência, das possíveis alergias ou alterações metabólicas que poderão ser causadas pelo produto, caso seja alérgico a pequi, e/ou seja diabético.
- III) Essa (s) coleta(s) serão feitas apenas para este estudo, com resguardo da identidade do provador.
- IV) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;
- V) A desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico. Não virá interferir no atendimento ou tratamento médico;
- VI) Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;
- VII) Caso eu desejar, poderei pessoalmente tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa.

Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

IX) Observações Complementares.

X) 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 a Delegacia Regional de Campina Grande.

Campina Grande, 15 de Outubro de 2014

**Testemunha 1 :** \_\_\_\_\_

Nome / RG / Telefone

**Testemunha 2 :** \_\_\_\_\_

Nome / RG / Telefone

**Responsável pelo Projeto:** Elisabete Piancó de Sousa

**Endereço do Pesquisador Responsável:** Rua: Rodrigues Alves 1799, Bairro Universitário. Campina Grande – PB.

**Telefone para contato:** (83)9943-6566

**Endereço do CEP Responsável:** Rua: Dr. Carlos Chagas, S/N, São José. Campina Grande – PB.

**Telefone do CEP Responsável:** (83) 2101-5545.

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

**Ficha – Análise sensorial**

**Dados pessoais**

Nome: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

**Questionário**

O questionário abaixo deve ser respondido com discernimento, pois é fundamental para avaliação dos resultados da análise sensorial.

1) Você tem hábito de consumir qual tipo de alimentos com adição do fruto de pequi e derivados?

fruto do pequi

molho

arroz com pequi

bolo

2) Por qual motivo você consome?

Porque gosta.

Consome porque faz parte da cultura local, mas não gosta.

Consome porque é obrigado

consome porque possui atributos nutricionais

3) Você já consumiu alimentos com adição do pó de pequi?

Sim, e gostei.

Sim, mas nem gostei, nem desgostei.

Sim, mas não comeria novamente.

Não.

Obrigada!

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

**Ficha – Análise sensorial**

**Dados pessoais**

Nome: Escolaridade:

Email: Telefone: Idade:

**Questionário**

O questionário abaixo deve ser respondido com discernimento, pois é fundamental para avaliação dos resultados da análise sensorial.

1) Você tem hábito de consumir alimentos preparados com adição de condimentos?

- carnes
- molho
- arroz
- feijão

2) Por qual motivo você consome?

- por que gosta.
- Consome por que faz parte da cultura local, mas não gosta.
- consome por que possui atributos nutricionais

3) Qual dos ingredientes mencionados abaixo tem habito de consumir, quando incluso em alguma formulação de tempero ou condimento?

- pó de polpa de pequi
- orégano
- semente do coentro
- glutamato monossódico

4) Ao consumir alguns dos ingredientes citados na pergunta anterior, você teve algum tipo de reação alérgica?

- sim
- não
- se tive, não lembro
- prefiro não consumir

Obrigada!

UNIVERSIDADE FEDERAL DA CAMPINA GRANDE - PB  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
**AVALIAÇÃO SENSORIAL DO CONDIMENTO COM POLPA DE PEQUI EM PÓ**

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

Sexo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Você irá receber amostras de caldo de feijão adicionado de condimento elaborado com polpa de pequi em pó, que deverá ser avaliado utilizando-se a escala hedônica de 9 pontos, onde serão julgados se gosta ou desgosta dos atributos que serão avaliados: cor, aroma, sabor e aparência global. As amostras serão codificadas e os provadores serão orientados do momento da análise como irão prová-las.

**Escala Hedônica**

1-desgostei muitíssimo, 2- desgostei muito, 3-desgostei moderadamente, 4-desgostei ligeiramente, 5-nem gostei e nem desgostei, 6-gostei ligeiramente, 7-gostei moderadamente, 8- gostei muito, 9- gostei muitíssimo).

Amostras	Atributos avaliados			
	Cor	Aroma	Sabor	Aparência global

**Intenção de compra**

1-certamente não consumiria o produto, 2- provavelmente não consumiria o produto, 3-tenho dúvidas se consumiria ou não o produto, 4- provavelmente consumiria o produto e 5-certamente consumiria o produto).

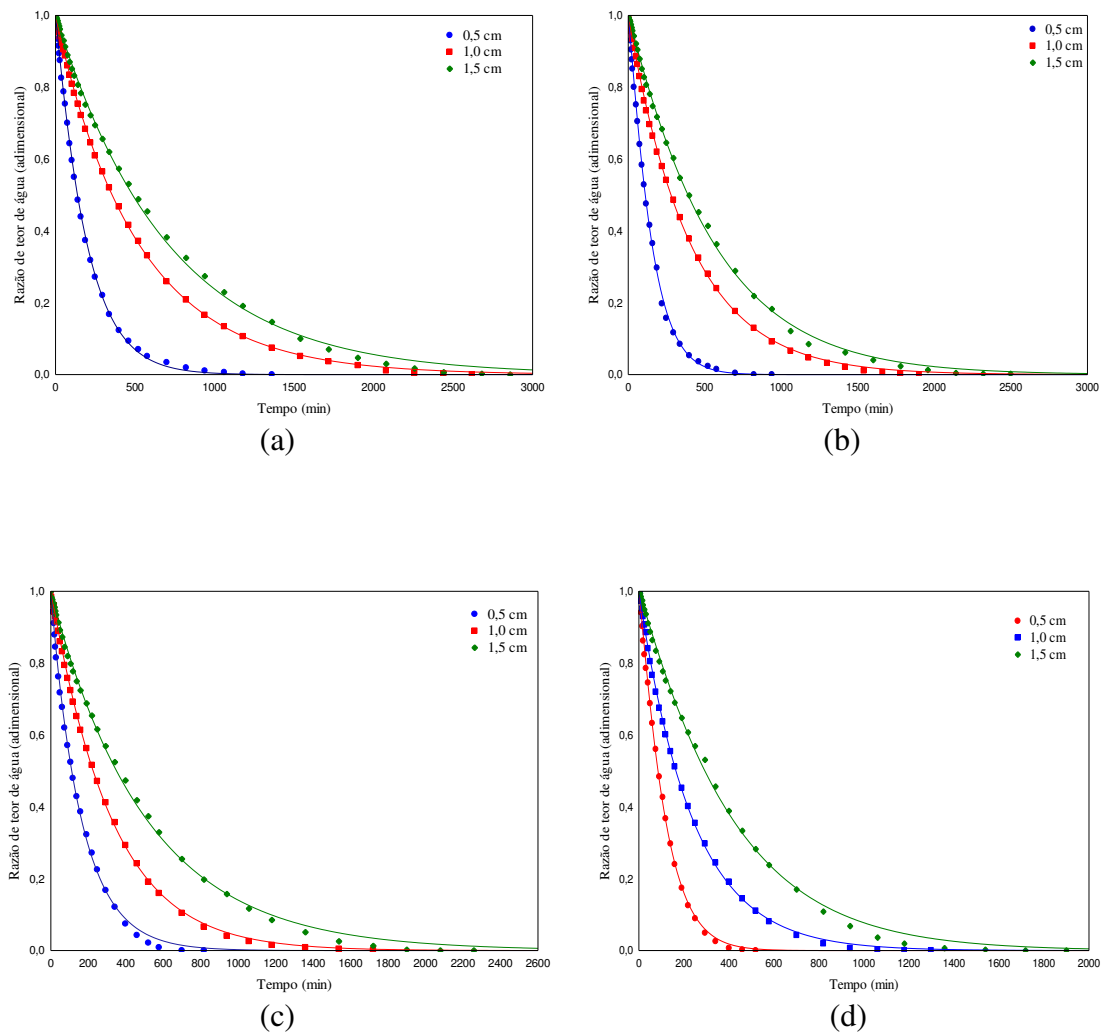
Amostras	Intenção de compra

Comentários :

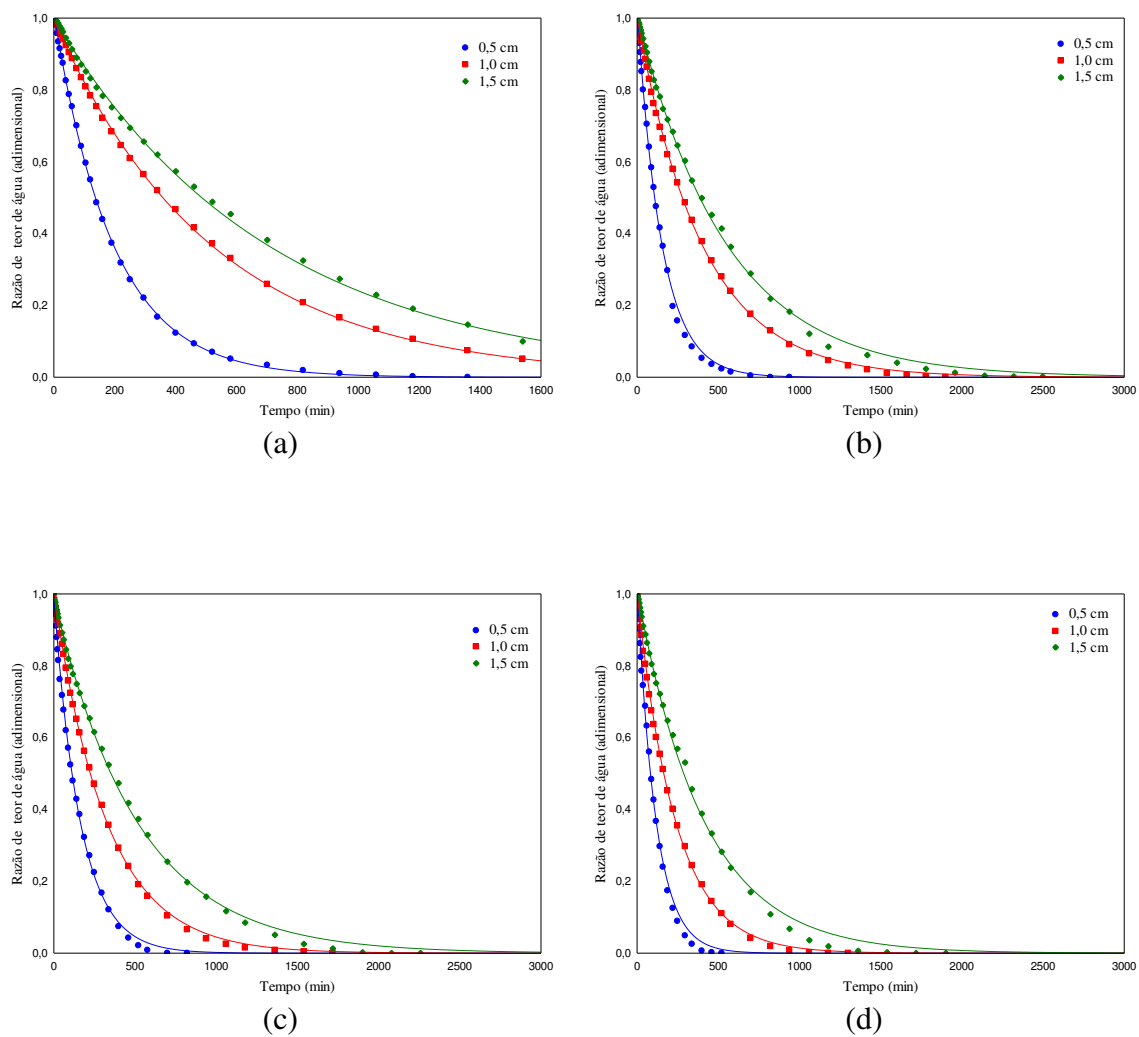
\_\_\_\_\_



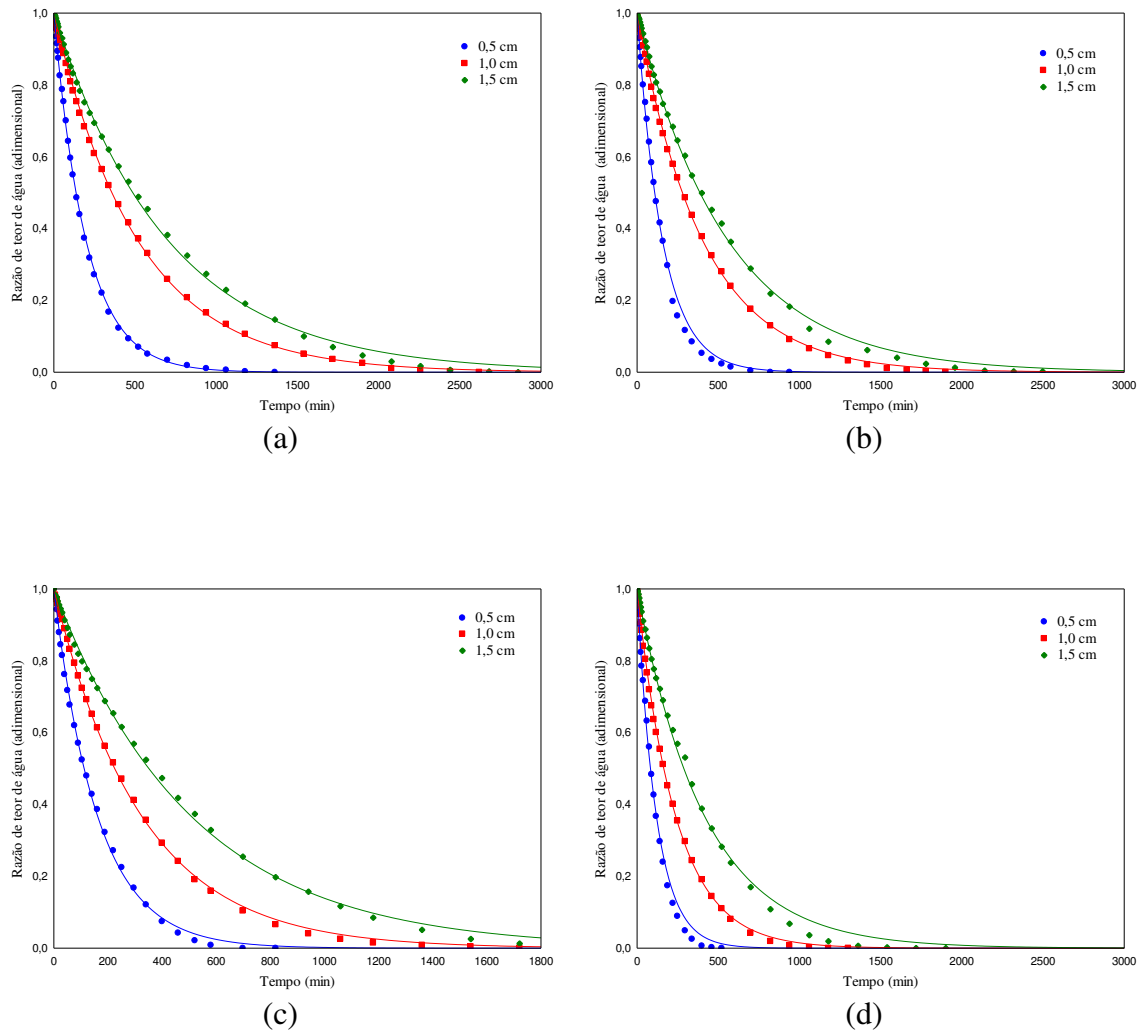
**APENDICE C**



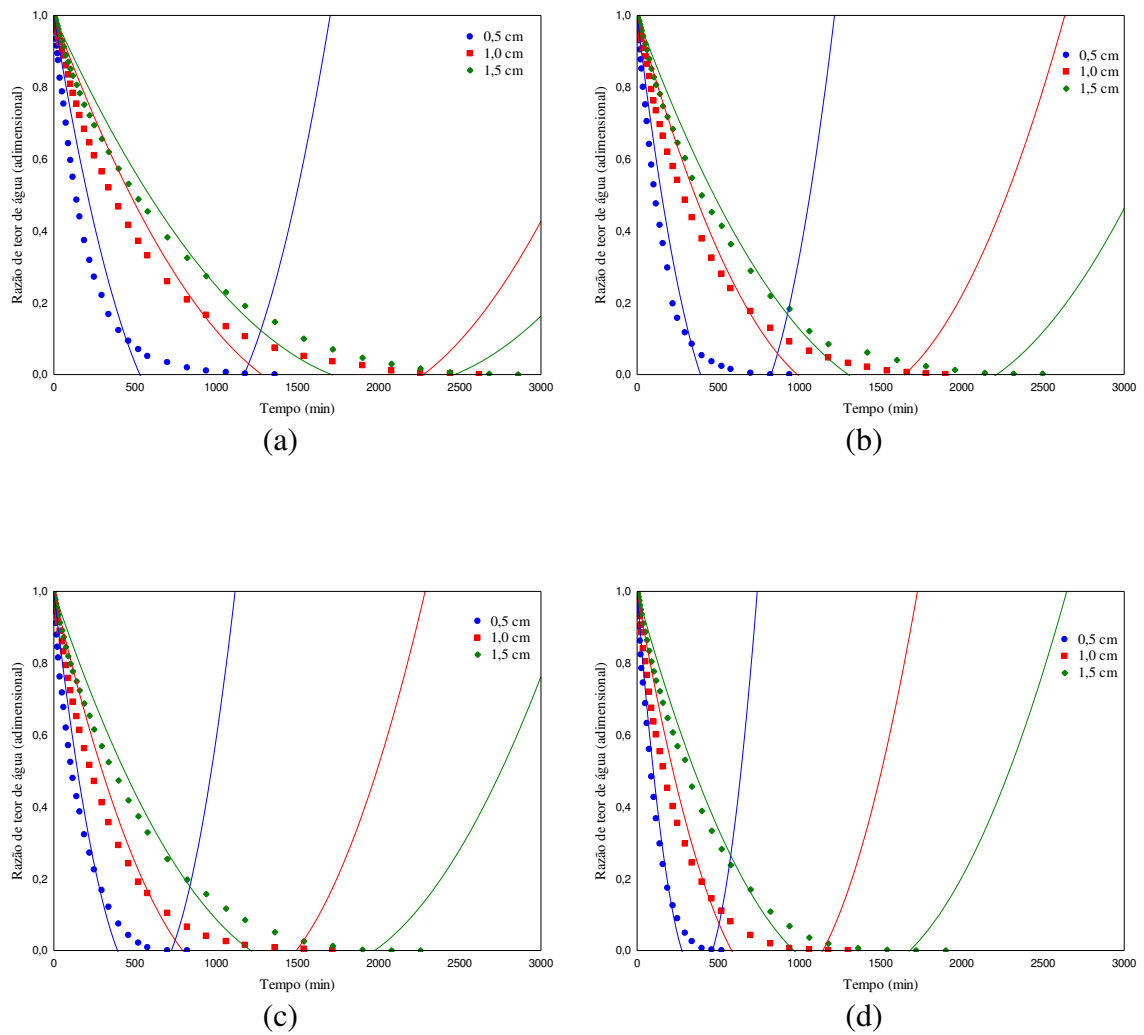
**Figura C.1**– Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Page nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.



**Figura C.2** - Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Henderson e Pabis nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.

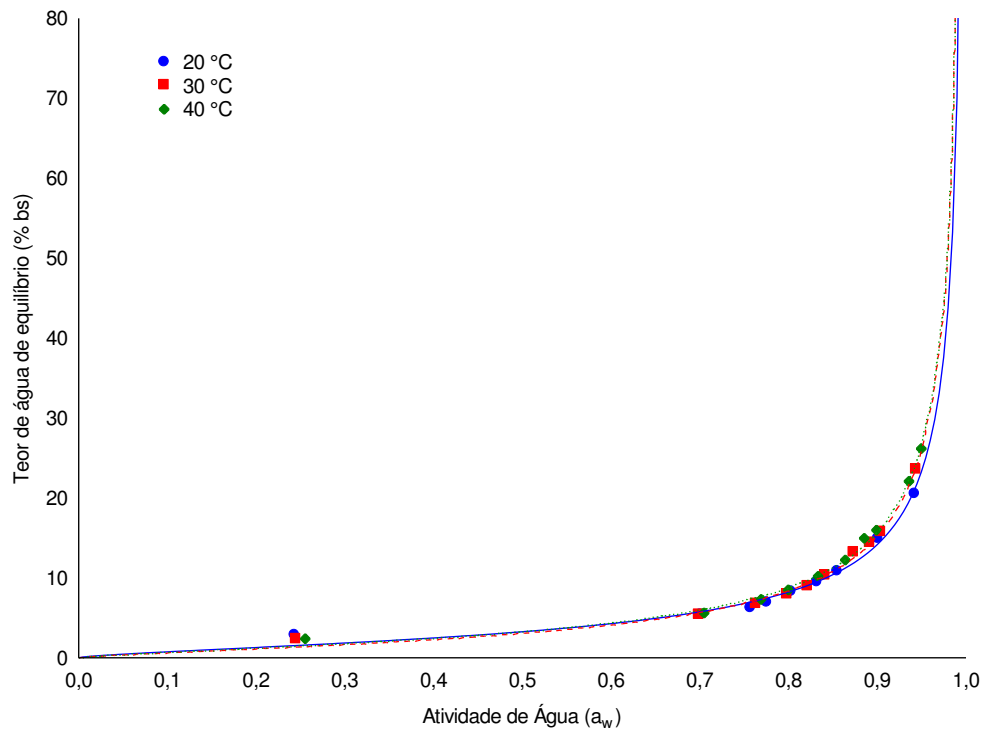


**Figura C.3** - Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Newton nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.

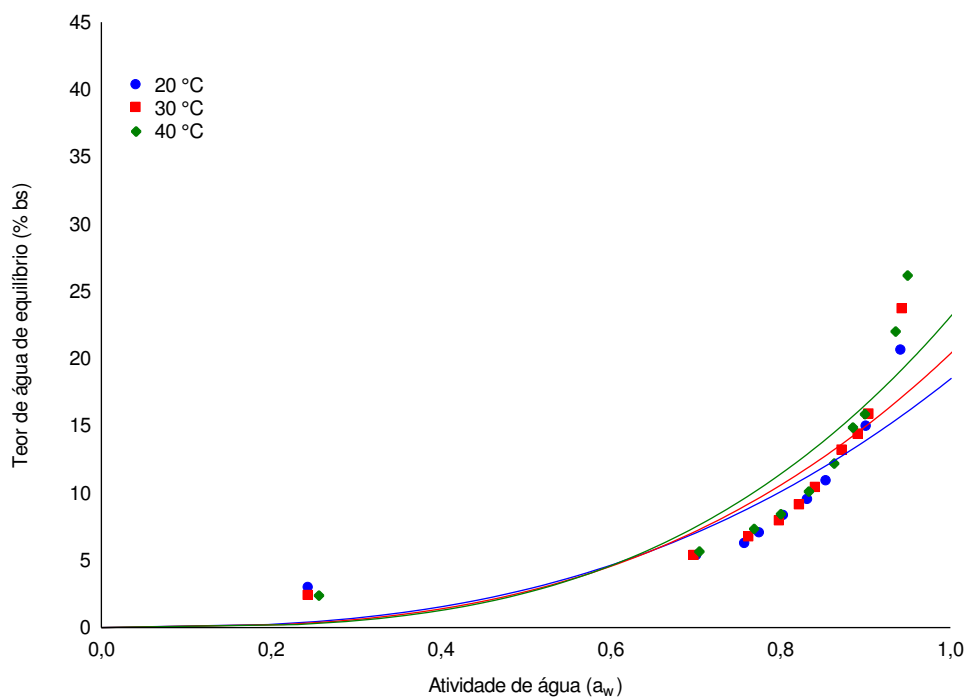


**Figura C.4** - Curvas de cinética de secagem da polpa de pequi ajustadas com o modelo de Wang e Sing nas temperaturas de: (a) 50 °C; (b) 60 °C; (c) 70 °C e (d) 80 °C.

**APENDICE D**



**Figura D.1** - Isoterma de adsorção de água ajustada ao modelo de Oswin do pó de pequi na temperatura 70 °C e 0,5 cm de espessura.



**Figura D.2** - Isoterma de adsorção de água ajustada ao modelo de Peleg do pó de pequi na temperatura 70 °C e 0,5 cm de espessura.