



**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS  
MISSÕES - CÂMPUS DE ERECHIM  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**MARLOVA ELIZABETE BALKE**

**DESIDRATAÇÃO DE PÊSSEGO EM DIFERENTES PROCESSOS: MODELAGEM  
MATEMÁTICA E ANÁLISE EMPREENDEDORA**

**ERECHIM/RS - BRASIL**

**OUTUBRO, 2016**

**MARLOVA ELIZABETE BALKE**

**DESIDRATAÇÃO DE PÊSSEGO EM DIFERENTES PROCESSOS: MODELAGEM  
MATEMÁTICA E ANÁLISE EMPREENDEDORA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim, como requisito à obtenção do grau de Doutora em Engenharia de Alimentos.

Orientadores:

Profa. Dra. Juliana Steffens

Profa. Dra. Mónica Beatriz Alvarado Soares

Prof. Dr. Alexandre Batista de Jesus Soares

**ERECHIM/RS - BRASIL**

**OUTUBRO, 2016**

**DESIDRATAÇÃO DE PÊSSEGO EM DIFERENTES PROCESSOS: MODELAGEM  
MATEMÁTICA E ANÁLISE EMPREENDEDORA**

MARLOVA ELIZABETE BALKE

Tese de Doutorado submetida à Comissão julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim, como requisito parcial para obtenção do grau de doutor em engenharia de alimentos.

Comissão Julgadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Steffens  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mônica Beatriz Alvarado Soares  
Orientadora

---

Prof. Dr. Alexandre Bastista de Jesus Soares  
Orientador

---

Prof. Dr. Márcio Antônio Mazutti  
Membro da Banca (UFSM)

---

Prof. Dr. Weber da Silva Robazza  
Membro da Banca (UDESC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Clarice Steffens  
Membro da banca (URI)

---

Prof. Dr. Thiago André Weschenfelder  
Membro da Banca  
(URI)

Erechim, outubro de 2016.

Aos meus filhos **Hector Balke Nodari** e **Vitor Hugo Balke Nodari**, fazendo votos para que este trabalho lhes sirva de exemplo de inspiração para uma carreira acadêmica e profissional com muito êxito e felicidade.

Ao meu esposo **Nazareno** pelo amor e companheirismo, paciência pelas horas dedicadas ao estudo, em todos esses anos...

À minha sempre amada mãe **Ladir**, pelo eterno amor incondicional na minha vida. O exemplo que me deixou é o que me impulsiona a seguir, mesmo sentindo tanto a ausência física sempre está junto a mim.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela iluminação em todos os dias de minha vida e pela minha saúde.

A Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões Campus Erechim, ao Departamento de Engenharia de Alimentos, pela oportunidade de realização desta Tese.

Ao IFRS- Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul, pelo incentivo para realização deste trabalho.

A todos os colegas do Curso de Mestrado e Doutorado de Engenharia de Alimentos, pelo companheirismo.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos pelo conhecimento.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Juliana Steffens, pela orientação, sugestões enriquecedoras e amizade construída.

Ao Prof. Dr. Alexandre Batista de Jesus Soares, e Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Mônica Beatriz Alvarado Soares pela orientação.

A Prof. Dr<sup>ª</sup>. Eunice Valduga, coordenadora do Programa de Mestrado e Doutorado de Engenharia de Alimentos, da URI, pela motivação.

Aos Professores Márcio Antônio Mazutti, Clarice Steffens, Weber da Silva Robazza e Thiago André Weschenfelder, pela participação na banca da Tese e sugestões para o enriquecimento do trabalho.

Aos alunos bolsistas de Engenharia de Alimentos, em especial a Daniela Bucior.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Alimentos, sempre atenciosos e às funcionárias da Secretaria do Programa de Pós Graduação da URI Erechim.

Ao Prof. Ms. Cícero José Matuella Moreira pelo auxílio com o programa computacional.

Em especial, aos meus familiares, **Nazareno, Hector, Vitor Hugo, Ladir Reomidio, Alexandra, Roberto e Murilo** pela paciência, amor, carinho, apoio, compreensão e incentivos.

E a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram nessa jornada!

Resumo da Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutora em Engenharia de Alimentos.

**Desidratação de Pêssego em Diferentes Processos: Modelagem  
Matemática e Análise Empreendedora**

**Marlova Elizabete Balke**

**Outubro/2016**

Orientadores: Juliana Steffens; Mónica Beatriz Alvarado Soares e Alexandre Batista de Jesus Soares.

Em algumas regiões do Brasil, em especial no Rio Grande do Sul, em virtude do clima, o cultivo do pêssego apresenta potencial considerável para seu desenvolvimento. Os cultivares *Chimarrita* e *Eragil*, destacam-se na produtividade frutífera, com elevada qualidade do sabor, tamanho e valor nutricional. No entanto, por ocasião da perecibilidade e sazonalidade, há a necessidade do desenvolvimento de métodos de conservação, dentre os quais a desidratação, se ajusta por aumentar a vida de prateleira do fruto, bem como agregar valor aos pêssegos excedentes. A modelagem matemática aplicada na desidratação de frutas é uma ferramenta que auxilia na definição das condições adequadas para a secagem de cada alimento, definidas pelo algoritmo de modelagem. Nesse sentido, este trabalho objetivou analisar modelos matemáticos representativos dos diferentes processos de desidratação do pêssego dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil*. Assim, torna-se possível aplicar o conhecimento congruente, na aplicabilidade dos sistemas de secagem, como conservação dos alimentos, realizando o aproveitamento do excedente de matéria prima regional, bem como avaliar os efeitos da desidratação em estufa, pré-secagem osmótica, seguida de secagem em estufa e liofilização. Assim, os modelos de Difusão, de Lewis e Page foram ajustados aos dados experimentais da cinética de secagem, sendo realizada a comparação dos modelos supracitados, verificando qual apresenta maior potencialidade para representar a desidratação. Estudou-se, além disso, a cinética de secagem dos diferentes processos e cultivares do fruto em questão. Analogamente, as amostras *in natura*, e as desidratadas, foram avaliadas microbiologicamente, físico-quimicamente ( pH, sólidos solúveis, atividade da água, cinzas, umidade e cor) e sensorial dos cultivares, em diferentes processos de desidratação, em que, se constatou a permanência do baixo nível das cargas microbianas. Adicionalmente, estudou-se a viabilidade empreendedora focada na implantação de uma agroindústria, para desidratação dos pêssegos. Em relação ao tempo de desidratação, constatou-se que a desidratação osmótica, por duas horas de processo, seguida de secagem em estufa, para ambos os pomos, obteve melhor aceitação sensorial. De acordo com os dados obtidos acerca da caracterização físico-químicas dos pêssegos desidratados, de maneira geral, observou-se que os valores enquadram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação. As amostras desidratadas de ambos agricultores de pêssegos e diferentes processos exibiram resultados diferenciados para a umidade, considerados todos dentro da legislação vigente: abaixo de 25% para frutas secas e 5% para liofilizados. Houve, ainda, resultado ideal para desidratação em estufa com 12,76% de umidade a ambos os cultivares, seguinte ao processo de desidratação osmótica de 24,54% para *Eragil* e 25,2% para *Chimarrita*. Igualmente, se realizou, durante a desidratação, análises da cinética com dados experimentais da secagem, e o melhor resultado, em relação ao tempo e

perda de umidade foi o correspondente ao cultivar *Chimarrita*, em desidratação osmótica. Deste modo, com os experimentos e análise empreendedora simplificada, os resultados no processo de desidratação osmótica seguido de secagem em estufa, para ambos cultivares, foram satisfatórios, evidenciando ser economicamente viável a implantação da agroindústria. Portanto, considerando a análise, da utilização da modelagem matemática como ferramenta nas técnicas de desidratação, para prever o processo, através de programa computacional, possibilitou-se a comparação e análise dos modelos matemáticos, em que se evidenciou o de Page ter apresentado maior potencialidade para descrever os processos.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática. Modelo. Desidratação do Pêssego. Empreendimento.

Abstract of Thesis submitted to Graduate Program in Food Engineering , URI - Campus Erechim as partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Food Engineering (D.Sc.)

**Peach watering in different processes : Modeling  
Mathematics and Entrepreneurial Analysis**

**Marlova Elizabete Balke**

**October/ 2016**

Advisors: Juliana Steffens; Mónica Beatriz Alvarado Soares e Alexandre Jesus Soares.

In some regions of Brazil, especially in Rio Grande do Sul, the peach culture has considerable potential for development due to the climate. *Chimarrita* and *Eragil* cultivars stand out in fruitful productivity with high quality flavor, size and nutritional value. However, due to the perishability and seasonality, there is the need to develop conservation methods, among which the dehydration fits perfectly for increasing the shelf life of the fruit, as well as because it adds value to the surplus peaches. This study aimed to analyse mathematical models, which represent different peach dehydration processes of *Chimarrita* and *Eragil* cultivars. Mathematical modeling and simulation of fruits dehydration is a tool that helps define the right conditions for the drying process of each one of them, which is defined by the modeling algorithm. Thus, it is possible to apply consistent knowledge to the applicability of the drying systems, such as food preservation, by means of using the excess of regional feedstock. It is also possible to assess the effects of dehydration in an oven, osmotic dehydration, then oven drying and lyophilizing. Thus, the diffusion models from Lewis and Page were adjusted to the experimental data of drying kinetics, and the comparison of these models was performed. We found out which one has greater potential to optimize dehydration. We also studied the drying kinetics of the processes, as well as the different cultivars of this fruit. Similarly, the fresh and dried samples were chemically and physically and microbiologically ( pH, soluble solids, water activity, moisture and ash color) and sensory analysis of cultivars in different dehadration processes, in which we found out that a low level of microbial loads still remains. Furthermore, we studied the entrepreneurial viability focused on the implementation of a Agroindustry for peach dehydration. Regarding the dehydration time, we found out that the osmotic dehydration process for two hours, followed by oven drying for both cultivars, got better sensory acceptance. According to the data on the physicochemical characterization of the dehydrated peaches, they were considered to be within the standards. Even though dehydrated samples of both cultivars and different processes showed different results for moisture, all of them were considered within the standards according to the current legislation: below 25% for dehydrated fruits and 5% for lyophilized ones. There was also an ideal result for dehydration in an oven with 12.76% moisture for both cultivars, which followed the osmotic dehydration of 24.54% for *Eragil* and 25.2% for *Chimarrita*. During the dehydration, we performed the kinetic analyses of the drying process. The best result of the kinetics regarding the time and humidity loss favored *Chimarrita* in osmotic dehydration. With the experiments and the simplified entrepreneurial analysis, the results of osmotic dehydration followed by oven drying were satisfactory for both cultivars, which shows that the implementation of the agroindustry may be economically feasible. Therefore, considering the analysis, the use of mathematical modeling as a tool in the dehydration techniques to predict the process through computer program, allowed the comparison and analysis of mathematical models, which showed the Page have presented greater potential to describe the processes.

**Keywords:** Modeling Mathematical. Modeling. Dehydration Peach. Empreendiment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cultivar de pêssego <i>Chimarrita</i> .....	26
Figura 2 - Cultivar de pêssego <i>Eragil</i> .....	26
Figura 3 - Fluxo da desidratação osmótica.....	32
Figura 4- Etapas da Modelagem Matemática.....	37
Figura 5 - Ações no processo da Modelagem Matemática.....	38
Figura 6 - Exemplo da curva de secagem.....	41
Figura 7 - Fluxograma do preparo das amostras para os diferentes processos.....	59
Figura 8 - Imagem das amostras cultivar <i>Chimarrita</i> (a) e <i>Eragil</i> (b) dispostas em bandeja para secagem em estufa.....	60
Figura 9 - Padrões de qualidade em relação à cor dos pêssegos desidratados pelos diferentes processos de desidratação.....	80
Figura 10 - Histograma de frequência análise sensorial do cultivar <i>Chimarrita</i> : intenção de compra.....	81
Figura 11- Histograma de frequência análise sensorial cultivar <i>Eragil</i> intenção de compra...	82
Figura 12(a) - Ajuste do Modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar <i>Chimarrita</i> desidratado em estufa.....	92
Figura 12(b) - Ajuste do Modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar <i>Chimarrita</i> desidratado em estufa.....	92
Figura 13(a) - Ajuste do Modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar <i>Eragil</i> desidratado em estufa.....	93
Figura 13(b) - Ajuste do Modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar <i>Eragil</i> desidratado em estufa.....	93
Figura 14(a) - Ajuste do Modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar <i>Chimarrita</i> liofilizado.....	95
Figura 14(b) - Ajuste do Modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar <i>Chimarrita</i> liofilizado.....	95

Figura 15(a) - Ajuste do Modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar <i>Eragil</i> liofilizado.....	96
Figura 15(b) - Ajuste do Modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar <i>Eragil</i> liofilizado.....	96
Figura 16(a) - Ajuste dos modelos de Difusão e Page aos dados do experimento do pêssego desidratado osmoticamente <i>Chimarrita</i> .....	98
Figura 16(b) - Ajuste dos modelos de Difusão e Page aos dados do experimento do pêssego desidratado osmoticamente <i>Eragil</i> .....	99
Figura 17(a) - Ajuste do modelo de Page e de Difusão aos dados experimentais do experimento do pêssego desidratado osmoticamente <i>Chimarrita</i> .....	99
Figura 17(b) - Ajuste do modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do experimento do pêssego desidratado osmoticamente <i>Eragil</i> .....	100
Figura 18 - Gráfico representando a porcentagem de investimento total do empreendimento .....	105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de pêssego no município de Erechim.....	24
Tabela 2 - Composição média da polpa de pêssego .....	27
Tabela 3 - Modelos Matemáticos ajustados às curvas experimentais de cinética de desidratação em diferentes processos .....	40
Tabela 4 - Trabalhos da literatura com desidratação de alimentos usando diferentes modelos matemáticos .....	49
Tabela 5 - Trabalhos da literatura utilizando o Método de Gauss em diferentes alimentos.....	51
Tabela 6 - Resultados das análises microbiológicas de pêssegos <i>Chimarrita e Eragil in natura</i> .....	72
Tabela 7 - Resultados das caracterizações dos cultivares dos pêssegos <i>Chimarrita e Eragil in natura</i> .....	73
Tabela 8 - Resultados das análises microbiológicas dos pêssegos ( <i>Chimarrita e Eragil</i> ) desidratados através dos diferentes processos do cultivar, após um dia de desidratação.....	74
Tabela 9 - Resultados análise microbiológica para os pêssegos <i>Chimarrita x Eragil</i> desidratados osmoticamente seguido de estufa, após 65 dias de armazenamento a temperatura ambiente.....	75
Tabela 10 - Resultados das análises físico-químicas dos pêssegos <i>Chimarrita e Eragil</i> desidratados por diferentes métodos .....	76
Tabela 11 - Análise da cor dos pêssegos cultivares <i>Chimarrita e Eragil</i> em diferentes processos de secagem .....	79
Tabela 12 - Média das notas atribuídas pelos julgadores quanto à aceitação global afetiva ( <i>Chimarrita e Eragil</i> ) .....	80
Tabela 13- Resultados dos processos de secagem com relação ao tempo e a massa .....	85
Tabela 14-Valores do coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ); (SE) e coeficiente de difusividade calculados para verificação do ajuste do modelo Matemático Difusional aos valores experimentais da secagem de pêssegos. ....	90

Tabela 15-Parâmetro de ajuste obtido dos modelos: Difusional, de Lewis e Page durante a desidratação em estufa dos pêssegos <i>Chimarrita</i> e <i>Eragil</i> .....	94
Tabela 16-Parâmetro de ajuste obtido dos modelos: Difusional, de Lewis e Page durante a liofilização dos pêssegos <i>Chimarrita</i> e <i>Eragil</i> .....	97
Tabela 17- Parâmetro de ajuste obtido dos modelos: Difusional, de Lewis e Page durante a desidratação osmótica seguida de secagem em estufa dos pêssegos <i>Chimarrita</i> e <i>Eragil</i> . ....	100
Tabela 18-Total dos recursos de materiais fixos .....	103
Tabela 19-Caixa mínimo .....	104
Tabela 20- Capital de giro- resumo .....	104
Tabela 21-Investimento para instalação da Agroindústria .....	105
Tabela 22-Recursos para instalação da Agroindústria .....	106
Tabela 23-Produto: custo para produção de 100g de pêssego <i>Chimarrita</i> .....	107
Tabela 24-Produto: custo para produção de 100g de pêssego <i>Eragil</i> .....	107
Tabela 25-Apuração do custo de MD e/ou MV .....	107
Tabela 26-Custo Fixo Mensal.....	109
Tabela 27-Demonstrativo de resultados na implantação do empreendimento agroindustrial	109
Tabela 28-Indicadores da viabilidade econômica: ponto de equilíbrio, lucratividade, payback .....	110
Tabela 29-Medida de massa e tempo CE .....	132
Tabela 30-Medida de massa e tempo EE.....	132
Tabela 31-Medida de massa e tempo CDO .....	132
Tabela 32-Medida de massa e tempo EDO .....	132
Tabela 33-Medida de massa e tempo CL .....	132
Tabela 34-Medida de massa e tempo EL.....	132
Tabela 35-Imóveis e automóvel .....	135
Tabela 36- Equipamentos necessários ao empreendimento .....	135
Tabela 37-Móveis e utensílios necessários ao empreendimento .....	135
Tabela 38-Computador e impressora.....	135
Tabela 39-Estoque inicial necessário ao empreendimento.....	136
Tabela 40-Cálculo do prazo médio de vendas.....	136
Tabela 41-Cálculo do prazo médio de compras .....	136
Tabela 42-Cálculo de necessidade média de estoque.....	136

Tabela 43-Custos operacionais.....	137
Tabela 44-Faturamento Mensal: estimativa de vendas.....	137
Tabela 45-Custos de comercialização .....	137
Tabela 46-Funcionários e qualificação.....	137
Tabela 47-Valor gasto com funcionários .....	138
Tabela 48-Custos com depreciação .....	138

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
Aw	Atividade da água
CE	<i>Chimarrita</i> desidratado em estufa
Ce	Coefficiente de encolhimento
CDO	<i>Chimarrita</i> desidratação osmótica seguido de desidratação em estufa
CL	<i>Chimarrita</i> liofilizado
CMD/CMV	Custos com materiais diretos
CNPFT	Centro Nacional de Pesquisas de Frutas Temperadas
CPACT	Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
DO	Desidratação osmótica
EE	<i>Eragil</i> desidratado em estufa
EDO	<i>Eragil</i> desidratação osmótica seguido de desidratação em estufa
EL	<i>Eragil</i> liofilizado
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAOSTAT	Segurança Alimentar da Organização de Agricultura das Nações Unidas
IFRS	Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul
IAC	Índice de Aceitabilidade de Compra
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
pH	potencial Hidrogeniônico
PIP	Produção Integrada de Pêssego
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEPLAG	Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã de Erechim
SEPLAN	Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento Regional
URI	Universidade Regional Integrada das Missões Erechim

## LISTA DE SÍMBOLOS

a	Constante do modelo adimensional
A	Área
A <sub>0</sub>	Área inicial
C	Constante empírica e dependente do material
C <sub>e</sub>	Coefficiente de encolhimento
CF	Custo fixo
Def	Difusividade efetiva de massa
dx	Variação da fatia em relação ao raio
$\frac{\partial x}{\partial t}$	Variação da massa e do tempo
E	Espessura
E <sub>0</sub>	Espessura inicial
E <sub>a</sub>	Energia de ativação
EDOs	Equação diferencial ordinária
h	Diferença de x <sub>0</sub> e x <sub>1</sub> , dividido pelo número de intervalos
J	Fluxo de umidade
k	Coefficiente de secagem
k <sub>1</sub>	Constante de secagem
k <sub>2</sub> , k <sub>3</sub>	Constante modificada de secagem
L	Lucro
L	Espessura do pêssego
m	Teor de água (g de água/g de matéria seca)
Mr	Razão da umidade adimensional
MC	Margem de contribuição
PE	Ponto de equilíbrio (break-even point)
r	Raio
RU	Razão da umidade do produto
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação
RMSD	Erro
SE	Erro médio
S	Área em m <sup>2</sup>

$t$	Tempo
$T$	Temperatura
$T_2$	Temperatura em Kelvin
$T$	Matriz transposta
$T_a$	Temperatura ambiente
$U^*$	Umidade de equilíbrio
$U_0$	Teor de umidade inicial
$U_e$	Teor de umidade de equilíbrio
$U_t$	Teor de umidade média no tempo
$U_{bs}$	Umidade de base seca
$U_{bu}$	Umidade de base úmida
$V_0$	Volume inicial
$V$	Volume
VPL	Valor presente líquido
$\nabla X_{\bar{x}}$	Gradiente de teor de umidade no sólido
$x_0$	Intervalo inicial
$x_1$	Intervalo final
$X_m$	Valor de monocamada (g de água da monocamada/g de sólidos secos)
$Y$	Altura da fatia de pêssego

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	22
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>23</b>
2.1 PRODUÇÃO DE PÊSSEGO .....	23
<b>2.1.1 Cultivares de pêsego.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2 Composição de pêsegos.....</b>	<b>27</b>
2.2 PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO DE FRUTAS.....	27
<b>2.2.1 Desidratação em estufa .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.2 Liofilização .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.2 Desidratação osmótica (DO).....</b>	<b>32</b>
2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA: CONCEITOS .....	35
<b>2.3.1 Modelagem do processo de secagem .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.2 Conceito de diferentes modelos matemáticos.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.3 Estudos com modelagem matemática aplicada na desidratação de frutas .....</b>	<b>47</b>
2.4 EMPREENDEDORISMO: VIABILIDADE NA FRUTICULTURA .....	51
<b>2.4.1 Viabilidade financeira .....</b>	<b>53</b>
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	56
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>58</b>
3.1 AMOSTRAS .....	58
3.2 DESIDRATAÇÃO DOS PÊSSEGOS .....	58
<b>3.2.1 Preparação das amostras .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.2 Processo de desidratação em estufa .....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.3 Liofilização .....</b>	<b>61</b>
<b>3.2.4 Processo de desidratação osmótica .....</b>	<b>61</b>

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PÊSSEGOS .....	62
3.3.1 Análise microbiológica .....	62
3.3.2 Análise físico-químicas .....	62
3.3.3 Análise física cor .....	64
3.3.4 Análise sensorial .....	64
3.3.5 Análise Estatística.....	66
3.3.6 Análise do encolhimento das fatias com melhor resultado senso.....	66
3.4 MODELO MATEMÁTICO .....	68
3.5 EMPREENDEDORISMO: VIABILIDADE ECONÔMICA.....	69
3.5.1 Análise de Swot na possível instalação de Agroindústria .....	70
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>72</b>
4.1 ANÁLISES DOS PÊSSEGOS <i>IN NATURA</i> .....	72
4.1.1 Análises microbiológicas .....	72
4.1.2 Análises físico-químicas .....	73
4.2 ANÁLISES DOS PÊSSEGOS DESIDRATADOS.....	74
4.2.1 Análises microbiológicas .....	74
4.2.2 Análises físico-químicas .....	75
4.2.3 Análise de Cor.....	79
4.3 ANÁLISE SENSORIAL .....	80
4.3.1 Teste de Aceitabilidade .....	80
4.3.2 Teste de Intenção de Compra .....	81
4.3.3 Desidratação osmótica <i>Chimarrita</i> : Análise do encolhimento do pêssego.....	83
4.4 CINÉTICA DE SECAGEM .....	84
4.5 MODELAGEM MATEMÁTICA .....	88
4.5.1 Modelagem Matemática: modelo para desidratação em estufa.....	92
4.5.2 Modelagem Matemática: modelo para liofilização.....	94
4.5.3 Modelagem Matemática: modelo para desidratação osmótica .....	98
4.5.3.1 Desidratação osmótica <i>Chimarrita</i> : Análise do encolhimento do pêssego.....	83
4.6 EMPREENDEDORISMO: VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA AGROINDÚSTRIA DE DESIDRATAÇÃO DE PÊSSEGO.....	102
4.6.1 Investimentos e Custos .....	102
4.6.2 Capital de giro.....	103

<b>4.6.3 Investimentos pré-operacionais.....</b>	<b>104</b>
<b>4.6.4 Investimento total .....</b>	<b>104</b>
<b>4.6.5 Custos.....</b>	<b>106</b>
<b>4.6.6 Indicadores de viabilidade econômica da Agroindústria.....</b>	<b>109</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>111</b>
<b>6 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>141</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O pêssego (*Prunus pérsica*) é um fruto originário da China. Mundialmente são produzidas aproximadamente 17,5 milhões de toneladas anuais (ZHU; SHEN, 2014). O Brasil, em 2013, ocupou a décima segunda posição no ranking de produção, gerando 238,5 mil toneladas (FAO, 2014). De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), no ano de 2011, o Estado do Rio Grande do Sul apresentou destaque produtivo: 129.295 toneladas.

A oferta de pêssegos *in natura* no Brasil ocorre entre os meses de outubro a março. Estima-se, que o fruto, mantenha qualidade para o consumo *in natura*, no máximo, vinte e cinco dias em condições adequadas para seu armazenamento e maturação (MADAIL et al., 2003).

Conforme Di Rienzo (2001), devido ao seu metabolismo acelerado, geram-se perdas pós-colheitas, alcançando a marca de 30 a 50%. Para tanto, uma das maneiras de se minimizar perdas é o uso do processo de desidratação, constituindo-se em vantagens de conservação do produto, além da redução do seu peso, e conseqüentemente, diminuição do custo de transporte e armazenamento (ORIKASA et al., 2013).

Entre os processos de secagem, tem-se, a desidratação em estufa, desidratação osmótica, seguida por secagem em estufa, e liofilização. A secagem com ar aquecido em estufa é um dos antigos métodos utilizado para preservação dos alimentos, consistindo em expor o alimento a ser seco, em corrente de ar quente, fluindo, continuamente, removendo a umidade. Apesar de garantir a estabilidade do alimento, por períodos maiores de estocagem, podem ocorrer perdas na qualidade do produto final, como dureza excessiva, degradação da cor, aroma e sabor (SOUZA NETO et al., 2005).

A desidratação osmótica (DO), processo utilizado para a remoção parcial da água dos alimentos, consiste na imersão do produto em solução com alta pressão osmótica e baixa atividade de água (RAOULT-WACK, 1994). O uso de temperaturas brandas evita problemas na textura, cor e sabor dos alimentos, obtendo-se, posteriormente, um produto final de notável qualidade. A DO poderá ser efetuada em temperaturas baixas, favorecendo os produtos

termossensíveis. A DO, atualmente, é utilizada como pré-tratamento da secagem tradicional, com finalidade de atuar na redução da atividade de água dos alimentos, inibindo, assim, o crescimento microbiano, reduzindo o escurecimento enzimático e aumentando o tempo de vida de prateleira (BOEIRA et al., 2007).

O processo de liofilização consiste na técnica de secagem do material por meio da sublimação da parte congelada, a temperaturas baixas sob vácuo. Essa tecnologia foi desenvolvida para superar as perdas de compostos responsáveis pelos aromas nos alimentos, os quais se tornam suscetíveis, em demasia, às modalidades de processamento que empregam temperaturas elevadas, como a secagem convencional. Alimentos, liofilizados, são produtos com alto valor agregado por reter grande parte de seus nutrientes originais, uma vez que empregam baixas temperaturas em seu processamento (VIEIRA et al., 2012).

Estudos e análises de curvas de secagem bem como determinação do teor de água, proporcionam entender e visualizar, melhoradamente, o processo de secagem, além de escolher o processo, o tratamento, o equipamento e a temperatura, os quais são elementos adequados para a realização da desidratação de frutas (OLIVEIRA et al., 2002). Segundo Fang et al. (2009), o conhecimento do teor inicial e final de água do alimento, da relação da água com a estrutura sólida, e do transporte da água do interior do material até a sua superfície, possibilitam, fundamentar, o processo de secagem, além dos estudos dos processos de transferência de calor e massa.

A complexidade dos fenômenos existentes durante a secagem possibilita que os pesquisadores, proponham diversas teorias e múltiplas fórmulas, por meio de modelos matemáticos diferenciados, predizendo a taxa de secagem. Nesse contexto, ressalta-se a importância da modelagem matemática e simulação no processo de desidratação de frutas, que se apresenta como técnica a ser utilizada, nas diversas áreas do conhecimento, tendo em vista transformar os problemas da realidade, em problemas matemáticos, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real, possibilitando sua aplicação, por exemplo, na desidratação de frutas.

Logo, faz-se necessária, a modelagem matemática, a fim de permitir a realização de previsões e tendências eficientes, a partir do momento que representar determinado sistema, por intermédio do modelo matemático, a fim de fornecer solução a esse problema, com relevância para a pesquisa. Portanto, a modelagem matemática, apresenta-se como alternativa na aplicação dos modelos ajustáveis ao predizer o fenômeno ocorrido na desidratação de frutas, neste caso, o pêssego. De acordo com o exposto, percebeu-se, notoriamente, a

importância da utilização dos diferentes processos de desidratação do pêssego. A utilização da modelagem matemática, como técnica de ajuste para a secagem de dados experimentais de frutos em diferentes condições, o que reforçou sua fundamental importância, e a obtenção de informações teóricas a respeito do comportamento de cada produto durante a remoção de água. Assim como, análise empreendedora focada na agroindústria, a qual demonstrou ser positiva economicamente.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho objetivou estudar diferentes processos de secagem e modelos matemáticos que representam potencialmente os diferentes processos de desidratação do pêssego dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil*, além de uma análise empreendedora na instalação de uma agroindústria.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar microbiologicamente e físico-quimicamente, os pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*, *in natura*.
- Desidratar os cultivares de pêssego *Chimarrita* e *Eragil* por meio de secagem em estufa, secagem osmótica seguida de secagem em estufa e liofilização.
- Caracterizar microbiologicamente, físico-quimicamente, fisicamente e sensorialmente os pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*, desidratados pelos diferentes processos.
- Analisar a cinética de secagem dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*, desidratados pelos diferentes processos de secagem.
- Relacionar modelos matemáticos ajustando-os aos diferentes processos de desidratação.
- Estudar a viabilidade do empreendedorismo social na implantação de uma agroindústria de processamento de pêssego desidratado.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese é constituída de cinco capítulos, assim apresentados:

No capítulo I, apresenta-se a introdução e objetivos deste trabalho.

No capítulo II é apresentada uma revisão da literatura, abordando principais conceitos e aplicações.

No capítulo III são apresentados, os material e métodos utilizados no processo produtivo, as análises microbiológicas, físico-químicas, sensorial e estudo cinético, bem como as equações utilizadas para elaboração do modelo de simulação de desidratação.

No capítulo IV estão descritos os resultados e discussões em relação à caracterização dos pêssegos *in natura* e desidratados, a cinética de secagem e modelo matemático para predizer o processo, bem como análise empreendedora do projeto.

As conclusões, as sugestões para trabalhos futuros são apresentados nos capítulos V e VI, respectivamente. Em seguida apresenta-se: Referências Bibliográficas, Apêndices e Anexos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item é apresentada uma revisão da literatura à respeito da produção de pêssegos, cultivares: *Chimarrita* e *Eragil*, e respectivas composições, abordando conceitos sobre diferentes processos de desidratação de frutas, modelagem matemática, aplicabilidade de modelos matemáticos em desidratação de frutas; e viabilidade econômica empreendedora.

### 2.1 PRODUÇÃO DE PÊSSEGO

O pêssego (*Prunus persica*) é um fruto climatérico natural da China (SOUZA, 2009). Desde o segundo milênio foi espalhado por toda a Europa, especialmente no sul e sudeste. Os espanhóis trouxeram pêssegos para a América do Norte no século XVI (BLATNEY, 2003). Sua introdução no Brasil ocorreu no ano de 1532, com Martins Afonso de Souza, em São Paulo, onde foram distribuídos em vários estados, sendo que os melhores resultados obtidos com relação à produção e qualidade foram obtidos no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, por terem as melhores condições climáticas para a sua produção, devido ao clima (SOUZA, 2009).

Sendo um fruto importante economicamente e apresentando grande diversidade, o pêssego tem sido amplamente cultivado no mundo, desde zonas frias temperadas a zonas subtropicais, sendo que são produzidos cerca de 17,5 milhões de ton de pêssego no mundo por ano (CHENG; HUANG, 2009). A produção Asiática é de cerca de 9,87 milhões de ton, onde só a China contempla 8,2 milhões de ton. A Europa e América do Norte são responsáveis por cerca de 4,38 milhões de ton, sendo que os principais países produtores são a Itália, Espanha e Estados Unidos, com uma produção de aproximadamente 1,66; 1,25 e 1,13 milhões ton, respectivamente (ZHU; SHEN, 2014).

Em termos de produção mundial, o Brasil ocupou em 2013 a décima segunda posição, produzindo 238,5 mil ton em uma área de 24,2 mil hectares (FAO, 2014). O estado do Rio Grande do Sul detém o primeiro lugar por ser o maior produtor de pêssego no Brasil,

ou seja, responsável por cerca de 96% da produção nacional industrializada (EMBRAPA, 2015; EMATER 2014).

O cultivar de pêssego mais produzido na região do Alto Uruguai do Rio Grande do sul é o *Chimarrita*, com 120 hectares de área plantada e produção aproximada de 1.212 ton. (SOUZA, 2015).

No Rio Grande do Sul, a produção de pêssego está concentrada na região de Pelotas e na região da Serra, já tradicional produtora de frutos com ênfase na vitivinicultura. Deve-se mencionar ainda a região metropolitana de Porto Alegre, a qual também é importante produtora da cultura de pêssego (EMATER, 2014). Em 2011 Pelotas produziu, em média 23.000 ton/ano; Bento Gonçalves 18.785 ton/ano; Canguçu 18.666 ton/ano e Piratini com 10.227 ton/ano. Estes municípios, juntamente com outros produziram mais de um milhão ton/ano 2011, sendo responsáveis por 75,6% da produção do Estado. Nesse sentido, podem ser incluídos outros municípios do Estado que produziram pêssego de 2009 a 2011 com produtividade potencial além dos já citados acima como: Santo Ângelo, Passo Fundo e Erechim (IBGE, 2014).

O município de Erechim se destaca pela produção de pêssegos, pois segundo dados da SEPLAG (2013), a produção de pêssego apresenta uma importante representatividade na economia, conforme mostrado na Tabela 1:

**Tabela 1** - Produção de pêssego no município de Erechim

Produção de pêssego no município de Erechim		
Área colhida	25	Hectares
Área destinada à colheita	25	Hectares
Quantidade produzida	350	Ton
Rendimento médio	14.000	Quilogramas por hectare
Pêssego - Valor da produção	525	Mil reais

Fonte: SEPLAG (2013).

O pêssego é um produto sazonal e altamente perecível, precisando assim de métodos de conservação para que se possa ter este produto disponível para o consumo durante o ano todo. Neste sentido, a desidratação vem se destacando, pois contribui para a minimização das perdas, proporcionando maior estabilidade microbiológica e agregando valor ao produto (EMBRAPA, 2005). As frutas desidratadas podem ser consumidas diretamente como produtos prontos ou como ingredientes para a elaboração de outros produtos (LOPÉZ-MALO, 1994).

Assim, pode-se verificar a importância da produção de pêssego para o desenvolvimento sócio econômico do município de Erechim, sendo que apresenta um grande potencial para estudos, com o intuito de aumentar o valor agregado de este agricultar.

### **2.1.1 Cultivares de pêssego**

O pêssego é um fruto com polpa carnosa e com uma única semente, geralmente mamilosa, perfumada, doce, aveludada, esverdeada ou amarelada, muitas vezes amarelada do lado do sol, cujo mesocarpo, pode ser compacto aderente ao caroço, como também mole e fácil de separar. A polpa apresenta-se firme, doce-acidulada ora branca, ora amarela, vermelha próxima ao caroço (GOMES, 2007).

Madail e Raseira (2008) destacam que o período de oferta do pêssego brasileiro se concentra nos meses de setembro a janeiro, sendo que a Embrapa Clima Temperado lançou uma série de cultivares com duplo destino: o mercado *in natura* e o industrializado. O cultivar *Chimarrita* foi criado pela Embrapa em 1987, sendo altamente produtivo. Geralmente a plena floração ocorre em meados de agosto e a maturação inicia ao final de outubro (ROCHA, 2006). Apresenta suscetibilidade a doenças foliares após a colheita, requerendo o adequado manejo fitossanitário para evitar a queda antecipada das folhas antes da dormência. A forma do fruto é redonda, sem ponta, com sutura levemente desenvolvida e de polpa branca. O tamanho é grande, com peso médio, normalmente, superior a 100g. A polpa é branca, fundente, firme, semi-aderente, com sabor doce, sendo que o conteúdo de sólidos solúveis fica em torno de 15° Brix e a produtividade em torno de 50 kg/planta (ROCHA, 2006), e segundo Oliveira et al. (2012), a vida produtiva média da planta é de cinco anos. A Figura 1 ilustra o cultivar *Chimarrita*.

**Figura 1 - Cultivar de pêssego Chimarrita**



Fonte: EMBRAPA (2005).

O cultivar *Eragil* apresenta frutos grandes, polpa amarela, coloração da epiderme levemente avermelhada e uma boa aceitação no mercado. De acordo com informativo conjuntural da EMATER (2014), por ser de maturação tardia, este cultivar é preferido para o armazenamento, possibilitando a comercialização fora da época de produção dos frutos. A colheita do pêssego *Eragil* é realizada no final do mês de janeiro na Serra Gaúcha, sendo, portanto, considerado um cultivar de ciclo tardio (FIORAVANÇO; MAGRIN, 2013).

Assim, como os demais cultivares, é extremamente perecível e não se adapta a períodos prolongados de armazenamento refrigerado, tendo em vista a perda de firmeza da polpa, a ocorrência de distúrbios fisiológicos e a incidência de podridões, necessitando então, de técnicas especiais para prolongar seu período de armazenamento. O sabor é doce e ácido com 17° Brix (BRACKMANN et al., 2013). Na Figura 2, apresenta-se uma imagem o cultivar de pêssego *Eragil* demonstrando:

**Figura 2 - Cultivar de pêssego *Eragil* (a) superfície (b) caroço com polpa**



(a)

(b)

Fonte: EMBRAPA (2005).

O fruto do *Eragil* apresenta tamanho médio, superior a 120g, sendo considerado um cultivar de duplo propósito, podendo ser destinado à indústria e ao consumo *in natura* (FIORAVANÇO; MAGRIN, 2013).

### 2.1.2 Composição de pêssegos

Segundo Souza (2009), o pêssego apresenta peculiaridades como o sabor e o aroma, que o tornam um produto apreciado e importância comercial. Na Tabela 2 é apresentada a composição média da polpa do pêssego:

**Tabela 2** - Composição média da polpa de pêssego

Composição	Valor médio
Ácidos	1%
Açúcar	4,5%
Umidade	89,3%
Cinzas	0,5g/100g
Vitamina C	3,3 mg/100g

**Fonte:** Tabela Brasileira de composição de alimentos, Lima (2006).

## 2.2 PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO DE FRUTAS

A importância da desidratação de frutas vem se destacando, tendo em vista a procura do consumidor por alimentos com menos conservantes, os quais oferecem uma melhor qualidade de vida. Outro fator que cabe destacar é a praticidade que esses produtos apresentam na vida moderna, sendo que estão prontos para o consumo, ou podem ser utilizados para obter alimentos instantâneos e ao mesmo tempo prolongando a shelf-life com características de produto *in natura* (ARAÚJO, 2005).

Segundo Sena et al. (2013), os frutos contêm níveis biologicamente significativos de componentes ativos com funções fisiológicas e bioquímicas as quais beneficiam a saúde humana. Portanto, no sentido de prolongar sua vida de prateleira, muitas frutas precisam ser conservadas. Ressaltando também, a crescente resistência dos consumidores para a utilização de produtos químicos durante a conservação, e a procura por alimentos mais saudáveis, a conservação de alimentos, assim como a crescente popularidade dos alimentos secos de alta qualidade, com boas propriedades de reidratação (KOPF, 2008). Dal Ri (2006) afirma que a

alta perecibilidade dos frutos é responsável por perdas maiores que 25% no período de safra, o que tem estimulado os produtores a desenvolver novos processos tecnológicos visando aumentar o seu tempo de vida útil.

A grande maioria dos alimentos sofre deterioração com muita facilidade. Diante desse problema, surgiram algumas técnicas de conservação, dentre os quais a desidratação é uma das mais utilizadas. Silva (2010) afirma que a secagem é um dos processos comerciais mais usados na conservação de produtos agropecuários como no caso de frutos, visando à manutenção de sua qualidade. Com a desidratação, ao diminuir a quantidade de água, busca-se não só reduzir o peso, mas também cria condições desfavoráveis para o crescimento microbiano no produto (CELESTINO, 2010).

A remoção parcial ou total de água de um alimento implicará na inibição do crescimento microbiano, na prevenção de reações bioquímicas responsáveis pela deterioração e em menores custos de transporte, embalagem e estocagem, constituindo um método importante para prolongar a vida útil de diversos produtos (PARK et al., 2001).

Park et al. (2001), apresentam as vantagens de se utilizar o processo de secagem de frutas, dentre elas tem-se: a 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 seu peso; economia de energia, por não necessitar de refrigeração e a disponibilidade do produto durante qualquer época do ano.

Alguns produtos, quando submetidos à desidratação, conservam bastante intactas suas características físicas e nutritivas tais como as fibras, por exemplo. Assim, este processo representa uma forma viável de conservação de alimentos para consumo humano. A desidratação é um processo de remoção da atividade de água. Essa forma de conservação conduz o calor ao alimento, provocando assim a evaporação da água do mesmo. Os alimentos desidratados podem ser consumidos diretamente, como por exemplo, figos secos, banana-passa, uva-passa, entre outros (LOVATEL; COSTANZI; CAPELLI, 2004). Portanto, observa-se que a conservação de alimentos é baseada em técnicas que tem por objetivo proporcionar a eles maior estabilidade microbiológica, preservando-os por tempo mais prolongado. Cabe ressaltar a tendência mundial para o uso de alimentos cada vez mais naturais, valorizando o sabor original das frutas (KROLOW; SCHWENGBE; CASTANEDA, 2011). Portanto, a secagem é uma alternativa que além de agregar valor ao produto final torna-se uma forma de gerar renda complementar ao agricultor (SOUZA, 2012).

### 2.2.1 Desidratação em estufa

Do ponto de vista tecnológico, a desidratação consiste na etapa final de um processo industrial de alimentos, o qual determina, em grande medida, a qualidade final do produto, a ser fabricado. O método de desidratação mais comum empregado para produtos alimentares é o processo de ar quente em que o sólido a ser desidratado é exposto continuamente a uma corrente de ar aquecido (JORGE et al, 2013).

A desidratação de ar quente pode ser definida como a exposição prolongada a elevadas temperaturas, podendo resultar em alteração substancial das características físico-químicas de produtos frescos (LOVATEL; COSTANZI; CAPELLI, 2004). É a técnica de desidratação mais empregada na produção de frutas secas. Durante o tratamento ocorrem os processos simultâneos de transferência de calor e massa. Os fatores que governam a velocidade destes fenômenos de transferência determinam a taxa de desidratação, tais como pressões de vapor d'água do ar e no material, temperatura e velocidade do ar, velocidade de difusão da água no material, espessura e superfície exposta (ARGANDOÑA, 2004).

De acordo com Boeira et al (2007), o alimento ao ser colocado em um secador entra em contato com o ar de desidratação, ocorrendo assim, a diferença de pressão parcial de vapor de água entre o ar quente e a superfície do produto ocasionando uma transferência de massa do produto para o ar. Ressalta-se que a água não ligada na estrutura do sólido é caracterizada como água livre, a energia envolvida no processo, corresponderá ao calor latente de vaporização. No entanto, se a água estiver ligada, a energia necessária para sua evaporação será maior. Durante a desidratação, é na superfície do material que ocorre a transferência de massa para o ar (BERK, 2009).

Nesse sentido, observa-se que a desidratação está associada a vários fatores, entre eles a temperatura, a espessura, o estágio de maturação, a perda de umidade em que a Resolução de 02 de janeiro de 2001, a qual trata do Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutos e Cogumelos Comestíveis, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, regulamenta que a umidade final de produtos de frutas secas ou desidratadas deve ser de no máximo 25% (g 100 g<sup>-1</sup>) (BRASIL, 2001).

Minh-Hue e Price (2007) estudaram a secagem de banana, verificando a influência dos parâmetros maturidade e espessura da fatia. Utilizaram fatias de 1 cm e 2 cm de espessura, e temperaturas em intervalos de 30°C até 70°C, sendo que o aumento da temperatura resultou

em uma melhora da taxa de perda de massa, como também, o tempo de secagem total reduziu com o aumento da temperatura. Ao investigar a influência da espessura sobre a cinética de secagem da banana, concluíram que a taxa de secagem é dependente da espessura, ou seja, as fatias finas (1 cm) apresentaram melhor resultado para ambas temperaturas.

### **2.2.2 Liofilização**

A liofilização, também denominada de criodesidratação, consiste em um processo de secagem do material por meio da sublimação da parte congelada a temperaturas baixas e sob vácuo. O desempenho do processo é fortemente dependente da escolha adequada das condições operacionais e, portanto, há necessidade de uma extensiva análise de seus efeitos no tempo de processamento e na qualidade do produto obtido. É um processo diferenciado de desidratação de produtos, pois ocorre em condições especiais de pressão e temperatura, possibilitando que a água previamente congelada (estado sólido) passe diretamente ao estado gasoso, ou seja, a mudança de estado físico ocorre por sublimação (VIEIRA et al., 2012). O desempenho da liofilização depende significativamente do processo de congelamento. Nessa fase, o produto a ser processado é congelado por exposição a temperaturas inferiores ao seu ponto de congelamento.

De acordo com Berk (2009) há dois mecanismos que podem promover o dano à estrutura celular e conduzir diretamente à diminuição da firmeza do tecido. O primeiro está relacionado com a possibilidade de perfuração da membrana celular pelo cristal de gelo intracelular. O segundo se relaciona com a quebra da estrutura da parede celular pelo cristal formado no meio extracelular, abrindo caminho para o colapso celular.

Entretanto, os alimentos, que passam pelo processo de liofilização evidenciam boas características sensoriais e qualidade nutricional, e apresentam uma vida de prateleira maior quando corretamente embalados. Nesse contexto, dependendo do alimento é possível a permanência em temperatura ambiente. Outra vantagem é que os compostos aromáticos voláteis não são absorvidos pelo vapor d'água e ficam presos na matriz do alimento, sendo possível uma retenção de 80 a 100 % do aroma do alimento. Ainda, possibilitam maior facilidade no transporte, devido à leveza e por não necessitarem de refrigeração, acarretando um menor custo no transporte (EVANGELISTA, 2005). Por trabalhar com baixas

temperaturas, e, geralmente vácuo, a liofilização, é amplamente recomendada aos produtos termo sensíveis (RATTI, 2001).

Vieira et al. (2012), ao avaliar a relação entre a cinética de desidratação e os parâmetros de qualidade, reidratação e textura, de fatias de abacaxi liofilizadas, em função da espessura e da temperatura de congelamento, obtiveram resultado positivo aos atributos de qualidade dessas fatias. Eles verificaram que, há dependência das condições utilizadas durante a etapa de congelamento, como também, há influência da combinação de temperatura e umidade, durante a liofilização na cinética de desidratação das fatias de abacaxi.

Segundo Ratti (2001), o processo de liofilização demonstra vantagens em relação aos demais métodos de desidratação, no entanto, apresenta elevado custo devido à tecnologia envolvida. Contudo, alimentos liofilizados devem ser embalados de forma especial, para não permitir a entrada de umidade e luz através embalagem, caso contrário serão facilmente oxidáveis. Esta característica foi corroborada por Marques (2008) ao efetivar a liofilização de frutas tropicais (abacaxi, acerola, goiaba, mamão papaya e manga), o qual comparou o produto liofilizado com o desidratado em estufa. Aqueles que passaram pelo processamento de liofilização apontaram menor teor de umidade final, sendo este, um dos fatores mais importantes para a conservação de um alimento perecível, uma vez que a elevada qualidade do produto é um dos principais fatores que podem contribuir para o aumento da demanda por frutas liofilizadas na indústria de alimentos. Não obstante, analisando viabilidade econômica, o elevado custo da liofilização inviabiliza seu uso em determinados tipos de alimentos, enquanto a secagem convencional possui menor custo, porém altera a maioria das características do produto, sendo a aparência o atributo mais afetado, pois apresenta um aspecto escuro, enquanto o liofilizado preserva sua aparência (DAMY-BENEDETTI et al., 2013).

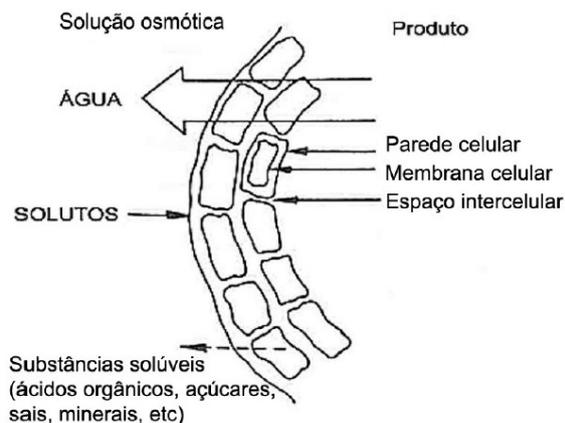
Acerca das pesquisas em liofilização de frutas, cabe destacar, o estudo nutricional da polpa de açaí liofilizada, em que os resultados obtidos na avaliação da composição nutricional demonstraram que esse processo pode ser considerado como uma excelente alternativa de conservação dessa polpa, pois ocorre à presença de importantes componentes nutricionais tais como: aumento do teor de vitaminas, minerais e fibra alimentar carboidratos, proteínas e gorduras encontrados no fruto, assim como a umidade ficou em média 4,7%. Para impedir a passagem da luz, a polpa liofilizada foi acondicionada em sacos de polietileno com revestimento de folha de alumínio, sendo fechados por pressão e armazenados à temperatura ambiente proporcionando uma maior vida útil (MENEZES et al. 2008).

### 2.2.3 Desidratação osmótica (DO)

A desidratação osmótica é um processo no qual os alimentos são colocados em contato com soluções concentradas de sólidos solúveis que possuem maior pressão osmótica e menor atividade da água. A complexa estrutura celular dos alimentos pode ser considerada uma membrana semipermeável e a diferença no potencial químico da água entre os alimentos e o meio osmótico é a força motriz para a desidratação. Como a membrana responsável pelo transporte osmótico não é perfeitamente seletiva, outros solutos presentes nas células (vitaminas, minerais, açúcares, ácidos orgânicos) também podem se difundir para a solução osmótica (RASTOGI et al., 2002).

Na Figura 3, verifica-se como ocorre o mecanismo da desidratação osmótica, em dois fluxos simultâneos e opostos, a saída de água do produto para a solução e a migração de solutos para o produto.

**Figura 3** - Fluxo da desidratação osmótica



**Fonte:** Lenart (1996).

A taxa de perda da água e de incorporação de solutos depende de fatores como a espécie do material e das variáveis de processo: concentração, composição e temperatura da solução osmótica, tempo de contato e geometria da amostra, sendo que os solutos mais utilizados no processo de desidratação osmótica de frutas e vegetais são açúcares e sais, principalmente, sacarose e cloreto de sódio (TELIS et al., 2004).

A desidratação osmótica apresenta vantagens sobre outros métodos de desidrataação, sendo que conserva a característica organoléptica e nutricional dos alimentos. Segundo Zapata et al. (2011), os produtos osmoticamente desidratados além de reduzirem a carga microbiana das frutas são uma alternativa para melhorar a renda dos agricultores, assim como a perda pós colheita.

Essa técnica tem sido usada principalmente como pré-tratamento de alguns processos convencionais, como a liofilização, desidrataação a vácuo e desidrataação por ar, a fim de melhorar a qualidade final, reduzir custos energéticos ou mesmo para desenvolver novos produtos.

Assim, um pré-tratamento como a desidrataação osmótica pode apresentar, nas fases iniciais da desidrataação, uma taxa mais elevada de perda da água do que a taxa fornecida pelo processo de desidrataação, podendo ser usada para redução do teor inicial da água, redução total de processamento e tempo de desidrataação com a consequente diminuição das perdas de nutrientes pelo calor (RODRIGUES; FERNANDES, 2007). Outro fator importante da utilização da desidrataação osmótica é a redução da atividade da água dos alimentos, inibindo o crescimento microbiano e aumentando a vida de prateleira dos mesmos (RASTOGI et al., 2002), como também reduzindo o consumo de energia, minimizando a degradação térmica de cor e sabor, evitando o escurecimento enzimático (YADAV et al., 2012).

De acordo com Gonçalves e Blume (2008), os produtos osmoticamente desidratados e, posteriormente, secados em estufa, quando comparados com produtos apenas secos, apresentam melhor textura, maior retenção de vitaminas, melhor sabor e estabilidade de cor.

Podem ser utilizados vários solutos como agentes osmóticos, no entanto os mais utilizados são açúcares e sais, como também, combinações destes. O tipo de soluto utilizado irá afetar a cinética do processo, ao utilizar os de alto peso molecular ocorrerá mais facilmente à perda da água e a redução do sólido. No entanto, ao utilizar os de baixo peso molecular, ocorrerá a incorporação de sólidos (GERMER et al, 2010). Assim, verifica-se que o tipo de soluto afeta a cinética do processo de desidrataação osmótica, ou seja, os de alto peso molecular favorecem a perda de sólidos, em detrimento da perda de água.

Nesse aspecto, a escolha do agente osmótico, na aplicação industrial, deve considerar alguns fatores, como operacionalidade, praticidade, custos e qualidade do produto final. Portanto, ao utilizar a sacarose como agente osmótico, ocorre uma vantagem, tendo em vista seu baixo custo, como também, apresenta boa eficiência durante a desidrataação, os resultados

sensoriais são excelentes, assim como, é de fácil manuseio, armazenamento e preparo do xarope (ERNESTO, 2013).

O tempo de desidratação osmótica influencia diretamente o peso do material, onde nas primeiras duas horas ocorrem a maior perda de água do processo. Após, a transferência de massa, a perda de água se torna progressivamente menor, cessando enquanto o ganho de solutos cresce regularmente. Portanto, ocorrendo períodos prolongados de imersão o resultado será uma acentuada elevação do soluto. Nesse aspecto, o tempo necessário no processo pode ser geralmente reduzido através da utilização de temperatura mais elevada, ocorrendo por consequência uma diminuição na difusão do soluto e no nível de doçura do produto (BUCHWEITZ, 2005).

Nesse contexto, cabe destacar o estudo de desidratação osmótica em pêssegos de cultivar *Marli* e *Springcres*, realizado por Boeira (2007), o qual demonstrou que o aumento da temperatura na desidratação osmótica intensifica a perda de água das amostras de pêssego, porém sua influência no ganho de sólidos é pequena. Além disso, os pêssegos maduros apresentam um ganho de sólido maior do que os pêssegos verdes em um processo de desidratação osmótica com agitação. No estudo foi desenvolvido um processo para a passa de pêssego, o qual pode ser uma alternativa de grande utilidade para a diminuição das perdas pós-colheita e de agregação de valor a este fruto, concluindo que é possível obter pêssegos desidratados de boa qualidade pela combinação da aplicação de desidratação osmótica e processos de secagem complementares.

El-Aouar et al. (2003), estudaram a desidratação osmótica de mamão formosa, em que compararam desidratação osmótica com sacarose e xarope de milho. Verificaram que o volume das amostras, considerando o mesmo conteúdo de umidade, foi maior para as amostras pré-tratadas em sacarose, seguidas daquelas pré-tratadas em xarope de milho como também, sem tratamento algum. Outro ponto, destacado são as condições de diferentes temperaturas da secagem, que geraram um produto final com melhor qualidade, as quais foram: 50°C, para a fruta fresca, e 60°C, para as amostras pré-tratadas. Realizando a análise sensorial, verificaram que as amostras pré-tratadas osmoticamente tiveram um maior nível de aceitação em relação ao atributo aparência, não havendo diferença significativa em relação aos atributos de aroma, sabor, textura e impressão global.

Portanto, o interesse no pré-tratamento utilizando desidratação osmótica em relação aos processos convencionais de desidratação, se justifica pelas vantagens que são apresentadas pelos produtos finais, como retenção da cor natural sem adição de sulfitos, alta

retenção de componentes voláteis durante a etapa de secagem e redução do fenômeno do encolhimento (ARAUJO, 2005).

### 2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA: CONCEITOS

O objetivo principal da modelagem matemática é transformar os mais diversos fenômenos do cotidiano, as aplicações do dia-a-dia em conceitos matemáticos. Com isso, pode-se afirmar que para modelar um processo é necessário descrever matematicamente um fenômeno real, compreendê-lo e estudá-lo criando hipóteses e reflexões sobre tal fenômeno, resolvendo assim o modelo matemático (WEBER, 2009).

A modelagem matemática, aplicada no desenvolvimento e análise de modelos, passou a ser uma arte em si mesma, pois, muito do que já se produziu em matemática tem sido redirecionado na construção de modelos e teorias, procurando dessa forma, justificar-se a partir de aplicações (BASSANEZI, 1994).

Nesse contexto, a modelagem matemática pode ser definida como a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real, a qual pode ser aplicada em diferentes áreas do conhecimento. Assim, permite a realização de previsões e tendências eficientes a partir do momento em que representa determinado sistema, partindo de problemas da realidade associando hipóteses, portanto obtendo um modelo matemático, o qual fornece solução ao problema.

Conforme Bassanezi et al. (1988) a modelagem matemática é um processo dinâmico, sendo considerada como a arte de aplicar a matemática em situações problemas, com abstração e generalização, validando modelos matemáticos em situações problemáticas. Nesse sentido, a modelagem matemática tem por foco estudar maneiras de desenvolver, e implementar modelos matemáticos, os quais devem ser adequados a sistemas reais.

De acordo com Zill (2013), os fenômenos da vida real podem ser descritos em termos matemáticos, portanto sendo possível a construção de um modelo que os represente. Assim, para construção de um modelo, primeiramente devem ser identificadas as variáveis que influenciam o fenômeno, elaborando hipóteses geradas pelas leis aplicáveis ao modelo. Um bom modelo matemático produz resultados em conformidade com as observações do mundo físico (ANTON et al., 2011). Logo, após a elaboração do modelo, ele é testado, sendo

que as soluções devem estar de acordo com os dados os experimentais, assim o modelo se torna viável, caso contrário, são incluídas novas hipóteses ou realiza-se ajustes às equações.

Para Bienbengut (1999), a modelagem matemática, é utilizada nas ciências aplicadas para simular problemas, dessa forma implementando equações resultantes, para posteriormente analisar resultados produzidos através do uso de programas computacionais.

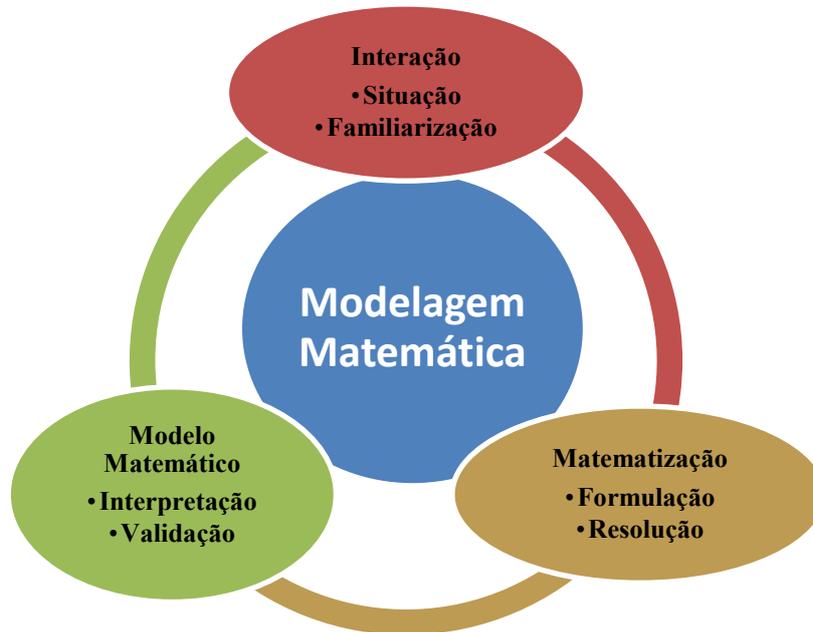
Segundo Chapra (2013), um modelo matemático pode ser definido como uma equação, a qual expressa características essenciais de um processo físico em termos matemáticos, ou seja, há uma relação em que, a variável dependente será igual à função das variáveis independentes, parâmetros e influências externas. Nesse sentido, a variável dependente é uma característica, e as variáveis independentes são dimensões como tempo e espaço, já os parâmetros refletem as propriedades do sistema, enquanto as influências externas que agem sobre o sistema são denominadas de funções físicas.

Para Durigon (2008), quando existe uma situação que exige decisão, deve-se identificar os fatores que estão envolvidos, os quais fornecem elementos a serem analisados e concluídos. Portanto, na construção de um modelo matemático, as variáveis são os fatores do problema, as quais podem ser classificadas em três categorias: 1ª) decisão: as variáveis fornecedoras das informações, as quais servem como base para chegar à decisão; 2ª) controláveis ou endógenas: geradas pelo próprio modelo durante o processo de solução, são dependente de dados fornecidos, de hipóteses e da própria estrutura do modelo; 3ª) não controláveis ou exógenas: informações externas fornecidas ao modelo, as quais representam as hipóteses assumidas ou as condições que devem ser respeitadas.

Portanto, o processo para a obtenção da modelagem matemática é efetivado em etapas destacando-as em interação com o assunto, matematização e modelo matemático (BIENBENGUT; HEIN, 2005).

Essas etapas podem ser verificadas no organograma apresentado na Figura 4.

**Figura 4-** Etapas interligadas da Modelagem Matemática



**Fonte:** adaptado de Bienbengut (1999).

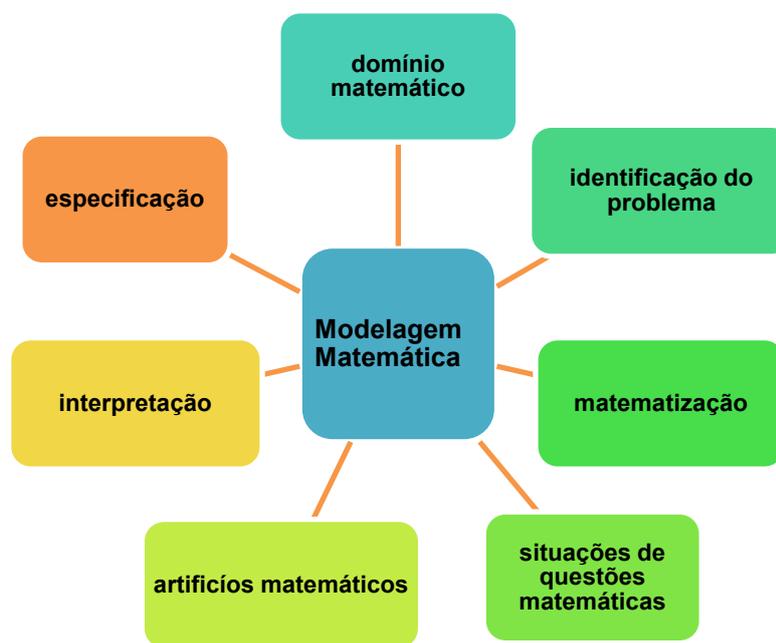
Assim, verifica-se que na primeira etapa ocorre o reconhecimento do problema, ou seja, fase preliminar, a segunda etapa é vista como a formulação e resolução do problema de fato, a última etapa é a conclusão, em que ocorre a análise do modelo matemático testado, validado, solucionado.

Bienbengut (1999) afirma que para o desenvolvimento do processo de modelagem matemática são necessários alguns procedimentos, os quais podem ser resumidos em três etapas: a interação, matematização e modelo matemático. A interação é a etapa na qual ocorre o reconhecimento da situação-problema, ou seja, familiarizar-se com o assunto a ser modelado. Ao passo que, a matematização se traduz a situação-problema para uma linguagem matemática, mas para isso o indivíduo tem de ter um aguçado conhecimento sobre as entidades matemáticas usadas na formulação. Por essas razões a informática também é imprescindível nesta etapa, com seus softwares, para a resolução automática dos problemas matemáticos obtidos. Ao passo que, o modelo matemático é a etapa em que se dá interação da solução, ou seja, a interpretação comum à investigação para verificar o nível da aproximação da situação-problema em relação à realidade, validando-o.

Lesh et al. (2013), afirmam em suas teorias a respeito da modelagem matemática, dividindo-as também em etapas ou componentes, dos quais se destacam: matematização,

identificação do problema, formulação de questões para resolver situações, domínio matemático, os quais podem ser através de diagramas, ou artifícios matemáticos, e por fim as respostas. Assim, o conjunto de ações que forma esse processo pode ser verificado na Figura 5.

**Figura 5** - Ações no processo da Modelagem Matemática



**Fonte:** adaptado de Lesh, (2013).

Dentro dessa perspectiva, Bassanezi (1994) afirma que um modelo matemático é um conjunto consistente de equações ou estruturas matemáticas, elaborado para corresponder a algum fenômeno, o qual pode ser físico, biológico, conceitual ou até mesmo outro modelo matemático. Portanto, a aceitação de um modelo, dependerá essencialmente dos fatores que condicionam o modelador, ou seja, dos objetivos e recursos disponíveis pelo sujeito que se propõe a construir o modelo.

Nesse contexto, percebe-se que a modelagem matemática constitui-se num conjunto de procedimentos, cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer

predições e a tomar decisões (BURAK, ARAGÃO, 2012). Por isso, afirmam Arenales e Darezzo (2010), que em um problema qualquer representado através de um modelo matemático, busca-se a sua resolução, por maneiras diferenciadas, ou seja, de método exato quando possível ou, quando não, por método aproximado.

### **2.3.1 Modelagem do processo de secagem**

Na área de secagem de alimentos, diversos estudos são realizados, os quais tem por foco a avaliação da cinética desse processo, procurando descrever a transferência de umidade do interior do sólido até a superfície, utilizando-se de modelos matemáticos para desenvolver essa simulação. Destacando-se, dessa forma a modelagem matemática utilizada na matemática aplicada (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Assim, observa-se que na área de desidratação a simulação dos dados, a cinética de secagem e os modelos matemáticos são essenciais no processo, proporcionando estratégias de ajuste com a escolha do melhor modelo e condições ideais. As pesquisas apresentam o comportamento das variáveis, como por exemplo: atividade da água, temperatura, umidade, geometria da superfície, conteúdo de umidade dos sólidos; garantindo dessa forma a qualidade do produto (SILVA, 2013).

Segundo Vantland (1991), dois fenômenos de transporte ocorrem na secagem: a transferência de energia (calor) e a transferência de massa (umidade). Portanto, a transferência de energia, pode ser definida como o calor, o qual é transferido para a superfície e dessa para o interior do meio, o coeficiente convectivo de calor representa a resistência à transferência de calor na superfície e a condutividade térmica é representada pela resistência à condução do calor para o interior do meio. Já na transferência de massa, esta ocorre na forma de líquido ou vapor no interior do sólido e na forma de vapor a partir da superfície do sólido, assim a resistência para a evaporação da água depende da difusão e do coeficiente convectivo de massa.

Portanto, existem parâmetros a serem verificados quanto à umidade do produto, como por exemplo, a umidade em base seca (bs) e a umidade em base úmida (bu) (CELESTINO, 2010).

Verifica-se que há pesquisas que utilizam modelos matemáticos para descrever a cinética de secagem, pois o valor da umidade de equilíbrio é um parâmetro importante na

modelagem dos processos de secagem de alimentos.

A descrição da cinética de secagem pode ser realizada pela utilização do modelo exponencial tais como o proposto por Lewis, esse modelo prevê que a taxa de perda de água é proporcional ao teor de umidade livre do material. Modificações importantes foram propostas para a forma integrada do modelo de Lewis, sendo uma delas a modificação proposta por Page (1949) com a adição de mais um parâmetro na equação para descrever a secagem de milho, verificando que a inclusão de parâmetros visa um melhor ajuste experimental (ANDREOLA, 2013).

Na Tabela 3, apresentam-se modelos matemáticos frequentemente utilizados para ajuste de razão de umidade:

**Tabela 3** - Modelos Matemáticos ajustados às curvas experimentais de cinética de desidratação em diferentes processos

<b>Modelo</b>	<b>Equação</b>	<b>N</b>
Lewis	$RU = \exp(-kt)$	(1)
Newton	$RU = \exp(k_1t)$	(2)
Page	$RU = \exp(-k_2t^{n_1})$	(3)
Midilli	$RU = a \exp(-k_3t^{n_1})$	(4)
Bet	$RU = \frac{a_w}{m(1 - a_w)} = \frac{1}{m_1 \cdot C} + \frac{C - 1}{m_1 \cdot C} a_w$	(5)
Gab	$RU = \frac{X_m CKa_w}{(1 - Ka_w)(1 - Ka_w + CKa_w)}$	(6)

**Fonte:** Madureira (2011).

Sendo que:

RU= razão da umidade do produto;

t= tempo de secagem;

k= coeficiente de secagem;

k<sub>1</sub>= constante de secagem

k<sub>2</sub>, k<sub>3</sub>= constante modificada de secagem

a= constante do modelo adimensional

a<sub>w</sub> = atividade da água

C = constante empírica e dependente do material

m = teor de água (g de água/g de matéria seca)

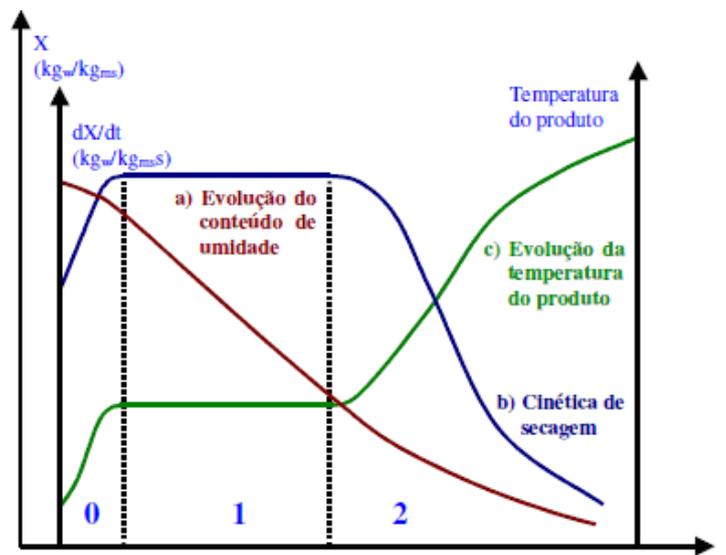
m<sub>1</sub> = valor da monocamada (g de água na monocamada/g de matéria seca)

$X_m$  = valor de monocamada (g de água da monocamada/g de sólidos secos)

$n_1$  = parâmetro que depende da umidade relativa e temperatura do ar

A Figura 6 representa a taxa de secagem convectiva de um material:

**Figura 6** - Exemplo da curva de secagem



Fonte: Park et al. (2014).

Pela análise da Figura 6, a curva de secagem demonstra que a região zero, representa o período de aquecimento em que o material sólido se encontra a uma temperatura inferior a temperatura de secagem, ou seja, é o regime de secagem em período não permanente.

A região um, representa a velocidade de transferência de massa no interior do sólido poroso, é igual à velocidade de evaporação da água na superfície do mesmo, ou seja período de taxa constante. A região dois, representa a taxa decrescente, que de acordo com Park et al. (2014), durante o período decrescente da taxa de umidade, a troca de calor não é mais compensada, conseqüentemente, a temperatura do produto aumenta e tende assintoticamente à temperatura do ar. Pode ser observado que a curva (a) representa a evolução do teor de umidade, a curva (b) a cinética de secagem e a curva (c) a evolução da temperatura do produto (MACHADO et al, 2012).

As informações contidas nas curvas de secagem são de fundamental importância

para o desenvolvimento de processos, assim como para o dimensionamento de equipamentos, pois através delas pode-se estimar o tempo de realizar o planejamento de produção, dessa forma será previsto o tempo necessário para a produção, como também será possível estimar o gasto energético, o que conseqüentemente diminuirá o custo de processamento, influenciando diretamente no preço final do produto.

### 2.3.2 Conceito de diferentes modelos matemáticos

Historicamente observa-se que são aplicados diferentes modelos matemáticos, na desidratação de alimentos, os quais dependendo das equações podem ser classificados, por exemplo, como empíricos, semi-empíricos, modelos teóricos ( dentre os quais o de difusão) e o métodos de Gauss Newton para a estimação de parâmetros.

A modelagem empírica, segundo Sjöberg et al. (1996), não necessita de conhecimento prévio do sistema, são necessários, apenas dados de entrada e saída do processo durante a identificação. Então, pode-se dizer que nesses modelos há uma correlação direta entre o teor de umidade e o tempo de desidratação. A modelagem empírica consiste na abordagem matemática do processo tendo como base somente os dados experimentais (SILVA, 2013).

Os modelos semi-empíricos, segundo Machado et al. (2012), em geral são as simplificações derivadas da Lei de Newton, do resfriamento aplicado à transferência de massa, são assumidas condições isotérmicas em que a resistência à transferência de massa se restringe somente à superfície do produto. Esta supõe que a variação da temperatura é proporcional à diferença de temperatura entre o objeto e do ambiente em condições ideais. O modelo matemático que traduz a Lei de Newton de resfriamento pode ser dado por uma equação de diferença, conforme mostra a Equação 7:

$$T(t + t_1) - T_t = K(T_t - T_\alpha) \quad (7)$$

Sendo que:

$T$ = temperatura do corpo

$T_\alpha$ = temperatura ambiente

$K$ = coeficiente de resfriamento

$t$ = tempo

t1= tempo inicial

Em contraponto os modelos matemáticos paramétricos, são aqueles que relacionam entrada e saída por intermédio de um número de parâmetros, ou seja, números e coeficientes (LJUNG, 2004; AGUIRRE, 2004). Nesse sentido, Lima (2014), afirma que a precisão destes modelos depende da exatidão dos parâmetros usados.

Segundo Silva (2013), os modelos de difusão são baseados na Lei de Fick, a qual é expressa pela Equação 8:

$$J = -D_{ef} \nabla X_s \quad (8)$$

Em que

J= fluxo de umidade;

$\nabla X_s$ = gradiente de teor de umidade no sólido.

$D_{ef}$ = difusividade efetiva, a qual envolve todos os possíveis efeitos internos, principalmente a temperatura.

Como a primeira Lei de Fick é válida para situações em estado estacionário, sendo o ponto inicial no diversos modelos de difusão, utiliza-se a segunda Lei de Fick, pois essa descreve o estado não estacionário, o que ocorre na maioria dos experimentos, ou seja, a variação da umidade no decorrer do tempo conforme mostra a Equação 9:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = D_{ef} \nabla X_s \quad (9)$$

A Lei de Fick, com a teoria de migração de água por difusão, é muito utilizada nos estudos de desidratação de diferentes produtos, tendo em vista que apresenta bom resultado na desidratação de grãos, cereais e frutos (SILVA, 2013).

Para Carbonera et al. (2003), o Modelo Difusional (*Def*) engloba os efeitos de todos os fenômenos que podem intervir sobre a migração da água. O estudo da difusividade efetiva é importante na determinação da evolução de sistemas que sofrem processos de aquecimento, ou resfriamento. Assim, essa propriedade permite prever a velocidade da penetração de calor no interior do material, sendo importante para o cálculo do processamento térmico.

Crank (1975), apresentou várias soluções análogas para o cálculo do coeficiente de

difusão, as quais são aplicadas para sólidos de diferentes formas geométricas como placas planas, esferas ou cilindros; o Modelo Difusional está representado pelas Equações 10 a 12.

- Placas planas:

$$Mr = \frac{U_t - U_e}{U_0 - U_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2 \pi^2} e^{-(2n+1)^2 \pi^2 Def \frac{t}{4L^2}} \quad (10)$$

- Cilindros:

$$Mr = \frac{U_t - U_e}{U_0 - U_e} = \frac{4}{\alpha^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{bn^2 \pi^2} e^{(-bn^2 Def t)} \quad (11)$$

- Esferas:

$$Mr = \frac{U_t - U_e}{U_0 - U_e} = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-n^2 \pi^2 Def \frac{t}{r}} \quad (12)$$

Sendo que:

Mr= razão da umidade adimensional

$U_0$ = teor de umidade inicial

$U_e$ = teor de umidade de equilíbrio

$U_t$ = teor de umidade média no tempo

t= tempo

Def= difusividade efetiva de massa

r= raio

n= número de repetições

L= espessura

$\alpha$ = parâmetro estimado

b= parâmetro estimado

A difusividade efetiva é a taxa de transferência de uma substância que se difunde através de um espaço com gradiente de concentração, por unidade de área (SILVA, 2010), por

isso são necessárias medidas experimentais, tendo em vista a dificuldade de conseguir estimativas precisas. De acordo com Eleotério (2009), em quase todos os modelos a difusão está presente como um fenômeno predominante da secagem, nem sempre o único, portanto muitas vezes faz-se necessário além dos dados já citados outros dados como energia de ativação que pode ser aferida através da Equação de Arrhenius (13):

$$Def = D_o \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (13)$$

Onde:

$Def$  = difusividade efetiva de massa

$D_o$  = é o fator pré-exponencial da equação de Arrhenius ( $m^2/s^{-1}$ );

$E_a$  = energia de ativação

$R$  = a constante universal dos gases ( $8,3144621 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}$ );

$T$  = temperatura

Segundo Schwaab e Pinto (2007), é comum encontrar na literatura o método de Gauss-Newton para estimação de parâmetros. Esse método nada mais é do que o método de Newton, quando se utiliza a aproximação de Gauss para a matriz Hessiana. Nesse sentido, apresenta-se a função objetivo representada pela Equação 14.

$$F_{obj} = \sum_{i=1}^{ne} (y_i^e - y_i)^T V^{-1} y_i (y_i^e - y_i) \quad (14)$$

O vetor gradiente nessa função pode ser dado na seguinte forma:

$$\nabla_{\alpha} F_{obj} = -2 \sum_{i=1}^{ne} \left(\frac{\partial y_i}{\partial \alpha}\right)^T V^{-1} y_i (y_i^e - y_i) \quad (15)$$

Sendo a matriz Hessiana definida na Equação 16.

$$H_{jk} = -2 \sum_{i=1}^{ne} \left\{ \left(\frac{\partial y_i}{\partial x_{aj}}\right)^T V^{-1} y_i \left(\frac{\partial y_i}{\partial x_{ak}}\right) - \left(\frac{\partial^2 y_i}{\partial x_{aj} \partial x_{ak}}\right)^T V^{-1} y_i (y_i^e - y_i) \right\} \quad (16)$$

Em que:

$ne$  = condições experimentais

$x$  = variáveis independentes

$y$  = variáveis dependentes

$\nabla$  = vetor gradiente

$F_{obj}$  = função objetivo

$V$  = matrizes

$i$  = experimento

$T$  = Matriz Transposta

$\alpha, j, k$  = são parâmetros

$H_{\alpha}$  = Matriz Hessiana

A aproximação de Gauss admite que o somatório do segundo termo da Equação 15 é desprezível, e se aproxima do zero, em conformidade que o experimento seja bem considerado e que o modelo seja adequado, de maneira que os desvios entre as predições do modelo e dos dados experimentais são pequenos, assim a matriz Hessiana pode ser calculada através da simplificação, demonstrada na Equação 17.

$$H_{\alpha} = -2 \sum_{i=1}^{ne} \left( \frac{\partial y_i}{\partial x_{\alpha}} \right)^T V_{yi}^{-1} \left( \frac{\partial y_i}{\partial x_{\alpha}} \right) \quad (17)$$

A grande vantagem dessa aproximação está associada ao fato de que a matriz das derivadas segundas da função objetivo pode ser obtida apenas como função das derivadas primeiras do modelo em relação aos parâmetros, portanto essa aproximação permite grande economia computacional. Nesse sentido, no início da minimização as diferenças entre as predições do modelo e dos dados experimentais podem ser grandes. À medida que a minimização se aproxima do ponto ótimo, as diferenças entre as predições do modelo e dos dados experimentais diminuem. Portanto uma boa estimativa inicial para os parâmetros é fundamental para o sucesso da estimação (SCHWAAB; PINTO, 2007).

Dessa forma, é possível observar que ao trabalhar com modelagem matemática aplicada na desidratação de alimentos, utilizam-se várias ferramentas e modelos como: modelo de difusão, planejamento fatorial, entre outros modelos teóricos, empíricos, semi-empíricos ou numéricos. Contudo, métodos numéricos são desenvolvidos para a resolução de sistemas lineares, não lineares, equações, interpolação polinomial, ajuste de funções, integração numérica e equações diferenciais ordinárias (ARENALES; DAREZZO, 2010).

### 2.3.3 Estudos com modelagem matemática aplicada na desidratação de frutas

Simal et al. (2004), utilizaram diferentes modelos matemáticos para simular a cinética de desidratação de kiwi: o modelo exponencial, modelos de difusão resolvidos pelo método de Separação de Variáveis e de Page. O escopo do estudo foi avaliar modelos relatados na literatura para simular as curvas de desidratação de kiwi, com diferentes geometrias e temperaturas do ar de desidratação. Os autores concluíram que as amostras de cubos do kiwi cortadas em diferentes espessuras, apresentaram como mais adequado os modelos matemáticos de separação de variáveis (difusivo), pois os empíricos não apresentaram bom resultado, assim como houve a influência das diferentes condições de temperatura e geometria na desidratação do fruto, então o método ideal apresentado nas análises e experimentos foi o de difusão resolvido pelo método de separação de variáveis.

Souza e Ocácia (2009) pesquisaram a desidratação de maçã em secador convectivo com fluxo de ar horizontal e determinaram as curvas de desidratação de maçã em diferentes temperaturas (55°C, 60°C e 70°C) com velocidades de fluxo de ar 0,5 e 1,0 m.s<sup>-1</sup>. Em seguida, esses dados experimentais foram ajustados a um modelo considerado adequado a forma paramétrica (séries de Fick), e a partir deste ajuste determinaram coeficientes de difusão efetivos para as fatias de maçã, em que o modelo demonstrou ser satisfatório ao determinar a curva de desidratação a diferentes temperaturas.

Existem equações destinadas para descrever a cinética do processo osmótico, as quais são complexas, e geralmente específicas para certas condições de processo e formas geométricas, como formas planas ou cilíndricas. Ernesto (2013) utilizou os modelos de Peleg e Maxwell para compará-los e analisar o efeito de diferentes concentrações na desidratação osmótica de abóbora. Sendo que, concluiu que o processo de desidratação osmótica de fatias de abóbora com pulsos a vácuo foi eficaz, preservando a qualidade das fatias, a cor, o teor de carotenoides e a microestrutura celular. Além disso, ele verificou que quanto maior for o tempo de desidratação menor será a atividade da água, ou seja, matematicamente são inversamente proporcionais, portanto os agentes osmóticos e pulsos a vácuo foram estatisticamente influentes na desidratação, assim como os modelos apresentaram-se satisfatórios.

Ao estudar a liofilização de abacaxi fatiado Vieira et al. (2012), optaram por ajustar a solução analítica da Segunda Lei de Fick para placas planas, com a finalidade de estabelecer

uma comparação dos efeitos da espessura da fatia e da temperatura do ar de congelamento sobre a difusividade efetiva (*Def*) da água. Seus resultados mostraram que os efeitos das condições de congelamento sobre a difusividade efetiva tanto em relação à espessura das fatias quanto à temperatura de congelamento tiveram efeitos significativos, sendo o modelo aceitável para prever o processo.

Como exemplo de aplicabilidade de planejamento de experimento, dentro de modelos estocásticos, pode ser citado o estudo de Mendes et al. (2013), em que estudaram as melhores condições para a desidratação osmótica de laranjas, sendo verificadas as alterações nas características físico-químicas da fruta. Um planejamento experimental fatorial  $2^3$  completo foi realizado, analisando-se a influência dos fatores tempo, concentração da solução e proporção fruta/solução osmótica sobre o ganho de sólidos, a perda de água e redução de massa das laranjas desidratadas. Assim, a melhor condição para a desidratação osmótica foi obtida utilizando-se uma solução de sacarose de 60°Brix, na proporção fruta: solução de 1:3 durante 90 min. Os autores verificaram que a operação de desidratação osmótica, a qual antecede a secagem convencional em estufa, é uma alternativa promissora, pois, além de não acrescentar elevados custos ao processo, permite a elaboração de um produto alimentício com atividade antioxidante preservada e com maior facilidade de consumo. Pesquisa colaborativa foi de Fernandes (2012), com a utilização de desidratação osmótica seguida de secagem para obtenção de berinjela seca, em forma de “chips”. Através de delineamento experimental a pesquisadora, utilizou as variáveis: temperatura, sacarose, cloreto de sódio e tempo; evidenciando que os parâmetros ideais foram temperatura de 50°C, cloreto de sódio com 7,5% de concentração, sacarose com 45% de concentração e tempo necessário para cinética de secagem de 127,5 min. Logo, em ambas as pesquisas o modelo baseado em planejamento fatorial apresentou-se eficaz.

Machado et al. (2012) estudaram a modelagem da desidratação de caju. As técnicas numéricas utilizadas foram baseadas em um sistema de equações diferenciais parciais (EDOs), tendo em vista que foram resultantes de balanço de massa e energia do processo. As variáveis utilizadas foram temperatura, velocidade do ar e espessura do produto, em que foi possível descrever matematicamente o modelo Difusional, o qual leva em consideração a distribuição de umidade inicial e ausência de qualquer resistência térmica para uma placa infinita, obtendo desta forma resultado satisfatório.

Na Tabela 4, são apresentados alguns trabalhos da literatura, acerca de desidratação de alimentos, com utilização de modelagem matemática, com alimentos diferenciados e

geometria do produto com formatos entre placa plana, círculo, retângulo, ou sólidos geométricos como a esfera, cilindro, cubo e esferoidal oblato:

**Tabela 4** - Trabalhos da literatura com desidratação de alimentos usando diferentes modelos matemáticos

<b>Autor/ano</b>	<b>Modelo Matemático</b>	<b>Geometria</b>	<b>Produto</b>
Machado et al. (2012)	EDOs/ Fick	Círculo	Caju
El-Aouar et al. (2003)	Difusional	Retângulo	Mamão
Minh-Hue et al. (2007)	Difusional	Cilindro	Banana
Eik (2008)	Difusional	Placa plana	Figo
Eik (2008)	Difusional	Placa plana	Caqui
González-Fésler et al. (2008)	Difusional	Esférica	Maçã
Reis et al. (2011)	Midilli	Placa plana	Pimenta cumari
Marques (2008)	Page	Placa plana	abacaxi, acerola, mamão manga
Park et al. (2001)	Difusional	Placa plana	Pera
Oliveira et al. (2006)	Page/ Fick	Placa plana	Chicória
Lima (2014)	Integral	Esfera	Soja
Nicoletti (2005)	Difusional	Esfera	Caqui
	Planejamento Fatorial		
Andreola (2013)	Midilli	Cubo	Cenoura
	Pabis		
	Page		
Santos (2011)	Peleg, Gab, Oswin	Cubo	Abacaxi
Lima (1999)	Luikov/Fick	Esfera	Banana
Costa (2008)	Luikov	Cilindro	Banana
Lopes (2009)	Difusional	Placa plana	Abacate
Nadi et al. (2012)	Luikov	Placa plana	Maçã
Carmo (2004)	Difusional	Esferoidal oblato	Lentilha
Silva (2010)	Integral	Placa plana	Banana

**Fonte:** Pesquisas da Literatura

Furtado et al. (2010), realizaram o estudo da cinética de secagem da polpa de seriguela pelo método de camada de espuma (foam-mat) através do ajuste de diferentes modelos matemáticos aos valores experimentais, e a determinação do coeficiente de difusão e energia de ativação desse produto, além da avaliação do efeito da temperatura no teor de ácido ascórbico. Para o ajuste dos modelos, os autores utilizaram análises de regressão não linear, pelo método Gauss-Newton e concluíram, que os valores do coeficiente de difusão e da energia de ativação da polpa de seriguela são diretamente proporcionais à temperatura do ar de secagem.

O estudo de Nicoletti (2005), para desidratação de cáqui obteve as curvas de secagem adequadas na descrição pela solução analítica do Modelo Difusional, considerando o encolhimento e a difusividade efetiva como função do conteúdo de umidade do pomo.

Machado et al. (2012), estudando a secagem de caju em sistemas convencional e solar, aplicou modelagem com a solução analítica da equação de Fick, em placa plana para determinar o coeficiente de difusão. Foram encontrados encontraram valores de difusividade na faixa de  $3,19 \times 10^{-09} \text{ m}^2/\text{s}$ , em temperatura de  $65^\circ\text{C}$ , com 2cm de espessura da fatia. Assim, concluíram que o Modelo Difusional descreveu satisfatoriamente o processo experimental com  $R^2$  superior a 98%.

Ferreira et al. (2012), para descrever o comportamento da secagem de uva, para placas planas (assumindo-se que a migração da umidade ocorre somente por difusão, que o encolhimento é insignificante, e que os coeficientes de difusão e a temperatura são constantes) em estufa, obteve os valores médios da difusividade efetiva de  $1,3250 \times 10^{-9} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$  para  $T^\circ$  igual a  $60^\circ\text{C}$ . Os valores de  $R^2$  foram de ordem de 0,921.

De acordo com Mohapatr e Rao (2005), o traçado das curvas obtidas com os resultados do modelo matemático está próximo aos dados experimentais tanto como o erro médio o qual é inferior ou ligeiramente superior a 10%, utilizado no modelo que descreve que o fenômeno avaliado é considerado adequado, o que vem ao encontro do presente estudo.

São diversas, as aplicações do cálculo numérico com Gauss-Newton, desta forma alguns exemplos de estudos publicados na literatura podem ser encontrados na Tabela 5:

**Tabela 5** - Trabalhos da literatura utilizando o Método de Gauss em diferentes alimentos

<b>Autor /ano</b>	<b>Produto</b>
Park; Cornejo (1987)	Filé salgado
Ribeiro (2015)	Jabuticaba
Sousa (2011)	Nabo forrageiro
Coelho (2010)	Mamão
Derlan (2013)	Pimenta

**Fonte:** Autora.

Ribeiro (2015) verificou que o método de Gauss Newton tem como escopo encontrar o melhor valor de ajuste num conjunto de dados, por isso a importância de sua aplicabilidade na desidratação de frutas. Sendo assim, é um processo iterativo utilizável para obter estimativas dos parâmetros dos modelos.

#### 2.4 EMPREENDEDORISMO: VIABILIDADE NA FRUTICULTURA

A fruticultura é uma alternativa com potencial para elevar a renda e manter o emprego no meio rural, sendo válida para minorar os problemas sociais e econômicos originados nas pequenas propriedades, lembrando que este é um problema subentendido no agronegócio gaúcho. O cultivo de frutíferas modifica o contexto sócio econômico de uma região positivamente, pois além de utilizar mão de obra; também é uma alternativa para o desenvolvimento de agroindústrias, tanto de pequeno quanto de grande porte, tendo em vista o expressivo rendimento por hectare (FACHINELLO et al., 2005). Dessa forma, ele atrai e desenvolve agroindústrias, reduzindo a perda dos excedentes, como também complementando a renda dos agricultores.

Buainain (2006), afirma que, a agricultura familiar é importante, pelas contribuições econômicas e sociais, sendo fortalecedora da democracia, pois seu desenvolvimento passa pela capacidade de viabilizar-se economicamente, de competir com outras modalidades de organização produtiva e de cumprir com as funções estratégicas com novos espaços para os agricultores.

A realidade dos produtores rurais está cada vez mais diferenciada, pois “sua propriedade não é mais vista como um feudo, mas sim, como uma estrutura enquadrada numa nova dimensão que é interpretada como o encadear-se de segmentos cuja atuação deve ser sincronizada, organizada e inter-relacionada” (FERREIRA, 2001). Logo, deve realizar o

planejando de forma que atenda às exigências do consumidor, como também, planejar o beneficiamento, processamento, distribuição e comercialização para chegar ao cliente com as características que ele próprio havia definido.

Nesse contexto, o empreendedorismo “é o envolvimento de pessoas e processos que, em conjunto, levam à transformação de ideias em oportunidades” (DORNELAS, 2012), ou seja, a empresa é composta por um grupo de pessoas, as quais usam recursos, sejam eles materiais: capital, espaço, instalações, máquinas, móveis e equipamentos, assim como recursos intangíveis: conhecimento e tempo (MAXIMIANO, 2012). Além disso, elas compram matéria prima transformando-as em bens e serviços aos consumidores, então a qualidade desses produtos deve sempre estar relacionada com a satisfação do cliente.

Nos últimos anos o tema empreendedorismo está em foco, tendo em vista que os indivíduos estão tornando-se empreendedores e como afirma Dornelas (2012), estão renovando conceitos econômicos e eliminando barreiras culturais, criando novas relações de trabalho e empregos, conseqüentemente gerando riqueza para a sociedade. Dornelas (2012) salienta que:

A chamada nova economia, a era da internet, mostrou recentemente e ainda tem mostrado que boas ideias inovadoras, Know-how, um bom planejamento, e principalmente uma equipe competente e motivada são ingredientes poderosos que, quando somados no momento adequado [...] podem gerar negócios grandiosos em curtos espaços de tempos. O contexto atual é propício para um número cada vez maior de empreendedores.

Então, de acordo com, Maximiano (2012), “empreendedor é a pessoa que tem a capacidade de idealizar e realizar coisas novas”, ou seja, são pessoas que preferem depender de sua própria capacidade de enfrentar incertezas, buscando autonomia, enfrentando desafios, e obstáculos, resolvendo problemas para alcançar resultados positivos. Assim, Dornelas (2012) ressalta que o empreendedor detecta oportunidades, colocando-as em prática, encontrando nele aspectos como a iniciativa, utilização de recursos de forma criativa, transformando o ambiente social e econômico em que vive, assumindo riscos.

### 2.4.1 Viabilidade financeira

A análise da viabilidade financeira necessita da construção dos fluxos de caixa que, uma vez obtidos, possibilitam o cálculo dos indicadores de rentabilidade das atividades consideradas. Nesse sentido, os fluxos de caixa são valores monetários que representam as entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo, os quais compõem uma proposta ou um projeto de investimento. São formados por fluxos de entrada (receitas efetivas) e fluxos de saída (dispêndios efetivos), cujo diferencial é denominado fluxo líquido (NORONHA, 1987).

Segundo Mckinsey & Company (2001), o fluxo de caixa trata-se da “efetivação do pagamento quando de fato o dinheiro entra ou sai da conta da organização”. Assim, todos os preços empregados na análise econômica, seja de produtos ou de insumos, devem ser coletados na própria região, para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas (PONCIANO et al, 2003).

Logo, verifica-se que o fluxo de caixa é um instrumento adequado para o controle financeiro, como afirma Dolabela (2008), “fluxo de caixa consiste no acompanhamento das entradas e saídas de recursos financeiros no caixa da empresa”. O autor salienta quanto ao ponto de equilíbrio, que nada mais é do que o nível de faturamento para a empresa cobrir seus custos, atingindo o lucro operacional igual à zero, conseqüentemente acima do ponto de equilíbrio a empresa terá lucro, apresentando a Equação 18, para o cálculo do ponto de equilíbrio.

$$PE = CF/MC \quad (18)$$

Em que:

$PE$ = ponto de equilíbrio (break-even point),

$CF$ = custo fixo,

$MC$ = margem de contribuição.

Dessa forma, Dolabela (2008), define os principais itens que compõem o fluxo de caixa, os quais são descritos a seguir:

- Investimento inicial: valor que o empresário necessita gastar para iniciar sua empresa, acrescido do valor que deverá reservar para o primeiro mês de funcionamento até que o dinheiro das vendas comece a entrar no seu caixa.

- Saldo de caixa inicial: valor que o empreendedor tem no caixa no primeiro dia de operação da empresa, o qual é necessário para despesas, até as vendas demonstrarem receitas.
- Total de entradas: valor de entrada de dinheiro no caixa, subdividindo-se em: receita de vendas, receitas financeiras, empréstimo, e outras receitas, as quais não foram decorrentes de vendas de produtos ou serviços.
- Total de saídas: registro de toda saída de dinheiro da empresa, bem especificadas para o bom entendimento do empreendedor sobre a situação do caixa de sua firma mês a mês.
- Saldo no período: é o total obtido subtraindo-se o total de entradas do total de saída, o qual indica o valor monetário que sobrou ou faltou naquele período de atuação da empresa.
- Reserva de capital: valor que a empresa poderá poupar, caso necessário e então investir em outros investimentos.
- Depreciação: é uma reserva contábil destinada a gerar fundos para substituição do capital investido em bens de longa duração.

Corroborando Maximiano (2012), quando ressalta que a gestão do empreendedor com a utilização do fluxo de caixa tem um planejamento de ações que envolvem recursos financeiros, indicando a origem de todo o dinheiro que entrou no caixa, bem como a aplicação de tudo que saiu.

O Custo total da produção de um produto representa a soma de todas as despesas explícitas (caixa) e implícitas (não caixas), que podem ser atribuídas à produção dessa exploração. Dessa forma, pode-se definir o custo total como a soma dos custos fixos e variáveis. Partindo do conceito de Dolabela (2008), investimentos fixos “são gastos com aquisições e instalação de máquinas e equipamentos, obras, reformas, móveis e utensílios, ou seja, constituem o patrimônio da empresa e podem ser vendidos e convertidos em dinheiro”. Enquanto que, os gastos operacionais necessários para iniciar a empresa são chamados: capital de giro inicial, ou seja, “referem-se a aluguel do imóvel, pró-labore, salário e encargos, aluguel de telefone, depreciação, luz, honorários do contador, materiais de limpeza, etc.” (DOLABELA, 2008).

Antunes (2001), em sua pesquisa a respeito da viabilidade econômica de uma empresa de reciclagem de plásticos de origem industrial, estabelecendo que “custos fixos: sendo aqueles que permanecem constantes, sem variação, independe do volume de produção ou de vendas da empresa, numa certa escala de tempo. Custos Variáveis: variam de forma proporcional ao volume de produção ou de vendas da empresa, como, por exemplo, gastos com matéria-prima”. Assim, Maximiano (2011), define a classificação dos custos:

- Custos fixos: valores que se mantêm inalterados, dentro de certos limites, independentemente das variações da atividade ou das vendas.
- Custos variáveis: valores que variam na mesma proporção das variações ocorridas no volume de produção ou da outra medida de atividade.
- Custos diretos: custos que podem ser diretamente apropriados aos produtos, bastando ter apenas uma medida de consumo.
- Custos indiretos: custos que não oferecem condições de medida objetiva e qualquer tentativa de alocação tem de ser feita de maneira estimada.

A definição de Valor Presente Líquido (VPL), para Nardelli e Macedo (2011) é dada pela “diferença, no início do projeto (data presente), entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros gerados pelo projeto e os investimentos feitos”. Um projeto viável deve, então, apresentar  $VPL > 0$ . A melhor alternativa é a que apresenta maior VPL, entre as que possuem VPL positivo.

De acordo com Assaf Neto (1992), os métodos quantitativos de análise de investimento mais utilizados, é o valor presente líquido, o qual reflete a riqueza em valores absolutos do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa. O método do valor presente líquido exige a definição prévia desta taxa para descontar os fluxos de caixa. O VPL, desta forma, é determinado descontando-se os fluxos financeiros pela taxa de atratividade. Nesse sentido, Dornelas (2012) salienta que quando o VPL for positivo o projeto será viável, caso contrário deverá ser rejeitado.

Pelo exposto, é necessário e de fundamental importância realizar estudos acerca da viabilidade econômica de projetos agroindustriais, dentre eles a desidratação de pêssego, tendo em vista a crescente demanda de consumidores por alimentos mais saudáveis, assim como agregar valor aos produtos excedentes dos agricultores de forma a obter êxito nesses empreendimentos. Afirmam Santos et al. (2015) que o desenvolvimento da agroindústria

familiar permite visualizar a viabilidade econômica do meio rural, ou seja, agroindústrias são as unidades empresariais onde ocorrem as etapas de beneficiamento, processamento e transformação de produtos agropecuários *in natura* até a embalagem, prontos para comercialização, por isso a importância da análise da viabilidade econômica.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na revisão bibliográfica apresentada nesta pesquisa, pode-se observar que nos dias atuais há uma grande demanda por produtos naturais, saudáveis a base de frutas, como o pêssego, por exemplo, “o mercado de frutas secas, tem um nicho de grande aceitação, pois estas conservam as propriedades nutritivas das frutas originais com o benefício de serem menos perecíveis e de mais fácil manuseio e transporte” (SEBRAE, 2014). Portanto, o processamento de pêssegos desidratados vem ao encontro do que o consumidor brasileiro procura, ou seja, produtos mais saudáveis, contribuindo para o crescimento da agroindústria brasileira, em que se faz necessário estudo acerca da modelagem matemática para diminuir os custos com a produção, predizendo os processos a serem utilizados.

A modelagem matemática está inserida nessa perspectiva, como uma técnica, ou seja, uma nova direção científica que usa amplamente a Matemática e a Computação Científica e está orientada para o aproveitamento de métodos matemáticos avançados, na busca de soluções para problemas atuais (SANDMANN, 2009) otimizando e predizendo processos com o intuito de dirimir gastos. Nesta perspectiva, observa-se que poucos são os trabalhos da literatura, que visam o controle do processo, em geral as pesquisas acadêmicas destinam-se ao escopo científico, não ocorrendo uma aproximação com a aplicação empreendedora.

Logo, um modelo matemático poderá prever padrões necessários ao processamento de secagem de pêssego, contribuindo dessa forma, indiretamente com o pequeno agricultor. Tendo em vista que proporcionará a obtenção melhores resultados, reaproveitando os frutos excedentes, os quais muitas vezes são descartados pelo mercado de fruticultura, contudo reaproveitados no processo de desidratação, como também diminuindo o tempo necessário para a produção, e estimando o gasto energético, o que conseqüentemente diminuirá o custo de processamento, influenciando diretamente no preço final. Assim, pode proporcionar a inclusão social dos agricultores através da geração de renda obtida pelo seu trabalho,

consequentemente melhorando a qualidade de vida e contribuindo dessa forma com os diversos setores da economia especialmente no que tange ao desenvolvimento socioeconômico local e regional (BRASIL, 2008).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Neste capítulo serão descritos os materiais e métodos utilizados, bem como os procedimentos laboratoriais realizados durante a fase experimental deste trabalho, assim como a aplicabilidade da modelagem matemática e análise empreendedora.

#### **3.1 AMOSTRAS**

As amostras de pêsego dos cultivares “*Chimarrita*” e “*Eragil*” foram adquiridas no mercado local de Erechim–RS, da safra 2014, selecionadas de acordo com tamanho: circunferência média de 17,6cm, ausência de danos físicos com aspecto adequado para o processamento.

#### **3.2 DESIDRATAÇÃO DOS PÊSSEGOS**

Os processos de desidratação dos pêsegos, ou seja, secagem em estufa, desidratação osmótica seguida por secagem em estufa e liofilização foram realizados na Usina Piloto de Frutas e Hortaliças do Departamento de Engenharia Alimentos (URI-Erechim).

##### **3.2.1 Preparação das amostras**

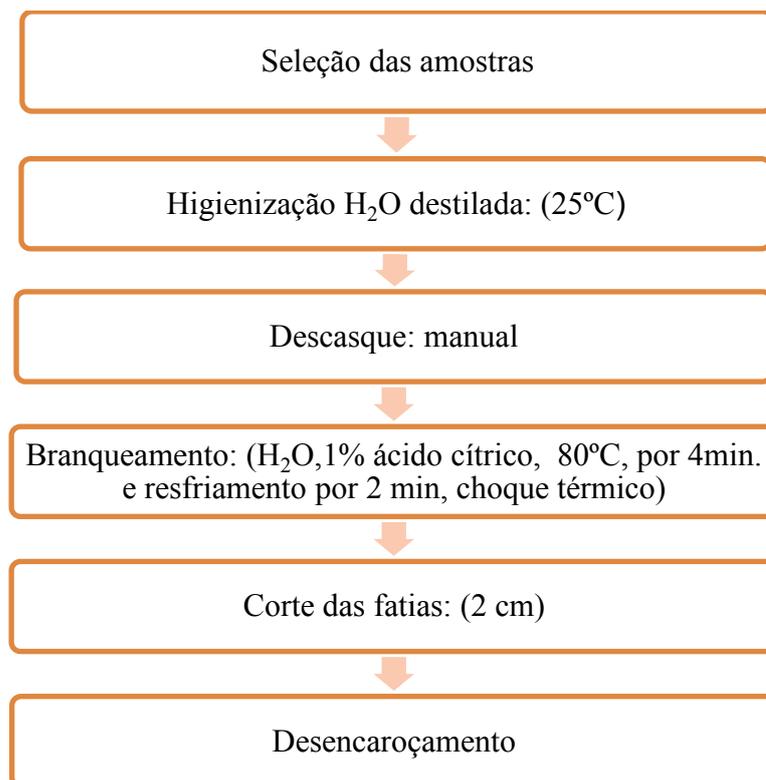
Foram utilizados 5 kg de cada cultivar, sendo que os pêsegos foram lavados em água corrente, secos com papel toalha e armazenados em bandejas plástica a 10°C em refrigerador, (Cônsul). Posteriormente os pêsegos foram descascados manualmente com facas inoxidáveis, com a finalidade de evitar o escurecimento enzimático, as amostras foram submetidas ao branqueamento, em que o uso dessa operação prolonga a vida útil dos produtos desidratados. Para tanto, as amostras foram submersas em água clorada por 4 min. a 80°C com 1% de ácido cítrico. Posteriormente imersas em água gelada (0°C), por 2 min. Em seguida os pêsegos foram manualmente, desencaroçados e fatiados com espessura média de

2 cm, e comprimento médio de 4,6 cm, com utilização de faca de aço inoxidável. Obtendo-se assim, amostras consideradas como placas planas.

A retirada do caroço justifica-se segundo Boeira et al. (2007), pois apresenta uma vantagem no processamento e da qualidade do produto, sendo que o caroço do fruto oferece uma proteção mecânica para ele, dificultando o processo de secagem. Como também de acordo com Gouveia et al. (1999) é importante retirar a casca para realizar a desidratação, pois essa interfere no processo, tendo em vista que retarda o tempo de desidratação.

A Figura 7 apresenta o fluxograma do processo de preparação das amostras dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*:

**Figura 7** - Fluxograma do preparo das amostras para os diferentes processos



**Fonte:** Autora.

As amostras desencaroçadas foram submetidas às análises microbiológicas de bolores e leveduras e físico-químicas de pH, sólidos solúveis totais (°Brix), atividade da água cinzas e umidade.

Posteriormente, 1kg de cada cultivar foi submetido a diferentes processos de desidratação: em estufa, desidratação osmótica seguida de secagem em estufa e liofilização.

As amostras desidratadas por todos os processos dos dois cultivares foram embaladas em filme de polietileno de baixa densidade, fechadas a vácuo e armazenadas à temperatura ambiente, sendo que em seguida ocorreram análises: microbiológicas, físico-químicas e sensorial.

### 3.2.2 Processo de desidratação em estufa

A desidratação, dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil*, foi realizada em estufa com circulação de ar (Marca Marconi, modelo MA 037, Brasil). As amostras dos cultivares foram dispostas separadamente em bandejas e levadas à estufa a 60°C, temperatura considerada ideal, tendo em vista que o produto mantém os nutrientes do fruto. Esta temperatura também foi utilizada por Boeira et al. (2007), Eik (2008) e Silva (2012).

A cinética de secagem dos pêssegos foi acompanhada, através da perda de massa, em relação ao tempo (Apêndice A), pesando-se o material a cada intervalo de tempo 30 min, 70min, 130 min respectivamente até massa constante; em balança analítica (Toledo, modelo 9094-1), com 0,005g de precisão, (a bandeja era retirada, pesada e recolocada na estufa). Este procedimento foi repetido até o material atingir massa constante.

A Figura 8 ilustra a visão superior da bandeja, para desidratação de amostras dos pêssegos *Chimarrita* (a), e *Eragil* (b), fatiados dispostos em uma única camada:

**Figura 8** - Imagem das amostras cultivar *Chimarrita* (a) e *Eragil* (b) dispostas em bandeja para secagem em estufa



(a)

(b)

Fonte: Autora.

Analogamente os mesmos procedimentos foram efetivados com o cultivar *Chimarrita* foram realizados com o cultivar *Eragil*.

### 3.2.3 Liofilização

Analogamente, 1kg de amostra de cada cultivar, foram envolvidas em papel alumínio, submetidas ao congelamento em freezer doméstico (Consul), com temperatura de -18°C durante 24 horas. Posteriormente foram dispostas em placas de petri, envolvidas com filme plástico, e colocadas em ultra-freezer (CL 600-80) à temperatura de -80 ±2°C durante 12 h, conforme estudos de Souza et al. (2011). Em seguida as amostras congeladas foram colocadas em liofilizador (Liotop L101AISI304) a -40°C, sendo que se definiu essa temperatura pois para ser liofilizado, o produto deve estar congelado a uma temperatura bem baixa, menor que -30°C. A cinética de desidratação, para ambos cultivares, foi acompanhada através da variação da massa, (as bandejas eram retiradas, pesadas e rapidamente recolocadas no liofilizador), até a obtenção da massa constante, ou seja, o tempo de pesagem foi variável entre 65h e 72h, (Apêndice A). Concluída a liofilização, as amostras foram embaladas em filme de polietileno de baixa densidade fechadas a vácuo, como também foram envolvidos em papel alumínio, para evitar o contato com a luz e a umidade, armazenadas à temperatura ambiente, para posteriores análises: microbiológicas, físico-químicas e sensorial.

### 3.2.4 Processo de desidratação osmótica (DO) seguido de secagem em estufa

Como agente osmótico foi utilizado sacarose comercial, (União), adquirida no mercado local. A solução osmótica foi preparada com xarope de sacarose a 65°Brix e proporção fruto: xarope 1:2, de acordo com metodologia de Sousa (2003), sendo que se preparou com água destilada, em béquer de 1L. Os pêssegos foram imersos na solução (xarope) a 30°C em banho-maria, durante 2 h com agitação manual, para cada cultivar separadamente, de acordo com metodologia de Torreggiani (1993), tendo em vista que segundo o autor a composição e a concentração da solução osmótica empregada é um dos fatores chave para o sucesso do processo.

Os frutos foram retirados da solução osmótica e imersos, em água destilada à 10°C, por 5 s, sendo, posteriormente, secos em papel absorvente para retirada do excesso de água.

As amostras foram pesadas tendo aproximadamente 700g, ao final da DO, então dispostas em bandejas, para desidratação em estufa com circulação de ar (marca Marconi, modelo MA 037, Brasil). Essas amostras foram dispostas separadamente em bandejas e levadas a estufa com temperatura da estufa em 60°C, conforme a metodologia do item 3.2.2.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PÊSSEGOS

#### 3.3.1 Análise microbiológica

Em ambos os cultivares *in natura* e desidratados utilizando os diferentes métodos de desidratação foram realizadas análises de bolores e leveduras por método da contagem padrão em placas (CPP) denominada semeadura em profundidade a qual permite a visualização de colônias e a contagem de unidades formadora de colônias (UFC) presentes na amostra a ser analisada (JAY, 2005). Para esse fim, foram empregadas as seguintes diluições decimais: 0,01; 0,001; e 0,0001ml, as quais foram preparadas conforme descrito na metodologia descrita por Brasil (1992) e no FDA (2005). As amostras foram transferidas assepticamente, onde 1 ml de cada diluição para placas de Petri estéreis devidamente identificadas, em duplicata. A cada placa foram adicionados cerca de 13 ml de ágar batata (Difco) previamente fundido e mantido a 45°C. Após homogeneização cuidadosa, as placas foram incubadas invertidas entre 22 e 25°C em estufa bacteriológica por 72h. Foram selecionadas as placas que continham de 10 a 150 colônias, contadas em contador de colônias do tipo Quebec. Todas as análises microbiológicas foram realizadas em triplicata.

#### 3.3.2 Análise físico-químicas

As análises físico-químicas, para ambos cultivares do pêssigo *Chimarrita* e *Eragil*, *in-natura* e desidratados com os diferentes processos, foram as seguintes: pH, sólidos solúveis totais (°Brix), atividade da água (apenas para os desidratados) cinzas, e umidade. Todas as análises foram realizadas em triplicata. As metodologias para análises foram realizadas de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008).

- pH:

O potencial Hidrogeniônico de ambos cultivares desidratados pelos diferentes métodos, foi medido usando um pHmetro, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008).

- Sólidos Solúveis (°Brix)

Foram medidos utilizando um refratômetro de Abbé (Marca Bel® Equipamentos Ltda.), através do método Adolfo Lutz (2008).

- Atividade da água:

As determinações da atividade de água foram realizadas utilizando-se analisador de atividade de água (DECAGON, série 3TE). As leituras foram feitas na temperatura de 25°C. Instituto Adolfo Lutz (2008).

- Cinzas:

O resíduo mineral fixo foi determinado por gravimetria, mediante incineração da amostra em forno mufla marca Brasimet, Modelo: Camara K250 diagrama multifilar a 550°C até a obtenção de cinzas claras.

- Umidade:

O teor de umidade, foi determinado através do método de estufa, onde as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,001g a 0,0001g e colocadas em estufa a 105°C (FANEM, modelo 320-SE), até peso constante. A partir dos resultados, foram utilizadas as equações de acordo com Machado (2012), para determinar a Umidade em base úmida (Ubu) e Umidade em base seca (Ubs):

$$U (\%bu) = (\text{massa inicial} - \text{massa final}) * 100 : (\text{massa inicial}) \quad (19)$$

Para determinar o teor em base seca utilizou-se a seguinte equação:

$$U (\%bs) = (\text{massa inicial} - \text{massa final}) * 100 : (\text{massa final}) \quad (20)$$

A razão de umidade (U\*), foi dada pela Equação 21:

$$\frac{U - U_e}{U_o - U_e} = U^* \quad (21)$$

Onde:

U= umidade em certo tempo

$U_e$  = umidade de equilíbrio

Nota-se que, a umidade de equilíbrio foi determinada através das curvas de secagem. Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

### 3.3.3 Análise física cor

Após a desidratação por cada processo e cultivar foram coletadas as amostras para determinação da cor. Segundo IAL (2008), observa-se que a cor é uma propriedade capaz de provocar estimulação da retina por raios luminosos de comprimentos de onda variáveis. Ela tem sua percepção limitada à fonte de luz, devendo ser avaliada com iluminação adequada seguindo a luz do dia, natural ou artificial. Na avaliação utilizaram-se cabines especiais de controle visual de cores. Esta é definida com maior coerência e uniformidade, ou seja, na avaliação da cor, utilizou-se um quadro com expressões usuais e comuns para auxiliar na sua melhor denominação (ANEXO A ).

Nesse contexto, atribuíram-se os seguintes valores:

1= amarelo pardacento; 2= amarelo esverdeado; 3= amarelo torrado; 4= amarelo ouro; 5= marrom.

Os recentes avanços na instrumentação têm aumentado o uso de medidas de cor para o controle de qualidade e otimização dos processos. Existe uma variedade de métodos e instrumentos de medida de cor na indústria de alimentos (SILVA et al., 2000).

### 3.3.4 Análise sensorial

As análises sensoriais dos pêssegos desidratados pelas diferentes técnicas de secagem foram efetivadas, tendo como objetivo avaliar o grau com que os consumidores gostam ou desgostam dos produtos mencionados (Teste de aceitação) como também se os mesmos comprariam o produto (Intenção de Compra).

A pesquisa foi submetida à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões –

Erechim URI (ANEXO B), sob o de Certificado de Aprovação para Apreciação Ética número 835799 de 27/10/2014, para realização da análise sensorial.

Os testes foram realizados em cabines individuais, e com iluminação representante do dia, sendo que o painel de julgadores foi composto por 30 provadores não treinados. A caracterização dos provadores considerou julgadores de ambos os sexos, com idade variando no intervalo de 18 a 69 anos, não fumantes, assim como não alérgicos ao produto, de acordo com o projeto aprovado pelo Comitê de ética, entre discentes e funcionários da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Erechim, e discentes do IFRS-Erechim, recrutados por divulgação.

Aos provadores foi apresentada uma ficha (questionário anônimo) com Escala Hedônica de nove pontos com extremos correspondendo a “desgostei extremamente” (1), e “gostei extremamente” (9), avaliando-se os pêssegos desidratados, segundo as recomendações de Dutkosky (2007), realizando teste ANOVA para análise. Além disso, verificou-se também a intenção de compra dos produtos, em que se utilizou uma escala de cinco pontos, variando do “certamente compraria” (5), ao “certamente não compraria” (1). No Apêndice B, encontra-se o Questionário Anônimo de Análise Sensorial utilizado na pesquisa.

Os testes sensoriais foram realizados em duas sessões, sendo servidas na primeira sessão três amostras de pêssego *Eragil* desidratados: desidratação em estufa, desidratação osmótica seguida de estufa, e liofilização; na segunda sessão três amostras de pêssegos *Chimarrita* desidratados: desidratação em estufa, desidratação osmótica seguida de estufa, e liofilização totalizando seis amostras de pêssegos desidratados.

As amostras de pêssegos desidratadas utilizadas nos testes sensoriais foram mantidas nas embalagens fechadas a vácuo e acondicionadas à temperatura ambiente até a realização das análises.

As amostras foram subdivididas e identificadas, seguindo uma sequência de numeração, para cada processo.

Nos testes sensoriais as amostras de 10 gramas foram distribuídas aos provadores de forma sequencial segundo um delineamento de blocos completos balanceados, sendo apresentados com códigos de três números aleatórios, de acordo com descrição anterior. Entre uma amostra e outra foi utilizada água mineral à temperatura ambiente e bolacha água e sal para eliminar o gosto residual das amostras. Com os valores das médias das notas obtidas por meio da análise sensorial, foi calculado o Índice de Aceitabilidade de Compra (IAC, intenção de compra) dos pêssegos (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). O cálculo considerou como 100% a

nota máxima atribuída às expressões, em que se utilizou a Equação (22) para o cálculo do índice da aceitação de compra do produto:

$$IAC\% = (A/B) * 100 \quad (22)$$

Em que:

A, é a nota média obtida pelo produto, e B é a nota máxima da escala hedônica.

### 3.3.5 Análise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguido de teste de Tukey e também o teste t Student, ambos para comparar as diferenças entre as médias, com nível de significância 95% de confiança, utilizando o software Statistica versão 7.0.

### 3.3.6 Análise de encolhimentos das fatias com melhor resultado sensorial

Foi efetivado o cálculo do encolhimento que ocorreu durante a secagem, o qual foi analisado com as amostras escolhidas no teste sensorial: *Chimarrita* processado osmoticamente. Assim, o encolhimento foi calculado através das seguintes Equações:

$$ES = \frac{A_0 - A}{A_0} \quad (23)$$

$$EE = \frac{E_0 - E}{E_0} \quad (24)$$

$$CE = 1 - \frac{V}{V_0} * 100 \quad (25)$$

Em que: A<sub>0</sub>, E<sub>0</sub> e V<sub>0</sub> correspondem à área, espessura e volume dos pêssegos desidratados antes da secagem e A, E V após a secagem. Para as medidas foi utilizado um paquímetro com precisão de ± 0,02 mm.

Para encontrar o volume (V) do pêssego, utilizou-se o método de integração numérica com a Equação 26:

$$V = 2 \int_{x_0}^{x_1} \pi y^2 dx \quad (26)$$

Em que:

$V$ = volume em  $m^3$

$y$ = altura da fatia de pêssego

$dx$ = variação da fatia em relação ao raio.

Sendo que para a realização dos cálculos utilizou-se dez as amostras de pêssego, medindo a circunferência de cada um, realizando uma média aritmética para posterior aplicabilidade da integração numérica de acordo com Barroso (1987), para a função  $y = f(x)$  no intervalo  $[a, b]$  o seu polinômio de interpolação.

Para calcular a área dos pêssegos usou-se a Regra do Trapézio, a qual é calculada pelos dois pontos extremos do intervalo, em que se faz passar uma reta e a integral de  $f(x)$  aproxima-se pela área sob essa reta. Portanto, uma forma que se tem de melhorar o resultado obtido é subdividindo o intervalo  $[a,b]$  em  $n$  subintervalos de amplitude  $h$  e a cada subintervalo aplica-se a regra dos trapézios, segundo Barroso (1987) descrita na Equação 27:

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{2} [y_0 + 2y_1 + 2y_2 + 2y_3 \dots + y_{n-1} + y_n] \quad (27)$$

A Regra de Trapézio tem sido aplicada para uma solução de variedades de problemas envolvendo, por exemplo, cálculo de área, como mostra a Equação 28:

$$S = \int_{x_0}^{x_1} f(x) dx \approx h / 2 [f(x_0) + f(x_1)] \quad (28)$$

Sendo que:

$S$ = área em  $m^2$

$h$ = diferença de  $x_0$  e  $x_1$ , dividido pelo número de intervalos,

$x_0$ = intervalo inicial

$x_1$ = intervalo final

$f(x) = 4\pi r^2 dx$

Neste contexto, mediu-se as fatias de pêsego *Chimarrita* desidratado osmoticamente com paquímetro, obtendo-se o intervalo inicial ( $x_0$ ) e final ( $x_1$ ), dividindo-os em sub-intervalos para aplicabilidade do cálculo numérico através da Regra de Trapézio, conforme Barroso (1987).

### 3.4 MODELO MATEMÁTICO

Este trabalho apresenta modelos matemáticos, os quais tem por escopo obter uma curva adequada para a desidratação de pêsegos em diferentes processos para os dois cultivares. Segundo Arenales e Darezzo Filho (2010), de uma maneira geral, a resolução de um problema de qualquer área do conhecimento passa inicialmente por uma fase de observação e entendimento do fenômeno físico envolvido. Através de conhecimentos já estabelecidos, busca-se simplificações, a construção de um modelo matemático, o qual representa com a maior fidelidade possível ao problema que se deseja tratar. Esta etapa é caracterizada como fase da modelagem do modelo matemático.

Portanto, utilizou-se o Modelo Matemático Difusional para atingir o objetivo deste estudo, com o escopo de que a modelagem matemática seja eficiente para explicar e contribuir para representar a etapa de desidratação de pêsegos *Chimarrita* e *Eragil*, consequentemente uma melhor qualidade do produto a ser comercializado, predizendo o processo.

O Modelo Matemático Difusional para placas planas (Equação 10):

$$Mr = \frac{U_t - U_e}{U_0 - U_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2 \pi^2} e^{-(2n+1)^2 \pi^2 Def \frac{t}{4L^2}}$$

Em que:

$L$ = espessura do pêsego de 2 cm

$n= 1$

$Def$ = difusividade

A princípio, com seus dados ajustou-se às curvas experimentais de cinética de secagem para os diferentes processos de desidratação dos pêsegos. Foi utilizado o cálculo numérico com metodologia Gauss Newton para verificar a aproximação dos parâmetros.

Também, foi utilizado o modelo empírico de Lewis (Equação 1):

$$RU = \exp(-k t)$$

Em que:

$k$ = parâmetro estimado

$t$ = tempo de secagem

Assim como modelo empírico de Page ( Equação 3):

$$RU = \exp(-k_2 t^{n_1})$$

Em que:

$k_2$ = parâmetro estimado

$t$ = tempo de secagem

$n_1$ = parâmetro estimado

Portanto, para efetivar a regressão com os modelos matemáticos utilizou-se o programa computacional livre Scilab versão 5.5.1.

### 3.5 EMPREENDEDORISMO: VIABILIDADE ECONÔMICA

O empreendedorismo faz-se necessário para estimular e apoiar processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e à emancipação do cidadão na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico local e regional (BRASIL, 2008). Portanto, nessa perspectiva os estudos da viabilidade econômica e financeira para implantação de uma agroindústria, foram realizados, procurando evidenciar: descrição da empresa, custos variáveis diretos e indiretos, custos fixos, levantamento de demonstrativos e resultados da empresa (agroindústria), sob a perspectiva do desenvolvimento regional.

Assim, foi estruturado o cálculo de gastos envolvidos para implantar uma agroindústria de desidratação de pêssego, através de uma planilha, com os seguintes itens: custos de mão de obra e investimentos, custos fixos e variáveis, impostos, depreciação, manutenção, capital de giro com previsão de período para lucratividade, rentabilidade, payback, ponto de equilíbrio como também, fluxo de caixa, de acordo com o item 2.4.1. Estes

cálculos foram realizados utilizando-se a planilha eletrônica, do Excel (Apêndice C), para a realização dos cálculos do fluxo de caixa.

Logo, as seguintes equações 29 a 31 foram utilizadas para efetuar o cálculo dos respectivos índices:

Lucratividade:

$$L = \frac{\textit{lucro líquido}}{\textit{ativo total}} \quad (29)$$

Rentabilidade:

$$R = \frac{\textit{lucro anual médio}}{\textit{valor do investimento}} \quad (30)$$

Payback:

$$\textit{Payback} = \frac{\textit{investimento inicial}}{\textit{ganho no período}} \quad (31)$$

### 3.5.1 Análise de Swot na possível instalação de Agroindústria

Quando se pretende empreender, primeiramente é necessário analisar riscos e possibilidades, o que pode ser chamado de análise de Swot (DORNELAS, 2012). Neste sentido pesquisou-se os respectivos valores no mercado local, assim como pela internet, baseando-se nos valores atualizados do ano de 2016. No Quadro 1 mostra-se os possíveis riscos e oportunidades, ou seja ponto fortes e fracos de um empreendimento agroindustrial:

**Quadro 1 - Levantamento dos pontos fortes e fracos de um empreendimento agroindustrial**

<b>Ambiente externo</b>			
<b>Ambiente interno</b>	<b>Pontos fortes</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
		Desenvolvimento	Manutenção
	<b>Pontos fracos</b>	Área da empresa (ambiente) localização Persistência Mão-de-obra qualificada. Há experiência na produção de matéria-prima. Pioneiro na fabricação do pêssego desidratado. Não requer grande tecnologia.	Sazonalidade da matéria prima, procurar alternativa de entrada de produtos <i>in natura</i> .
		Crescimento Buscar aliança com Secretaria Municipal de Educação para oferta na merenda escolar de acordo com o PNAE. Feiras e eventos.	Sobrevivência Desenvolver o nicho de mercado na região. Possível entrada de competidores no mercado. Custos com aluguéis.

**Fonte:** Autora.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados experimentais das secagens realizadas com os diferentes processos de desidratação de pêssegos utilizados neste estudo: secagem em estufa, desidratação osmótica e liofilização dos dois cultivares *Chimarrita* e *Eragil*.

Em seguida, são apresentados os resultados das análises microbiológicas, físico-químicas, sensorial dos pêssegos *in natura* e desidratados, utilizando-se de métodos estatísticos. Além disso, são discutidos os resultados do modelo matemático utilizado para descrever o comportamento da desidratação em diferentes processos, assim como a análise de superfície de resposta simulando dados experimentais. Finalmente, efetiva-se uma avaliação econômica de um empreendimento agroindustrial com o propósito de análise de viabilidade financeira.

### 4.1 ANÁLISES DOS PÊSSEGOS *IN NATURA*

#### 4.1.1 Análises microbiológicas

Na Tabela 6 são apresentados os resultados das análises microbiológicas dos pêssegos *in natura* dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil*.

**Tabela 6** - Resultados das análises microbiológicas de pêssegos *Chimarrita* e *Eragil in natura*

Pêssego	Contagem de Bolores e leveduras	Padrão microbiológico (BRASIL, 1991/1992) *
<i>In natura Chimarrita</i>	$1,0 \times 10^3$	$5 \times 10^3$
<i>In natura Eragil</i>	$1,0 \times 10^2$	$5 \times 10^3$

\*Valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (M.A.P.A.)

**Fonte:** Autora.

Portanto pode-se verificar que a contagem de bolores e leveduras, dos dois cultivares ficou abaixo dos padrões estabelecidos pela legislação.

Os estudos de Gouvêa e Gouvêa (2007) relatam que se deve ter uma maior preocupação com a qualidade e sanidade do produto, a qual se inicia na matéria prima e processamento, seguida pelo transporte terminando na venda ao consumidor. A produção de alimentos com segurança exige cuidados especiais, para que se eliminem quase na sua totalidade, os riscos de contaminação por agentes físicos, químicos e biológicos a que esses alimentos estão sujeitos.

A legislação brasileira não estabelece padrões microbiológicos específicos que regulamentam a obtenção microbiológica para produtos osmoticamente desidratados. Entretanto, a Resolução nº 12 de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em sua Gerência Geral de Alimentos juntamente com o Ministério da Saúde estabelece que, no caso de produtos não caracterizados nas tabelas, deve considerar-se como base a similaridade da natureza e do processamento do produto. Na literatura, ou seja, em outras pesquisas, entre o fruto fresco e os frutos seco/desidratados/glaciados, verificou-se que, a legislação em vigor (MAPA, 1991/1992), estabelece respectivamente limites máximos para a fruta *in natura* ( $5,0 \times 10^3$ /g), e que caso o produto tenha sofrido tratamento térmico ou conservada quimicamente ( $2,0 \times 10^3$ /g), para a contagem de bolores e leveduras a esta classe de produtos.

#### 4.1.2 Análises físico-químicas

Na Tabela 7, são apresentados os valores médios das análises físico-químicas obtidas, nos cultivares *Chimarrita* e *Eragil*, *in natura*.

**Tabela 7** - Resultados das caracterizações dos cultivares dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil in natura*

Análise	<i>Chimarrita</i>	<i>Eragil</i>
pH	5,52 <sup>a</sup> ± 0,21	5,90 <sup>b</sup> ± 0,16
Sólidos solúveis Brix°	16 <sup>oa</sup> ± 0,20	17 <sup>oa</sup> ± 0,62
Cinzas g/100g	0,47 <sup>a</sup> ± 0,15	0,37 <sup>b</sup> ± 0,11
Umidade %	88,33 <sup>a</sup> ± 0,37	88,66 <sup>a</sup> ± 0,35

\*Médias seguidas da mesma letra na mesma linha, não diferem significativamente entre si pelo teste t Student.

**Fonte:** Autora.

Verifica-se que os cultivares são estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre si, em relação ao pH, sólidos solúveis e valor de umidade em relação ao cultivar *Eragil*. Boeira et al. (2007) encontraram teores de umidade (89,8 e 89,3%) e sólidos solúveis (12,3 e 13,5%) para os cultivares de pêssigo *Marli* e *Springcrest*, respectivamente. Estas diferenças de acordo com Detoni et al., (2009) estão associadas às próprias diferenças entre os cultivares. Além disso, a genética, as características climáticas, exposição da planta e frutos à insolação, características do solo, estágio de maturação, entre outros, podem influenciar na qualidade do fruto, concentração de sólidos solúveis, entre outros fatores.

## 4.2 ANÁLISES DOS PÊSSEGOS DESIDRATADOS

### 4.2.1 Análises microbiológicas

Na Tabela 8 são apresentados os valores da contagem de bolores e leveduras, das análises microbiológicas obtidas, dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil* desidratados em diferentes processos.

**Tabela 8** - Resultados das análises microbiológicas dos pêssigos (*Chimarrita* e *Eragil*)<sup>1</sup> desidratados através dos diferentes processos do cultivar, após um dia de desidratação

Pêssego	Contagem de Bolores e leveduras	Padrão microbiológico (BRASIL, 1991/1992) *
CE	$1,0 \times 10^2$	$2 \times 10^3$
EE	Ausente	$2 \times 10^3$
CDO	Ausente	$2 \times 10^3$
EDO	$1,0 \times 10^3$	$2 \times 10^3$
CL	Ausente	$10^3$
EL	Ausente	$10^3$

\*Valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (M.A.P.A.).

Fonte: autora.

Conforme pode ser observado, a contagem de bolores e levedura apresentou valores inferiores ao recomendado pela legislação, o que permite a ingestão destes pêssigos, o que indica uma boa qualidade da matéria prima e efetividade no processo de desidratação.

<sup>1</sup> Diferentes processos desidratação em estufa: (desidratado em estufa *Chimarrita* = CE; desidratado em estufa *Eragil* = EE, desidratação osmótica: desidratado osmoticamente *Chimarrita* = CDO; desidratado osmoticamente *Eragil* = EDO; liofilização: Liofilizado *Chimarrita* = CL; Liofilizado *Eragil* = EL).

Segundo El-Aouar et al. (2003), muitos bolores e leveduras não se multiplicam em valores de atividade da água inferiores a 0,80, o que na presente pesquisa apresenta-se de acordo para todos cultivares processados, conforme Tabela 10 onde os valores de atividade da água variaram entre 0,48 a 0,74.

De acordo com a análise sensorial destes pêssegos realizou-se a análise microbiológica dos cultivares que tiveram maior aceitação e intenção de compra, que foi a desidratação osmótica seguida de secagem em estufa. Essa análise foi efetivada passado um período de 65 dias, após armazenamento em temperatura ambiente e com embalagem a vácuo. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9** - Resultados análise microbiológica para os pêssegos *Chimarrita* x *Eragil* desidratados osmoticamente seguido de estufa, após 65 dias de armazenamento a temperatura ambiente

Pêssego	Contagem de Bolores e leveduras	Padrão microbiológico (BRASIL, 1991/1992) *
CDO	Ausente	$2 \times 10^3$
EDO	$1 \times 10^2$	$2 \times 10^3$

\*Valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (M.A.P.A.).

Fonte: autora.

A sanidade microbiológica das amostras comprova também, o correto método no seu preparo e as Boas Práticas de Fabricação vinculadas ao processo, após 65 dias de armazenamento.

#### 4.2.2 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas dos pêssegos desidratados sob os diferentes processos desidratação em estufa, desidratados osmoticamente seguido de secagem em estufa, e liofilizados para os agricultares *Chimarrita* e *Eragil*, são mostrados na Tabela 10.

**Tabela 10** - Resultados das análises físico-químicas dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil* desidratados por diferentes métodos<sup>2</sup>

Parâmetros	CE	CDO	CL
	<i>Chimarrita</i>		
pH	4,61 <sup>aA</sup> ± 0,15	4,11 <sup>bA</sup> ± 0,24	3,90 <sup>cA</sup> ± 0,39
Sólidos solúveis (Brix)	16,01 <sup>cA</sup> ± 0,14	18,60 <sup>aB</sup> ± 0,25	17,00 <sup>bB</sup> ± 0,19
Aw	0,65 <sup>bA</sup> ± 0,35	0,67 <sup>aA</sup> ± 0,37	0,48 <sup>cA</sup> ± 0,39
Cinzas (g/100g)	3,76 <sup>aA</sup> ± 0,21	1,79 <sup>cA</sup> ± 0,05	3,51 <sup>bB</sup> ± 0,11
Umidade %	12,76 <sup>bA</sup> ± 0,42	25,21 <sup>aA</sup> ± 0,10	5,00 <sup>cB</sup> ± 0,13
Parâmetros	EE	EDO	EL
	<i>Eragil</i>		
pH	4,08 <sup>aB</sup> ± 0,02	3,78 <sup>bB</sup> ± 0,25	3,19 <sup>cB</sup> ± 0,15
Sólidos solúveis (Brix)	17,01 <sup>bA</sup> ± 0,11	20,02 <sup>aA</sup> ± 0,15	17,30 <sup>cA</sup> ± 0,12
Aw	0,615 <sup>bB</sup> ± 0,42	0,643 <sup>aB</sup> ± 0,46	0,432 <sup>cB</sup> ± 0,41
Cinzas (g/100g)	2,02 <sup>aB</sup> ± 0,10	0,778 <sup>bB</sup> ± 0,76	1,98 <sup>aA</sup> ± 0,11
Umidade %	12,76 <sup>bA</sup> ± 0,02	24,54 <sup>aA</sup> ± 0,30	5,12 <sup>cA</sup> ± 0,50

\*Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha entre cultivares e maiúsculas iguais na mesma coluna entre processos, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 95% de significância.

Fonte: Autora.

Os processos de desidratação dos dois cultivares favoreceram o aumento de sólidos totais e cinzas e uma diminuição umidade e no pH, quando comparado ao *in natura*. No entanto, justifica-se que os sólidos totais não apresentaram aumento representativo comparado ao *in natura*, tendo em vista que o uso de sacarose foi de 1:2 (fruta/sacarose), assim como o tempo de osmose foi considerado pequeno 2h. Elias et al., (2008) comparando caquis *in natura* e desidratados com solução de sacarose seguida de secagem em estufa (60°C), obtiveram também este comportamento de diminuição dos valores de umidade de 81 para 17% e pH de 6,58 para 6,28. A diminuição da umidade é óbvia, pois a mesma é retirada do alimento. A redução do pH é atribuída à presença de grupos carboxílicos livres, gerados a partir da desmetoxilação da pectina proveniente da ação da pectina metilesterase presente na parede celular dos vegetais (QUINTERO-RAMOS et al., 1998).

Germer et al. (2010), realizaram estudos com desidratação osmótica de pêssego *Aurora I* com soluções de sacarose/fruta 4:1 permanecendo por 4h imersas, e obtiveram uma variação de 19,4 a 30,4°Brix, nos pêssegos desidratados. Segundo os autores, a relação da quantidade de xarope e frutas e o tempo de imersão, são fatores que proporcionam diferentes concentrações de Brix ao final do processo. No presente estudo o teor de Brix foi menor do

<sup>2</sup> Diferentes processos desidratação em estufa: (desidratado em estufa *Chimarrita*= CE; desidratado em estufa *Eragil* =EE, desidratação osmótica: desidratado osmoticamente *Chimarrita* = CDO; desidratado osmoticamente *Eragil* =EDO; liofilização: Liofilizado *Chimarrita* = CL; Liofilizado *Eragil* = EL)

que o dos autores, justamente porque foi utilizado menor concentração de xarope/pêssego 2:1, com tempo de imersão de 2h.

Elias et al., (2008) verificaram aumento nos teores de cinzas de 0,52% para 1,01% e de sólidos totais de 14 para 34,53°Brix, dos caquis *in natura* em relação aos desidratados. Comportamento não tão semelhante foi observado no presente estudo, o qual pode ser explicado, tendo em vista que parte do açúcar natural da fruta permanece nela e se concentra quando a água é retirada após o processo de secagem. Os autores também utilizaram maior concentração de soluto, ou seja, utilizando-se relação fruta/xarope de 1:10, num período de 2h, o que justifica a grande diferença comparando com a presente pesquisa em relação a osmose. No caso da desidratação osmótica, o soluto osmótico utilizado é absorvido pela fruta, contribuindo para o aumento do °Brix (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

Souza et al., (2003) estudaram a secagem de bananas em rodela por desidratação osmótica (proporções fruto:xarope de sacarose 1:2) seguida de secagem em estufa (65°C/16h) e obtiveram valores de umidade final (15,14%),  $A_w$  (0,73). Germer et al., (2010), realizaram desidratação osmótica de pêssego (*Aurora*) em fatias com 45°Brix de sacarose e 30°C, seguido de secagem em estufa a 65°C/5h, tendo obtido umidade de 22%, sólidos solúveis de 19,6%. Esta diferença em relação à desidratação osmótica do presente estudo está relacionada ao tipo de fruto e/ou cultivar, proporção de fruto:xarope na desidratação osmótica, tempo de secagem, entre outros. Como pode ser observado o resultado físico-químico é influenciado por diversos fatores, o que leva a resultados distintos entre os produtos desidratados.

Em relação aos processos de desidratação (desidratação em estufa, desidratação por osmose seguida de estufa e liofilizado) tanto para o cultivar *Chimarrita* quanto ao *Eragil*, verifica-se que existem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os processos e os cultivares. Duarte et al. (2006) observaram que mangas liofilizadas conservam mais as características nutricionais da fruta quando comparadas a mangas desidratadas. De acordo com Van'Dender et al. (1983), essa diferença, se deve ao fato de que o processo de liofilização conserva melhor as substâncias ligantes da fruta.

Quanto à atividade da água para os cultivares *Chimarrita* e *Eragil*, houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre eles, para ambos os processos de desidratação. A atividade de água é um fator que influencia diretamente a estabilidade de um alimento, pois representa os valores de água disponíveis na matriz sólida do alimento, indicando a relação deste conteúdo com as reações químicas e microbiológicas que determinam a deterioração do material (FIGUEIRA et al., 2004). Ainda de acordo com Celestino (2010) a  $A_w$  próxima de 0,6 apresenta pequeno

ou nenhum crescimento de micro-organismos, indicando que os pêssegos desidratados (Tabela 10) apresentam uma atividade de água não propícia ao desenvolvimento de micro-organismos.

A atividade de água segundo Celestino (2010), é um dos fatores mais importantes para a indústria de alimentos, tendo em vista que quantifica a água disponível para o crescimento de micro-organismos, valores ideais se encontram no intervalo de 0,4 a 0,8. Assim, os valores da atividade da água das amostras do pêssego *Eragil* desidratado pelos diferentes métodos apresentaram resultados dentro dessa faixa. No entanto nos diferentes processos de secagem os pêssegos apresentaram diferenças entre eles ( $p < 0,05$ ). Araujo (2005) estudou secagem de nectarina em estufa, com diferentes temperaturas, em que encontrou  $A_w$  igual a 0,45 para a temperatura de 60°C e  $A_w$  de 0,47 para a temperatura de 40°C, esse estudo mostrou que a temperatura de 60°C promoveu a maior redução nos valores de atividade de água das amostras.

Os resultados obtidos para o conteúdo de sólidos solúveis para pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*, foram maiores para desidratação osmótica 17°Brix e 20°Brix, respectivamente do que para os outros processos, o que já era esperado devido ao acréscimo de açúcar da solução osmótica. No entanto houve diferença significativa nos processos de secagem. Mújica-Paz et al. (2003) encontraram 15°Brix na desidratação osmótica do pêssego *Miraflores*. Sendo que os resultados apresentados ficaram dentro dos padrões encontrados nos experimentos da pesquisa. Portanto observa-se que o aumento da temperatura durante a secagem em ar quente provoca, no intervalo estudado, elevação do teor de sólidos solúveis, estudo verificado também por Germer et al. (2010).

Os teores de cinzas também foram diferentes estatisticamente ( $p < 0,05$ ), (Tabela 10), observando estudos de Amorin (2012), com a secagem de polpa de banana em estufa sem adição de açúcar, no qual ele verificou diferença significativa entre os cultivares *ambrósia* e *bucaneira*. Sendo que os valores variaram entre 4,85 e 4,12 para cada g/100g de bananas analisadas.

A umidade apresentou resultados significativamente diferenciados  $p < 0,05$ . Para os processos de secagem os resultados estão de acordo com os padrões da legislação vigente (BRASIL, 2001), ou seja, 25% para frutas desidratadas em estufa e 5% para as liofilizadas.

### 4.2.3 Análise de Cor

Na Tabela 11 são apresentados os resultados de cor para os cultivares de pêssegos desidratados por diferentes processos.

**Tabela 11** - Análise da cor dos pêssegos cultivares *Chimarrita* e *Eragil* em diferentes processos de secagem<sup>3</sup>

Cultivar	Ensaio realizado	Cor
<i>Chimarrita</i>	CE	Amarelo esverdeado
	CDO	Amarelo torrado
	CL	Amarelo pardacento
<i>Eragil</i>	EE	Marrom
	EDO	Amarelo pardacento
	EL	Amarelo ouro

Fonte: Autora.

Verifica-se que pelos resultados de cor o processo de liofilização contribuiu para melhorar a aparência geral e intensificar a coloração amarelo pardacento para *Chimarrita* e amarelo ouro para *Eragil*. Tendo em vista, que essa coloração ficou mais próxima ao produto natural, enquanto no processo por desidratação em estufa os pêssegos ficaram com diferença expressiva em relação ao fruto natural, atribuiu-se o melhor resultado para o *Eragil* liofilizado, como pode ser observado na Figura 9.

<sup>3</sup> Diferentes processos desidratação em estufa: (desidratado em estufa *Chimarrita*= CE; desidratado em estufa *Eragil* =EE, desidratação osmótica: desidratado osmoticamente *Chimarrita* = CDO; desidratado osmoticamente *Eragil* =EDO; liofilização: Liofilizado *Chimarrita* = CL; Liofilizado *Eragil* = EL).

**Figura 9** - Padrões de qualidade em relação à cor dos pêssegos desidratados pelos diferentes processos de desidratação



Fonte: Autora.

### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

#### 4.3.1 Teste de Aceitabilidade

Na Tabela 12, são apresentados dados sobre a aceitabilidade das amostras de pêssegos *Chimarrita* e *Eragil* desidratados pelos diferentes processos. Entre esses processos de desidratação o pêssego *Chimarrita* apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Os resultados indicam que os pêssegos que passaram pelo processo de DO seguido de estufa, foram os que obtiveram maior aceitação em relação aos demais métodos de desidratação. Acredita-se que o acréscimo de açúcar aos pêssegos proporcionou aumento na aceitação do produto.

**Tabela 12** - Média das notas atribuídas pelos julgadores quanto à aceitação global afetiva (*Chimarrita* e *Eragil*)

Processo de secagem	Médias das notas dos diferentes cultivares	
	<i>Chimarrita</i>	<i>Eragil</i>
Desidratação em Estufa	5,33 <sup>b</sup> ± 1,18	5,63 <sup>a</sup> ± 1,28
Desidratação Osmótica	8,64 <sup>a</sup> ± 0,89	7,51 <sup>b</sup> ± 0,83
Liofilização	2,53 <sup>a</sup> ± 1,07	2,52 <sup>a</sup> ± 1,98

\*Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de T ao nível de 95% de significância.

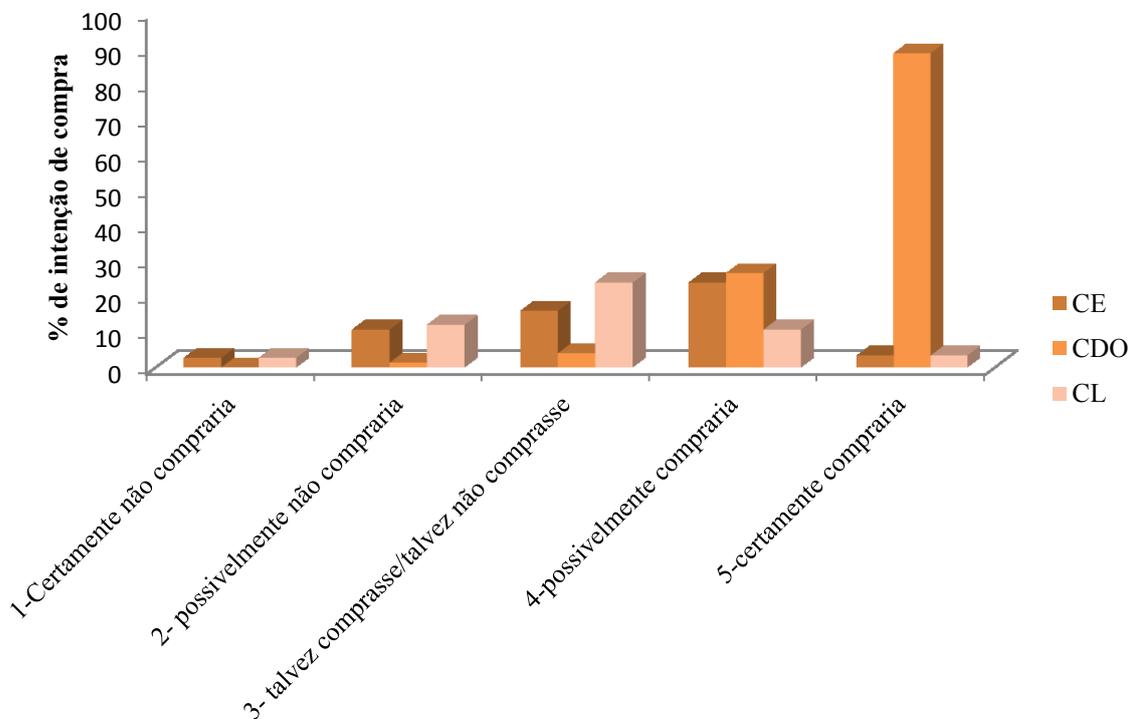
Fonte: Autora.

Segundo El-Aouar et al. (2003), em sua pesquisa de desidratação de mamão, quando as notas atribuídas pelos provadores forem superiores a 5, trata-se de um bom indicador da aceitação do produto. Com base nessa proposição as amostras (CE; EE, CDO e EDO), foram aceitas pelos consumidores. Em relação aos cultivares o que apresentou a maior nota foi a CDO. Verifica-se na Tabela 12, que a amostra pré-processada osmoticamente foi a que apresentou maiores índice de aceitação entre os processos de secagem, observa-se que há diferença significativa entre eles em relação ao teste de aceitação global dos pêssegos.

#### 4.3.2 Teste de Intenção de Compra

As Figuras 10 e 11 apresentam a intenção de compra dos consumidores baseados na impressão global, em que 1 corresponde à resposta do consumidor que certamente não compraria este produto, até o valor 5, o qual significa que o consumidor certamente compraria este produto.

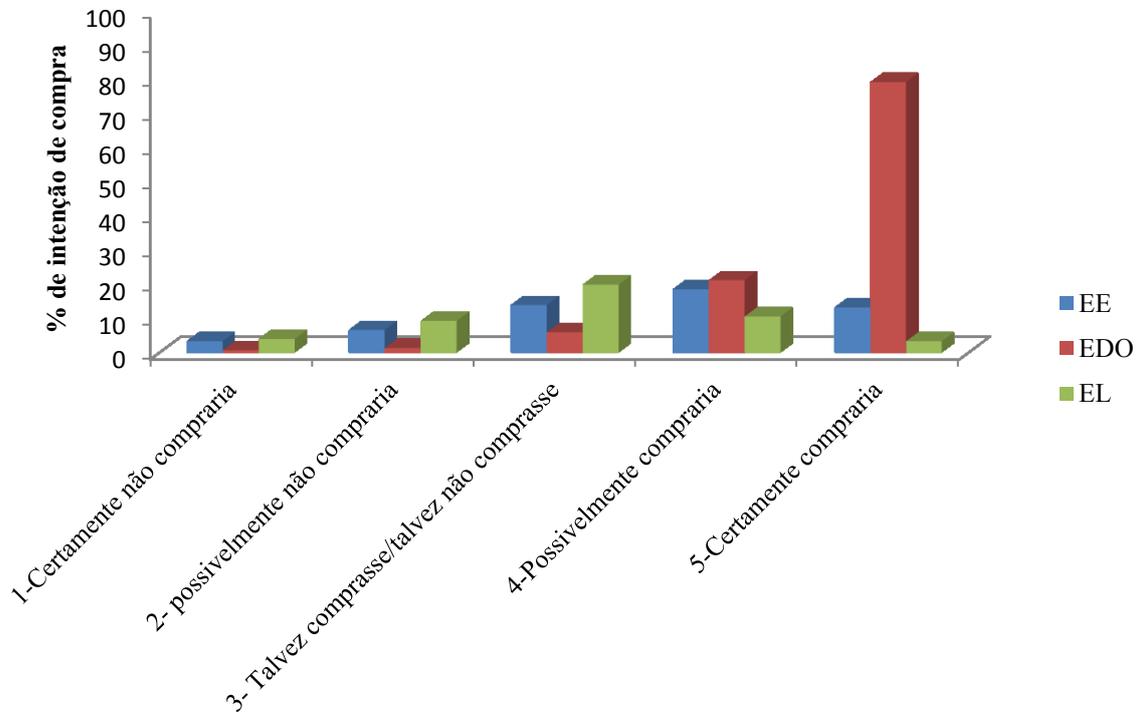
**Figura 10** - Histograma de frequência análise sensorial do cultivar Chimarrita: intenção de compra<sup>4</sup>



Fonte: Autora.

<sup>4</sup> Diferentes processos desidratação em estufa: (desidratado em estufa *Chimarrita*= CE; desidratado osmoticamente *Chimarrita*= CDO liofilização: Liofilizado *Chimarrita*= CL).

**Figura 11-** Histograma de frequência análise sensorial cultivar *Eragil* intenção de compra<sup>5</sup>



**Fonte:** Autora.

É possível verificar que o maior número de respostas positivas foi nas amostras desidratadas osmoticamente para o *Chimarrita* com 89%, (Figura 10), e desidratado osmoticamente, *Eragil* com 79%, (Figura 11), com maior percentual de consumidores, os quais declararam que certamente comprariam o produto. Ao encontro dessa pesquisa está o estudo da desidratação osmótica de maçã, em que as porcentagens de intenção de consumo foram elevadas para as amostras de maçãs pré-tratadas com sacarose, em média 66% (para a maçã comercial) e 60% (para a industrial), pois os julgadores afirmaram que comprariam sempre o produto (CÓRDOVA, 2006).

Como os cultivares analisados demonstraram uma boa aceitação sensorial na intenção de compra dos pêssegos processados, constatando, que o processo de desidratação osmótica seguida por secagem em estufa foi o melhor aceito. Então, pode-se concluir que o

<sup>5</sup> Diferentes processos desidratação em estufa: ( desidratado em estufa *Eragil* =EE,;; desidratado osmoticamente *Eragil*=EDO; liofilização: Liofilizado; Liofilizado *Eragil*= EL)

pêssego desidratado pode ser uma boa alternativa de aplicação de tecnologia para o desenvolvimento de secagem de pêssesgo, assim como para agregar valor à matéria prima, em especial a DO, seguida da secagem em estufa. Assim como é possível que para ambos cultivar liofilizados, mesmo armazenados adequadamente, no momento da análise sensorial, já apresentavam uma umidade maior tendo uma espessura emborrachada, o que levou aos julgadores atribuírem nota inferior, além do fato que as amostras apresentaram menor teor de sólidos solúveis. Quanto aos agricultares desidratados em estufa, embora a média de aceitação tenha ficado maior que o liofilizado, apresentou uma grande diferença para a DO seguida de estufa, o que pode ser considerado devido ao °Brix ter sido menor para aquele processo, evidenciando-se a preferência do consumidor por pêssesgos mais adocicados.

#### **4.3.3 Desidratação osmótica *Chimarrita* : Análise do encolhimento do pêssesgo**

Através das equações do item 3.3.6, calculou-se a diferença entre o coeficiente de encolhimento ( $C_e$ ), espessura e superfície dos pêssesgos *Chimarrita in natura* e desidratado osmoticamente seguido por secagem em estufa, devido a esse ter apresentado melhor aceitação sensorial.

Observa-se pelos dados que para o encolhimento superficial comparando o pêssesgo *in natura* com o desidratado osmoticamente foi elevada a diminuição de 19%, respectivamente, demonstrando diferença entre as condições com e sem pré-tratamento osmótico seguido de secagem em estufa. Corroborando o coeficiente de encolhimento ( $C_e$ ) para as amostras desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa a 60°C acompanhou o encolhimento superficial, sendo que o valor encontrado no coeficiente de encolhimento foi de 0,68.

Estudos da literatura, como por exemplo, o de Lewicki e Jakubczyk (2004), os quais analisaram a desidratação de maçã em diferentes temperaturas: 80°C a 50°C constataram também a diferença no encolhimento volumétrico de 0,49 a 0,58 durante a secagem. Ao encontro desse estudo tem-se o estudo com secagem de abacaxi pré-tratado com etanol, o qual apresentou maior encolhimento longitudinal resultando no maior coeficiente de encolhimento 0,68 (BRAGA; SILVA, 2010). Assim como, no presente estudo ao analisar as amostras com o cálculo volumétrico, observou-se a diferença de 31,18%, ou seja, comparando com o pêssesgo *in natura*, já no que tange a espessura observou-se que o encolhimento ficou no valor de 0,40.

Portanto, pode-se concluir que de forma geral o coeficiente de encolhimento é considerado significativo na desidratação dos pêssegos desidratados osmoticamente, pois a perda do teor de umidade influencia na variação volumétrica do produto final.

De acordo com Yadav et al. (2012), pesquisando a desidratação de pêssego observaram que a alta temperatura mantida para maior tempo de secagem afeta a semi-permeabilidade das paredes das células, em consequência reduzindo a taxa de osmose, o que pode ocorrer devido ao aumento do coeficiente de difusão. Esta pesquisa foi realizada nas mesmas condições, ou seja, com pêssegos cortados em fatias de 2 cm com desidratação osmótica de 2h e secagem em diferentes temperaturas, confirmando que a desidratação osmótica pode ser eficazmente utilizada como pré-tratamento reduzindo custos e mantendo a naturalidade do produto.

#### 4.4 CINÉTICA DE SECAGEM

Para a cinética de secagem são necessários dados experimentais, os quais envolveram a variação da massa em função do tempo ( $\frac{\partial x}{\partial t}$ ), dos diferentes processos de desidratação e agrícolas. O procedimento para efetuar o cálculo da umidade, foi realizado, como descrito no item 3.3.2. Portanto, cabe descrever a maneira que se procedeu para determinar o cálculo da umidade, empregados aos diferentes processos de desidratação, em que se partiu da massa de 1kg de pêssegos de cada agricultor, com umidade inicial de 88,33% para *Chimarrita* e 88,66% *Eragil*. Através desses dados calculou-se para tempo inicial=0 h, para tempo1= valor do primeiro momento de medição da massa, ou seja, com as variáveis tempo e massa por meio do cálculo da perda de umidade (U\*), seguindo sucessivamente os cálculos, até que a variação da massa permaneceu constante. Os resultados estão representados semióticamente<sup>6</sup> através de % de umidade com variação da massa e do tempo. Conforme Duval (2011), é essencial, na atividade matemática, poder mobilizar muitos registros de representação semiótica, ou seja, figuras, gráficos, escrituras simbólicas, língua natural, entre outros no decorrer de um mesmo passo, poder escolher um registro no lugar de

---

<sup>6</sup> As representações semióticas são produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representações que tem inconvenientes próprios de significação e de funcionamento. Uma figura geométrica, um enunciado em língua natural, uma fórmula algébrica, um gráfico são representações semióticas que exibem sistemas semióticos diferentes.

outro. Neste sentido, apresenta-se na Tabela 13 os resultados obtidos na cinética de secagem dos diferentes processos de ambos cultivares:

**Tabela 13-** Resultados dos processos de secagem com relação ao tempo e a massa

Cultivar	Processo	Massa final	Tempo
<i>Chimarrita</i>	CE	130g	336min
	CDO	237g	420min
	CL	119g	65 h
<i>Eragil</i>	ED	130g	420 min
	EDO	245g	420min
	EL	129g	72h

Fonte: Autora

Pode-se observar que, os pêssegos com secagem em estufa cultivar *Eragil* levaram 20% de tempo a mais que o cultivar *Chimarrita*, ou seja, uma diferença de 84 min para alcançar a umidade constante (Apêndice A), sendo que a umidade foi obtida através da Equação (21). Portanto, comparando a secagem em estufa, os cultivares, custos e benefícios, nestes termos o cultivar *Chimarrita* apresenta uma ligeira vantagem no processo de desidratação em estufa, tendo em vista necessitar um período menor para atingir a umidade ideal. Corroborando com a pesquisa de Machado et al. (2015), os quais estudaram a secagem de uva em estufa do agricultor *Isabel*, utilizando a temperatura de 60°C, e verificaram que a curva de secagem apresentou no início do processo um aquecimento bem acentuado, seguido de um período de secagem em estufa de taxa constante e um período de taxa decrescente até um tempo de 400 min, o qual indicou o final do processamento para esta variedade de uva. Relacionando com estudos na literatura, observa-se, por exemplo, o realizado por Eik (2008), ao estudar a desidratação osmótica de cáqui, com amostras cortadas em fatias de 6mm e desidratadas a 60°C, o fruto necessitou um período de 540 min na cinética de secagem. Assim sendo, para o processo de secagem, realizado a mesma temperatura demorou mais tempo, comparado a presente pesquisa. Essa diferença pode ser considerada devido às fatias dos pomos apresentarem maior área, necessitando, portanto maior período para secagem.

O estudo da cinética da secagem de pêssego em estufa dos agricultores *Chimarrita* e *Eragil* demonstrou ser importante para análise e conhecimento da redução do tempo do processo, pois demonstra o tempo e a umidade ideal para a respectiva desidratação nos diferentes processos utilizados.

Em relação à massa, ao desidratar 1Kg de pêsego de cada cultivar, pelo processo de secagem em estufa, o rendimento obtido na massa final, para o *Chimarrita* foi de 130g, enquanto o *Eragil* 129g. Portanto, constata-se que o rendimento final do produto, permaneceu praticamente igual entre os dois cultivares, no entanto o *Chimarrita* apresentou melhor condições de secagem.

O tempo utilizado para osmose foi de 120min para ambos agricultares. Portanto, ao verificar a massa no final do processo osmótico percebeu-se que a porcentagem de massa das amostras reduziu diferentemente, tendo em vista que houve a redução de 25%, para *Eragil*, e 30% para *Chimarrita*, ou seja, após o processo prévio de DO apresentou-se válido tendo em vista, a redução significativa da massa, com uma proporcionalidade considerável de perda de massa para posterior secagem em estufa, agilizando dessa forma o processo. Assim, como o estudo de Yadav et al. (2012), ao desidratar fatias de pêsego com a prévia DO, verificaram que o processo de DO de pêsego pode ser eficazmente utilizado como um pré-tratamento antes de secagem em estufa congelamento ou secagem de ar, para reduzir custos de energia e manter a naturalidade do produto.

Ao desidratar 1kg de pêsego de cada variedade, por DO seguida de estufa, ao final do processo obteve-se massa final de 237g para *Chimarrita* e 245g para o *Eragil*. Logo, comparando os processos de DO seguido de secagem em estufa e desidratação apenas em estufa, aquele se torna vantajoso, averiguando-se que ocorre um maior rendimento do produto, assim como, o período de tempo torna-se diferenciado, pois o período de DO seguido de secagem em estufa, necessitou de um total de 420 min para ambos agricultares, atingirem a massa final fixa. Em contraponto ao processo de secagem apenas em estufa o qual a massa ficou em torno de 130g com um tempo entre 336 min e 420 min para os agricultares.

O estudo de Germer et al. (2010), na desidratação osmótica com diferentes cultivares de pêsego (*Régis; Aurora-1; Douradão; Diamante*), apresentou tempo aproximado de 360 min para o processo de secagem, tendo em vista, o experimento ter sido realizado com fruto cortado em seis fatias. O autor, após a DO, utilizou a temperatura de 65°C para secagem em estufa, com o intuito que ao final do processo, as amostras atingissem o teor de umidade na faixa de 20 a 22% (base úmida). Verifica-se, então, que o presente estudo apresentou resultado semelhante, tendo em vista a temperatura ter sido 5°C inferior necessitou de um período maior para secagem, evidenciando-se ambas as pesquisas com resultados proporcionais.

A liofilização foi verificada em períodos registrados de horas, haja vista, seu processo de perda de umidade ser mais lento, pois enquanto a média da desidratação em estufa ou DO seguida de secagem em estufa foi de 5 a 9 h, na liofilização foi entre 65 e 72h para os ambos agricultares.

Nesse contexto, observou-se que o cultivar *Eragil* foi o que apresentou maior período de tempo para desidratação 72h, cerca de 9,7% de tempo a mais, ou seja 7 h, comparado ao *Chimarrita*, 65h, resultando em 119g de massa seca para *Chimarrita* e 129g de massa seca para *Eragil*.

De acordo com Marques (2008), ao estudar a liofilização de abacaxi, acerola, goiaba, manga e mamão papaya, a taxa de umidade, assim como o tempo, variou de acordo com a fruta a ser liofilizada, por exemplo, a acerola perdeu 92% de umidade no período de dez horas, enquanto a goiaba demorou treze horas, perdendo 90% de umidade. Esses resultados, vêm ao encontro dessa pesquisa, tendo em vista que ao liofilizar os pêssegos cada cultivar demorou um período diferente para atingir 5% de umidade final, o que depende das condições de liofilização, entre elas a espessura da fruta. Como também, observou-se que no início do processo ocorreu maior perda de umidade, pois o sólido nessa fase possui uma umidade muito elevada e necessita transformar os cristais de gelo em poros para que haja transferência de massa no seu interior, posteriormente a taxa de secagem é constante (MARQUES, 2008).

Tanto na liofilização, como nos demais processos, foi nos primeiros períodos que ocorreu a maior porcentagem na perda de umidade, contornando a cinética até permanecerem constante, o que também foi afirmado por Siqueira, Resende e Chaves (2013), que estudaram secagem de pinhão manso. Estes autores, encontraram que a perda de umidade ocorre mais rapidamente a temperaturas mais elevadas, como resultado de uma rápida remoção de água. Assim, quanto maior for a temperatura, maior será a eficiência de energia para o tempo de secagem, ou seja, matematicamente as variáveis são diretamente proporcionais: isto é benéfico, desde que não ocorram danos bioquímicos ao produto (SIQUEIRA; RESENDE; CHAVES, 2013).

#### 4.5 MODELAGEM MATEMÁTICA

Nessa pesquisa, a modelagem matemática foi aplicada procurando averiguar qual é o modelo adequado, com o intuito de prever a desidratação dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*, por processos diferentes: estufa, DO seguida de secagem em estufa e liofilização.

Um dos modelos aplicados para prever a desidratação foi baseado nos estudos realizados no Capítulo II, item 2.3.2, ou seja, foi o Modelo Difusional (Lei de Fick), mais especificamente a equação analítica de Crank (1975), a qual apresenta várias soluções análogas para o cálculo do coeficiente de difusão, que são aplicadas para sólidos de formas geométricas, como placas planas, considerando apenas o primeiro termo da série, caso específico desse estudo que está representada pela Equação (10), do capítulo II, tendo em vista que se considerou a geometria de uma placa plana. Outros modelos foram os empíricos de Lewis Equações (1) e Page Equação (3), supracitados no capítulo II.

Portanto, através dos parâmetros encontrados nos experimentos, efetivados de acordo com o Capítulo III, tais como umidade, tempo, massa, espessura e temperatura realizou-se a modelagem.

Através do Modelo Matemático Difusional baseado na da 2ª Lei de Fick foi possível ajustar os dados experimentais, obtendo os valores de umidade relativa adimensional, representando os diferentes processos de desidratação de pêssegos dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil*. Tendo em vista, que de acordo com Callister (2007), as temperaturas e os tempos de duração dos tratamentos térmicos podem com frequência ser estimados, através da matemática da difusão. Assim como, os modelos de Lewis e Page.

Diante das análises realizadas, utilizando-se os dados experimentais de secagem dos pêssegos, considerando-se os dois cultivares e os diferentes processos de secagem empregados nos testes aplicados ao Modelo de Difusional, apresenta-se, a seguir, o tratamento das informações através da conceituação de modelagem matemática.

Assim, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que segundo Rodrigues (2009), é uma medida de ajustamento de um modelo estatístico, como a Regressão linear, em relação aos valores observados (no caso da presente pesquisa os valores foram variação da massa, do tempo e da umidade aplicados ao modelo matemático). O  $R^2$  varia entre 0 e 1, indicando em porcentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o  $R^2$ , mais explicativo é modelo, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra (RODRIGUES, 2009).

Como também o cálculo do erro médio estimado (SE) em nível de significância de 10%, com base nos estudos de Rodrigues (2009), a análise do erro num resultado numérico é fundamental. Os dados disponíveis são raramente exatos, pois são baseados em experiências ou estimativas, por isso é aceitável uma margem de erro ao trabalhar com os modelos (RODRIGUES, 2009).

Estes resultados estão representados na Tabela 14, pois foram empregados aos diferentes processos e cultivares. Como também, apresenta-se os valores de difusividade efetiva calculados através dos parâmetros experimentais de secagem dos pêssegos, considerando-se os diferentes cultivares e processos de secagem empregados nos testes.

**Tabela 14**-Valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ); (SE) e coeficiente de difusividade calculados para verificação do ajuste do modelo Matemático Difusional aos valores experimentais da secagem de pêssegos.

Cultivar	Processo	$R^2$	SE	$Def$ ( $m^2/s$ )
<i>Chimarrita</i>	CE	0,98	0,20	$1,39 \times 10^{-8}$
	CDO	0,98	0,40	$1,20 \times 10^{-8}$
	CL	0,97	0,60	$1,10 \times 10^{-9}$
<i>Eragil</i>	ED	0,99	0,80	$1,12 \times 10^{-8}$
	EDO	0,98	0,40	$1,23 \times 10^{-8}$
	EL	0,97	0,60	$1,03 \times 10^{-9}$

**Fonte:** Autora.

De acordo com os valores de da difusividade efetiva ( $Def$ ) observado nos diferentes processos e cultivares de pêssego, verifica-se que, embora os processos de desidratação sejam diferenciados, os resultados foram próximos, exceto na liofilização no qual os coeficientes de difusividade menores. Portanto deve-se considerar que as variáveis, as quais influenciaram esse resultado foram à temperatura, tendo em vista a variação entre temperaturas altas (positivas) e baixas (negativas), bem como a espessura das fatias dos pêssegos, consideradas no experimento como placas planas.

EL-Aouar et al. (2003), utilizaram a modelagem de desidratação de mamão com temperatura de  $60^\circ C$ , através do Modelo Difusional, para uma geometria de placa plana infinita. No entanto, salientam que a comparação entre dados de difusividade efetiva reportadas na literatura é uma tarefa difícil, em função dos diferentes métodos de estimativa e modelos utilizados associados às variações das composições dos alimentos, assim como sua estrutura física. Entretanto, obtiveram como resultado, valores de difusividade efetiva entre  $1,69 \times 10^{-9} m^2/s$ , e  $R^2$  de 0,97 para mamão pré-tratado osmoticamente, resultados que vem ao encontro da presente pesquisa, embora a espessura tenha sido diferenciada já que a espessura do mamão é de 0,5 cm e a dos pêssegos foram de 2 cm.

Nesse contexto, observa-se que os valores de  $Def$  encontram-se dentro dos valores referenciados pela literatura para alimentos em geral (El-AOUAR et al., 2003). Santos et al. (2010), realizaram a secagem de carambolas com 3mm de espessura, em estufa utilizando a temperatura de  $60^\circ C$ , representando com o modelo de Fick, para determinar a  $Def$ , como também, ajustando aos dados experimentais por meio de regressão não-linear, sendo que os pesquisadores encontraram valores de  $R^2$  0,98 e  $Def$   $1,12 \times 10^{-7} m^2/s$ . Observa-se que o tratamento dos dados, e a representação da cinética, estão próximos da ordem de grandeza do

presente trabalho, pois dependem da temperatura de desidratação, assim como da espessura e geometria da fruta, como segue posteriormente no texto análises de alguns estudos, os quais relacionam cada um dos processos de desidratação efetivado com os pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*, na presente pesquisa. Park et al. (2001), estudaram o comportamento da cinética de secagem precedida de desidratação osmótica de pera, com 1cm de espessura, a qual foi desidratada osmoticamente em ar quente com diferentes temperaturas, 50, 60 e 70°C. Ao analisarem a difusividade efetiva da taxa de secagem, esses valores variaram de  $5,564 \times 10^{-9}$  m<sup>2</sup>/s até  $1,370 \times 10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s, os autores observaram que o aumento da temperatura favoreceu o processo de secagem, aumentando conseqüentemente a difusividade efetiva do material, utilizando o modelo de difusão para representar a cinética do processo, o qual demonstrou ser satisfatório.

Vieira et al. (2012), estudaram a liofilização de abacaxi, utilizando o Modelo Difusional, para representar a cinética do processo. Eles, verificaram que a difusividades efetiva com maiores valores foram às observadas para fatias mais grossas; pois o experimento avaliou fatias de diferentes espessuras (0,5cm; 1cm; 1,5cm). No entanto, a temperatura do ar de congelamento intermediária (-24 °C) foi a mais favorável para ambas as espessuras. Assim, os valores de difusividade efetiva obtidos pelo ajuste da Segunda Lei de Fick de acordo com a espessura, foram respectivamente de 3,52; 5,90; 5,85 ( $Def \times 10^{-10}$  / m<sup>2</sup>/s), os autores verificaram que o comportamento dessa variável através do modelo Difusional foi adequado para representar os dados experimentais.

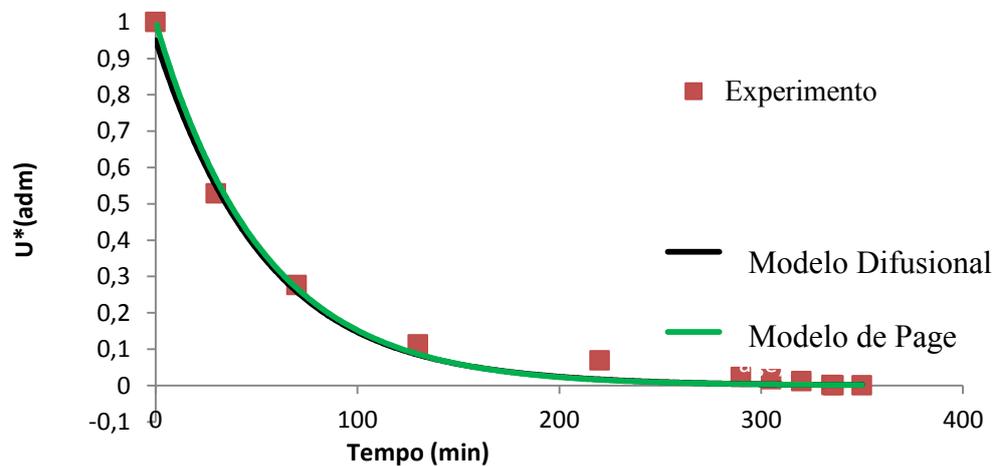
Assim como nos resultados das análises físico-químicas, observa-se que os resultados das pesquisas apresentadas variaram de acordo com o produto, espessura, entre outros fatores e no caso de *Def* principalmente a temperatura utilizada, portanto como era esperado os resultados apresentados são diferenciados, o que se conclui que para efetivar comparações entre pesquisas os resultados serão variados de acordo com os fatores que estão envolvidos nas respectivas análises.

Verifica-se que os modelos empíricos ajustaram-se bem aos dados experimentais, apresentando baixo valor de erro, comparado ao modelo Difusional, sendo, portanto bons modelos para predizer a cinética de secagem dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil* desidratados nos diferentes processos.

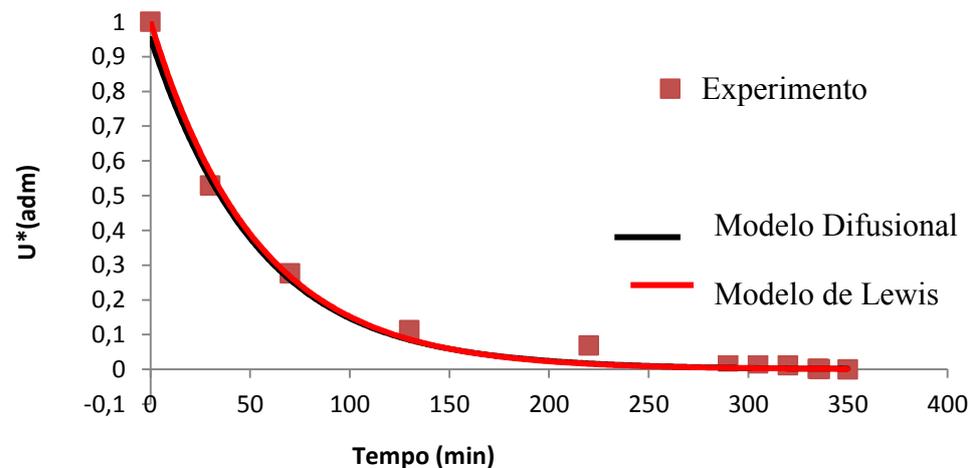
#### 4.5.1 Modelagem Matemática: modelo para desidratação em estufa

As Figuras 12 (a) e (b) e 13 (a) e (b) representam os resultados experimentais comparados com os calculados pelos modelos matemáticos a seguir: Modelo Difusional, Modelo de Lewis e Page (descritos no item 4.5), para variação adimensional do teor de umidade na secagem através do processo de desidratação em estufa dos pêssegos de cultivares *Chimarrita* e *Eragil*, com fatias de 2 cm de espessura, a temperatura de 60°C.

**Figura 12(a)** - Ajuste do Modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar *Chimarrita* desidratado em estufa; **12(b)** - Ajuste do Modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar *Chimarrita* desidratado em estufa



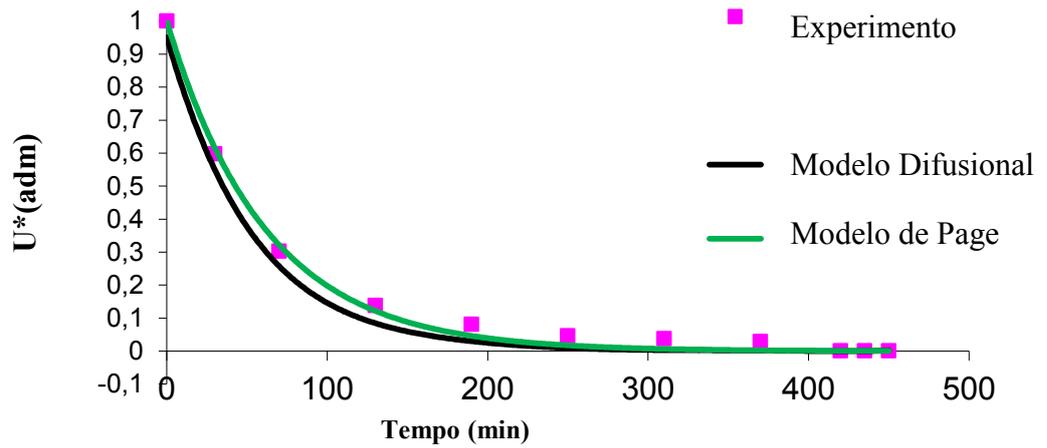
(a)



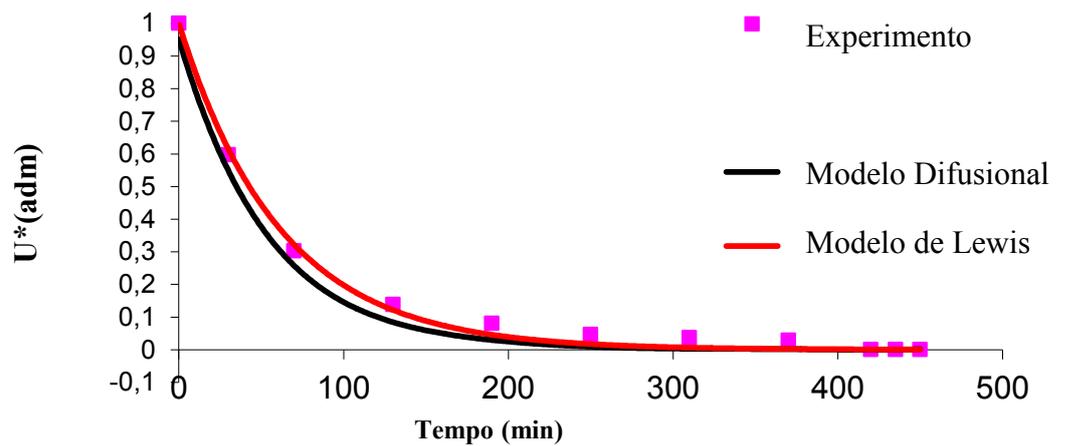
(b)

Fonte: Autora.

**Figura 13(a)** - Ajuste do Modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar *Eragil* desidratado em estufa; **13(b)** - Ajuste do Modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar *Eragil* desidratado em estufa



(a)



(b)

Fonte: Autora.

Os parâmetros  $k$  e  $n$ , se encontram na Tabela 15, juntamente com os valores relativos ao erro e  $R^2$ .

**Tabela 15**-Parâmetro de ajuste obtido dos modelos: Difusional, de Lewis e Page durante a desidratação em estufa dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*.

Cultivar Processo	Modelo/Parâmetro	Difusional	Lewis	Page
CE	K(min <sup>-1</sup> )	-	0,018	0,016
	N	-	-	0,111
	RSMD	0,200	0,023	0,023
	R <sup>2</sup>	0,987	0,997	0,998
EE	K(min <sup>-1</sup> )	-	0,016	0,020
	N	-	-	0,632
	RSMD	0,080	0,020	0,020
	R <sup>2</sup>	0,993	0,996	0,997

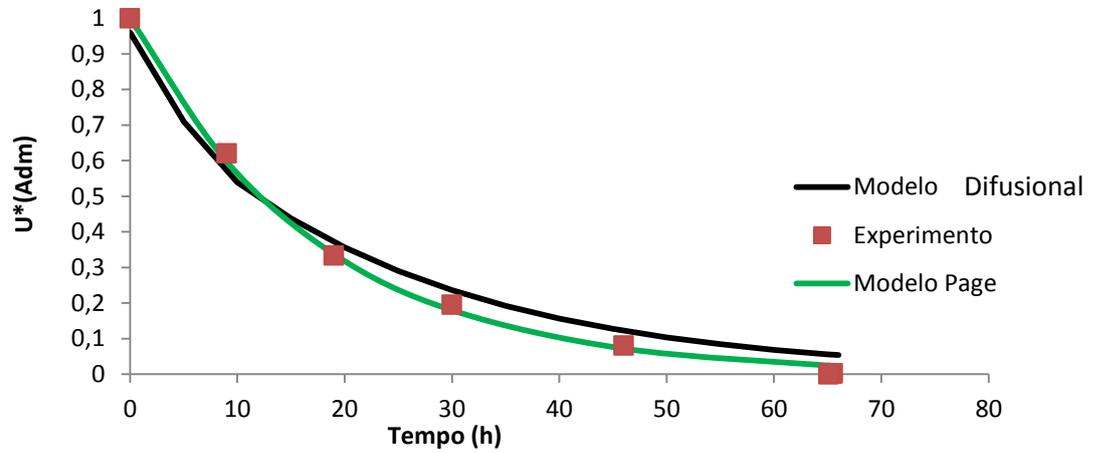
Fonte: Autora

Diante das Figuras 12 (a) e (b), observa-se que a saída predita (dados calculados) de ambos modelos é próxima aos dados experimentais. Assim, é possível verificar que o modelo baseado no Modelo Difusional assim como de Lewis e Page podem prever o comportamento de secagem em estufa, tanto do cultivar *Chimarrita*. Entretanto e 13 (a) e (b), os modelos de Page e de Lewis (linhas contínuas verde e vermelha) demonstraram um melhor ajuste para o cultivar *Eragil*. Na Tabela 15, observa-se que o valor de R<sup>2</sup> é próximo de 1, deste modo pode-se concluir que o ajuste destes modelos foi adequado, pois nos gráficos apresentados os dados reais comparados ao dados preditos apresentam forma coincidente.

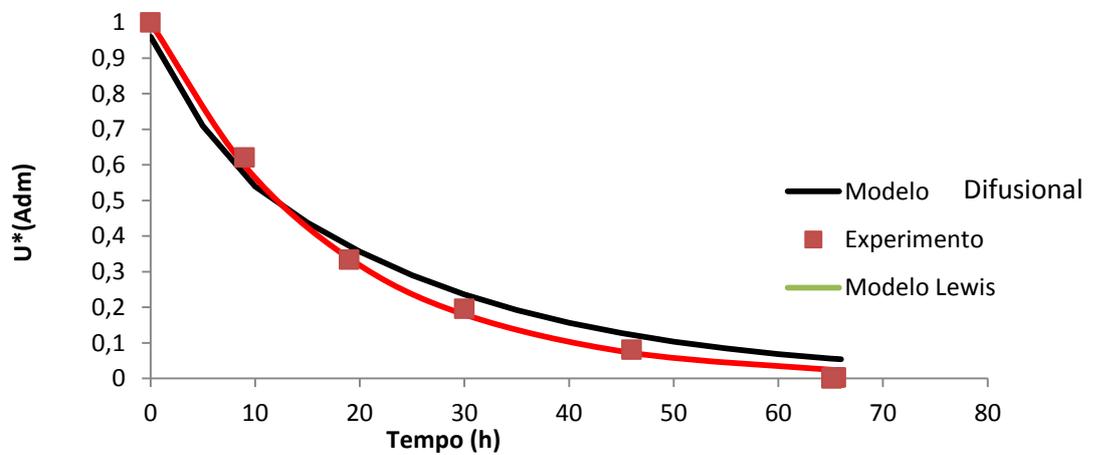
#### 4.5.2 Modelagem Matemática: modelo para liofilização

As Figuras 14 (a) e (b) e 15(a) e (b) ilustram os resultados experimentais comparados com os calculados, através do Modelo matemático Difusional, Modelo de Lewis e Page para variação adimensional do teor de umidade no processo de liofilização dos pêssegos, dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil* para fatias de 2 cm, a temperatura de -40°C, de acordo com os procedimentos do item 3.2.3.

**Figura 14(a)** - Ajuste do modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar *Chimarrita* liofilizado; **(b)** - Ajuste do modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar *Chimarrita* liofilizado



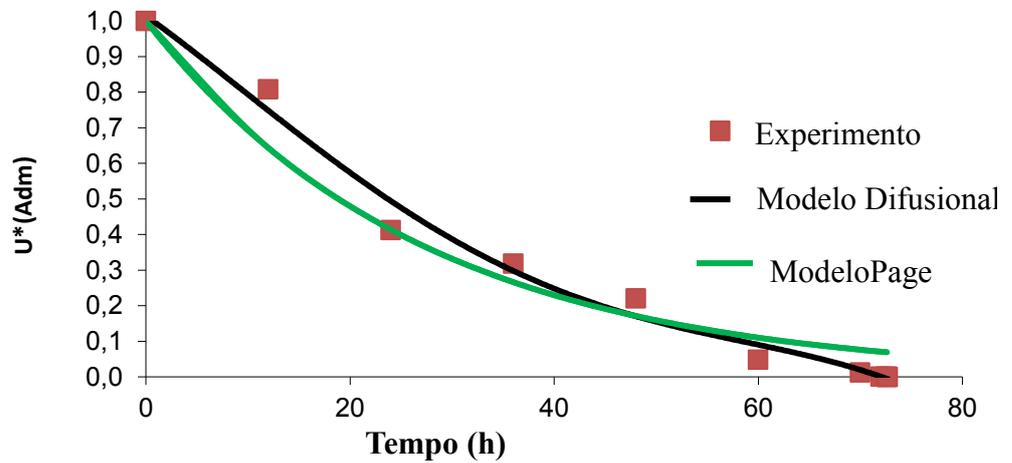
(a)



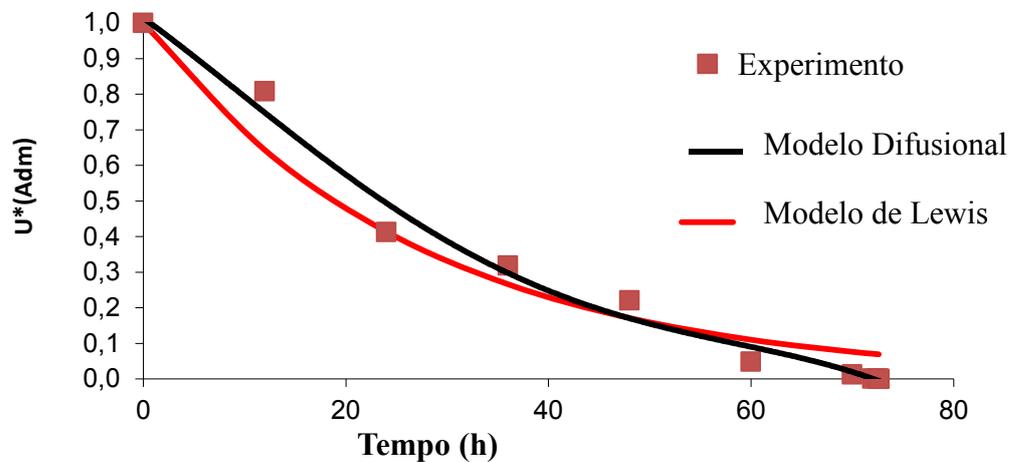
(b)

Fonte: Autora.

**Figura 15(a)** - Ajuste do modelo de Difusão e Page aos dados experimentais do cultivar *Eragil* liofilizado; **(b)** - Ajuste do modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do cultivar *Eragil* liofilizado



(a)



(b)

Fonte: Autora.

Os parâmetros  $k$  e  $n$ , se encontram na Tabela 16, juntamente com os valores relativos ao erro e  $R^2$ .

**Tabela 16**-Parâmetro de ajuste obtido dos modelos: Difusional, de Lewis e Page durante a liofilização dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*.

Cultivar Processo	Modelo/Parâmetro	Difusional	Lewis	Page
CL	K(min <sup>-1</sup> )	-	0,057	0,028
	N	-	-	1,987
	RSMD	0,600	0,017	0,017
	R <sup>2</sup>	0,973	0,981	0,998
EL	K(min <sup>-1</sup> )	-	0,036	0,016
	N	-	-	2,320
	RSMD	0,600	0,073	0,073
	R <sup>2</sup>	0,970	0,981	0,992

Fonte: Autora

Ao analisar as Figura 14(a) e (b), observa-se que no início do processo os três modelos foram adequados para representar a liofilização do pêssego *Chimarrita*, entretanto com o passar do tempo tanto o modelo de Page (linha verde) como o de Lewis (linha vermelha), neste sentido comparando o modelo de Difusão com o de Page e Lewis, o modelo de Difusão apresenta um desempenho muito inferior aos demais.

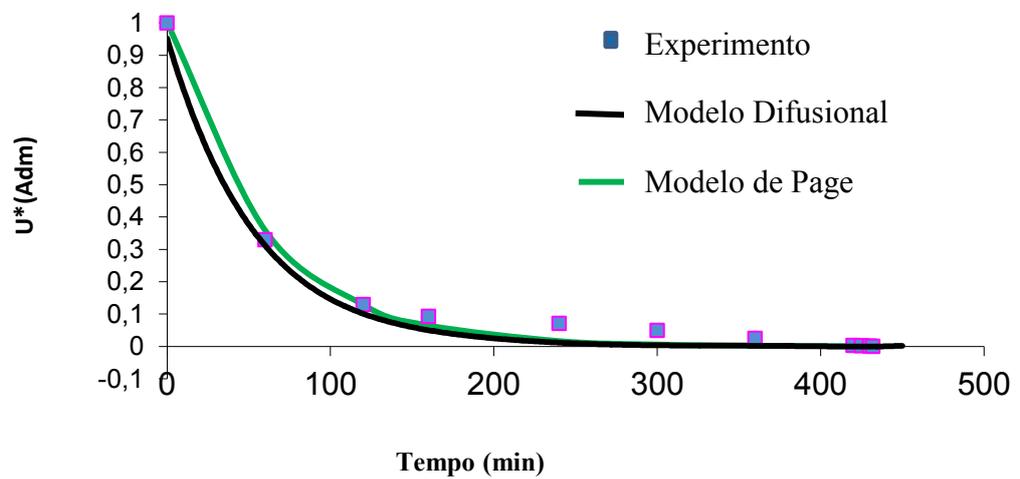
Na Figura 15, pode-se concluir que o Modelo Difusional demonstrou-se satisfatório para prever o processo de liofilização do cultivar *Eragil*. Entretanto, houve uma variação na representação gráfica da cinética no intervalo de 20h do processamento, em que neste intervalo houve um desvio do modelo Difusional (linha preta), passado este período o modelo Difusional passou a ajustar-se melhor que o modelo de Page e Lewis. Entretanto, comparando com os demais modelos, foi o que obteve menor coeficiente de correlação (0,97) Tabela 16, mas mesmo assim ficou próximo a um. Esse fato pode ser considerado, tendo em vista a cinética ser avaliada em período prolongado. Como as bandejas eram retiradas para verificação da massa, esse procedimento afetou a cinética de secagem. Porém a análise dos gráficos representados semiótica para demonstrar a liofilização, nos pontos experimentais versus preditos, foi a melhor forma de representar as informações analisadas.

Poucos trabalhos levam em consideração a cinética de secagem nos processos de liofilização de frutas, sendo outros métodos de secagem, como os convencionais a ar quente, bastantes discutidos (VIEIRA, et al., 2012).

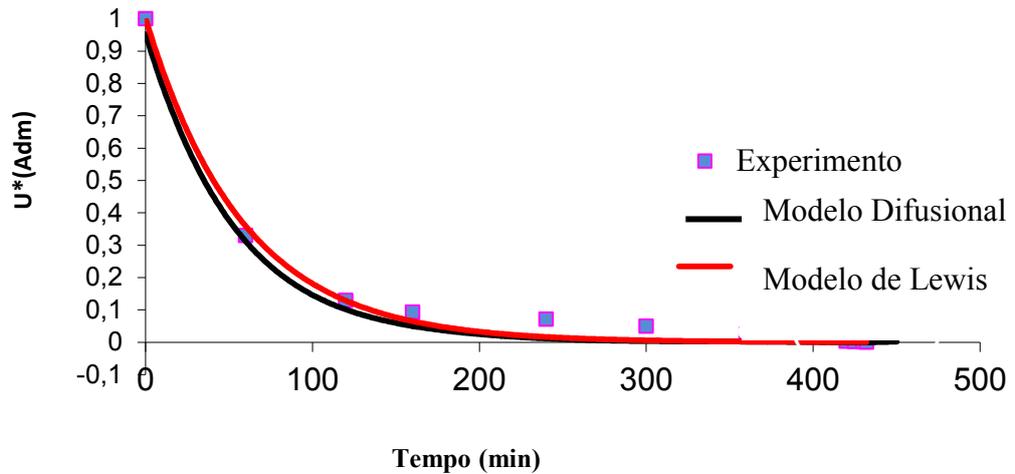
#### 4.5.3 Modelagem Matemática: modelo para desidratação osmótica (DO) seguido de secagem em estufa

Na Figura 16 é apresentada a curva da cinética de secagem obtida no experimento do pêssego *Chimarrita* desidratado osmoticamente seguido de secagem em estufa, à temperatura de 60°C, além da curva ajustada pelos modelos Difusional e de Lewis.

**Figura 16(a)** - Ajuste dos modelos de Difusão e Page aos dados do experimento do pêssego desidratado osmoticamente *Chimarrita*; **(b)** - Ajuste dos modelos de Difusão e Lewis aos dados do experimento do pêssego desidratado osmoticamente *Chimarrita*



(a)

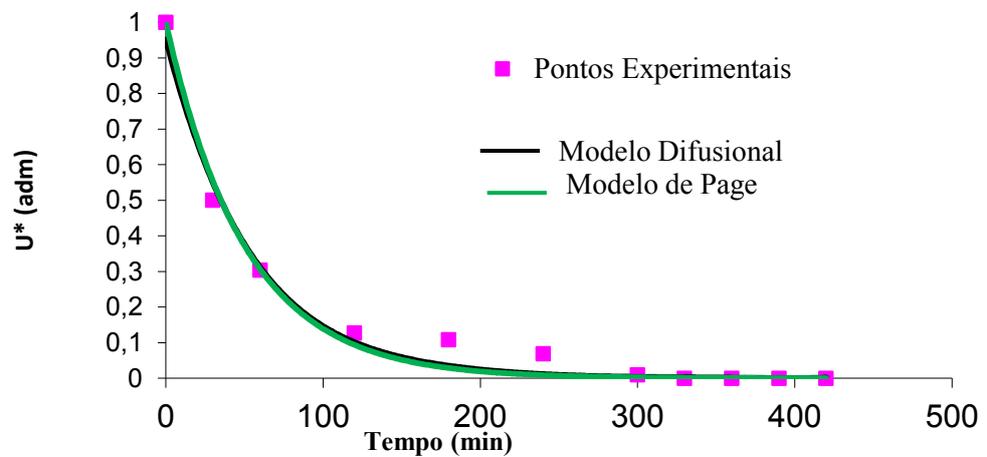


(b)

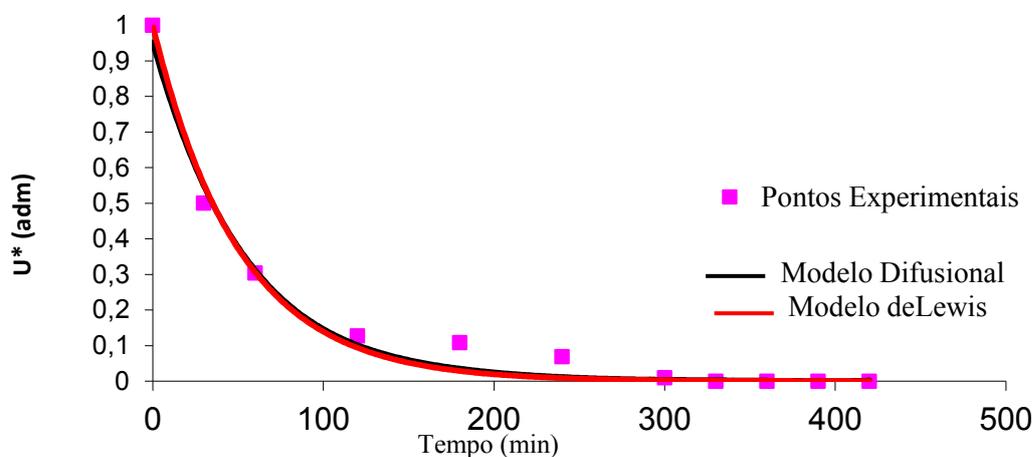
Fonte: Autora.

Na Figura 17 é apresentada a curva da cinética de secagem obtida no experimento do pêssgo *Chimarrita* desidratado osmoticamente seguido de secagem em estufa, à temperatura de 60°C, além da curva simulada pelos modelos Difusional e de Page.

**Figura 17(a)** - Ajuste do modelo de Page e de Difusão aos dados experimentais do experimento do pêssgo desidratado osmoticamente *Eragil*; **(b)** - Ajuste do modelo de Difusão e Lewis aos dados experimentais do experimento do pêssgo desidratado osmoticamente *Eragil*



(a)



(b)

Fonte: Autora.

Os parâmetros  $k$  e  $n$ , se encontram na Tabela 17, juntamente com os valores relativos ao erro e  $R^2$ .

**Tabela 17-** Parâmetro de ajuste obtido dos modelos: Difusional, de Lewis e Page durante a desidratação osmótica seguida de secagem em estufa dos pêssegos *Chimarrita* e *Eragil*.

Cultivar Processo	Modelo/Parâmetro	Difusional	Lewis	Page
CDO	$K(\text{min}^{-1})$	-	0,170	0,173
	N	-	-	0,098
	RSMD	0,400	0,130	0,120
	$R^2$	0,979	0,995	0,996
EDO	$K(\text{min}^{-1})$	-	0,019	0,016
	N	-	-	0,121
	RSMD	0,400	0,035	0,035
	$R^2$	0,979	0,990	0,998

Fonte: Autora

Nas figuras 16 (a) e (b) é observado o modelo de Page e o modelo Difusional, sendo que comparando os dois modelos, o modelo Page foi o que apresentou melhor resultado, pois se observa na saída desejada (dados pontuais) se apresenta próxima da saída do modelo (linha contínua verde e vermelha) indicando o desempenho adequado desse modelo. Assim no presente estudo o modelo empírico descreveu melhor o processo do que o modelo Difusional, o que se entende ter ocorrido por utilizar menos parâmetros o que auxilia na diminuição dos

erros. Estudos como o realizado por Araujo (2005) demonstram que tanto o modelo Difusional como o de Page ajustam-se bem aos dados experimentais. Este autor estudou secagem de nectarina com variação de temperatura comparando os modelos supracitados, sendo que encontrou como melhor modelo de Page.

Segundo Menezes et al. (2013), ao estudarem desidratação a de maracujá-amarelo, utilizando os modelos Difusional e empírico constataram que para realizar a secagem é necessário uma modelagem mesmo que empírica, com o intuito de se reduzir o trabalho de engenharia envolvido no dimensionamento das unidades de processamento, mesmo sendo uma pesquisa com frutos diferenciados, assim como condições diferenciadas, os autores destacam a importância de realizar a modelagem matemática.

Na Figura 17 (a), observa-se que a resposta desejada, dados (pontuais) é próxima à saída do modelo de Page (linha verde contínua), apenas no meio do processo, ou seja, entre 180 e 300 minutos apresentou resultados insatisfatórios. No entanto ao comparar o modelo de Page, com o modelo de Difusão, o de Page apresenta um melhor ajuste. Sendo que os parâmetros do modelo (K e n) estão apresentados na Tabela 17 juntamente com os valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), os quais estão próximos a 1. Verifica-se que o modelo apresentou ajuste satisfatório para todos os dados experimentais, tendo em vista apresentar também um baixo erro, logo se observa ser um bom modelo para fazer a predição da cinética de secagem do pêssigo *Chimarrita* desidratado osmoticamente, o que se repete na Figura 17(b) com o modelo de Lewis. Na Tabela 17 são apresentados os valores de K no modelo de Page os quais são semelhantes aos obtidos no modelo de Lewis. Entretanto, o modelo de Page apresentou resultados um pouco superiores aos modelos de Lewis e Difusional, assim como menor erro e ( $R^2$ ) mais próximo a 1.

Desta forma, conforme observado nas Figuras 16(a e b) e 17(a e b), dentre os modelos selecionados através da literatura e aplicados ao experimento, o modelo que apresentou o melhor resultado foi o de Page, pois se observa nas Figuras que a saída desejada (dados pontuais) se apresenta próxima da saída do modelo (linha contínua verde), indicando desempenho adequado desse modelo.

Portanto na presente pesquisa pôde-se verificar que os modelos matemáticos são empregados para prever o comportamento das curvas de secagem, nos diferentes processos sendo que ao observar através das Figuras 12 a 17, dentre todos os modelos aplicados os modelos empíricos apresentaram melhor resultado, pois se observa nas respectivas Figuras que a saída desejada (dados pontuais) se apresenta mais próxima da saída do modelo (as

linhas verde e vermelha), indicando a potencialidade dos modelos empíricos para representar o fenômeno aos três processos estudados: desidratação em estufa, desidratação osmótica seguida de estufa e liofilização dos cultivares de pêssego *Chimarrita* e *Eragil*, assim como podem ser representados semióticamente.

A comparação entre os dados experimentais e os dados simulados pelos modelos de Page e Lewis, ficaram muito próximas, ou seja, apresentou resultado semelhante, tendo em vista que estes dois modelos, são modelos exponenciais os parâmetros ajustáveis (k) apresentaram-se próximos (Tabelas 15 a 17), assim como o erro foi igual. Já no modelo Difusional o erro apresentado foi maior, provavelmente isso ocorreu devido o modelo Difusional apresentar muitas considerações teóricas, enquanto os empíricos são embasados em dados experimentais. Portanto estes resultados já eram esperados.

#### 4.6 EMPREENDEDORISMO: VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA AGROINDÚSTRIA DE DESIDRATAÇÃO DE PÊSSEGO

A análise do empreendimento a ser implementado, está baseada diante dos pressupostos de estimular ações que visam o desenvolvimento local e regional focando no empreendedorismo social (BRASIL, 2014). A viabilidade econômica, do projeto, foi realizada de acordo com principais investimentos necessários para implantação da agroindústria de desidratação de pêssego.

Ela foi projetada para a produção mensal de 1500 embalagens de polietileno contendo pêssego desidratado com 100g (peso líquido de produto) cada embalagem, desidratado osmoticamente, tendo em vista esse ter sido o de maior aceitação na análise sensorial.

##### 4.6.1 Investimentos e Custos

Para a instalação de uma Agroindústria é necessário levar em conta investimentos, além de custos fixos e de produção, com a instalação de todos os equipamentos necessários. A seguir, apresenta-se a análise de todos os equipamentos e utilitários, com respectivos valores e quantidades de cada um, sendo que os mesmos foram pesquisados na região de Erechim, o que está de acordo com a descrição do item 3.5 do Capítulo III.

O gasto descrito com aluguel da agroindústria, sendo que se desconsidera o gasto com construção e obras, pois, há previsão do prédio ser alugado num bairro do município de Erechim, e o gasto com a compra de um veículo, para entrega do produto, assim como, a utilização para buscar a matéria prima *in natura*. (APÊNDICE C), se evidencia os equipamentos e utilitários necessários, com seus respectivos valores.

Os equipamentos listados são importantes, tendo em vista, que para a produção dos pêssegos desidratados, os mesmos serão utilizados de acordo com o item 3.2.3 do Capítulo III, processo de desidratação osmótica, sendo que o freezer será necessário para armazenar os pêssegos durante a entressafra. Como, se pode perceber os equipamentos que requerem maior investimento, são a estufa e câmara fria.

A descrição dos os valores gastos com móveis para o escritório e utensílios, necessários para a fabricação dos pêssegos desidratados, previstos para o ano de 2015, (APÊNDICE C).

Segundo Hoji (2010), custos fixos são custos da estrutura necessária para o processo produtivo, entretanto as variáveis estão diretamente ligadas ao processo produtivo e variam sempre que a produção varia. Então, na Tabela 18, apresenta-se o somatório dos custos fixos, para instalação de uma agroindústria.

**Tabela 18-**Total dos recursos de materiais fixos

<b>Recursos Materiais</b>	<b>Valor R\$</b>
Infraestrutura	12.000,00
Veículo	24.500,00
Máquinas e equipamentos	9.375,00
Móveis e utensílios	4.102,00
Outros (computador, impressora)	1.500,00
<b>Total</b>	<b>51.477,00</b>

**Fonte:** Autora.

#### 4.6.2 Capital de giro

De acordo com Casarotto et al. (1996), o investimento em giro é o capital de giro próprio adicional necessário para a operação do equipamento ou da nova fábrica, sendo constituído principalmente pelo estoque de matérias-primas e componentes, e os recursos necessários para sustentar as vendas a prazo. Nesse sentido, apresenta-se o capital de giro para a instalação de uma agroindústria. O demonstrativo os custos com o estoque de matéria prima, para um mês de produção, está listado no (APÊNDICE C).

O caixa mínimo<sup>7</sup> é representado, a seguir pelas Tabelas 19 e 20 com os gastos de prazo médio, compra e de vendas. Já no (APÊNDICE C) demonstra-se o cálculo do custo médio com estoque.

Logo, nesse contexto, a Tabela 19, apresenta o resumo de gastos com o caixa mínimo.

**Tabela 19-Caixa mínimo**

<b>Descrição</b>	<b>Valor R\$</b>
Custo fixo mensal	8.146,97
Custo variável mensal <sup>8</sup>	6.384,60
Custo total da empresa <sup>9</sup>	14.531,00
Custo total diário	484,38
Necessidade Líquida de Capital de Giro em dias	5
Total caixa mínimo <sup>10</sup>	2.421,92

**Fonte:** Autora.

Na Tabela 20, está representado o resumo do custo com capital de giro.

**Tabela 20- Capital de giro- resumo**

<b>Descrição</b>	<b>Valor R\$</b>
A – Estoque Inicial	3.339,00
B – Caixa Mínimo	2.421,92
C- Financiamento	800,00
Total de capital de giro	6.560,93

**Fonte:** Autora.

#### 4.6.3 Investimentos pré-operacionais

Quanto ao capital que não está relacionado diretamente com a linha de produção, no entanto, os quais são necessários para a legalização de uma agroindústria, estão demonstrados no (APÊNDICE C).

#### 4.6.4 Investimento total

<sup>7</sup> Caixa mínimo: é o ciclo financeiro da empresa, ou seja, é o número de dias necessários para que uma empresa opere.

<sup>8</sup> Somatório do custo material direto, impostos, custos com vendas.

<sup>9</sup> Custo variável mais custo fixo mensal.

<sup>10</sup> Cálculo (dias de capital de giro multiplicado pelo valor diário)

O investimento total está descrito na Tabela 21, quanto ao somatório dos investimentos com o capital de giro.

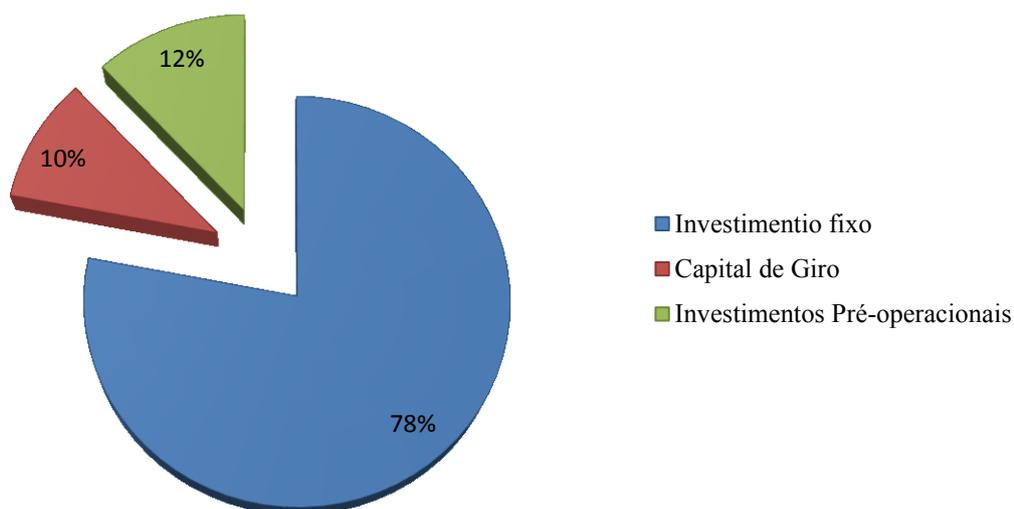
**Tabela 21**-Investimento para instalação da Agroindústria

<b>Descrição dos investimentos</b>	<b>Valor</b>	<b>(%)</b>
Investimentos Fixos	51.477,00	78
Capital de Giro	6.560,93	10
Investimentos Pré-Operacionais	8.200,00	12
Total	66.237,93	100

Fonte: Autora.

Na Figura 18, pode ser observado que o gasto maior da agroindústria envolve os investimentos fixos, seguido dos pré-operacionais e capital de giro.

**Figura 18** - Gráfico representando a porcentagem de investimento total do empreendimento



Fonte: Autora.

Na instalação de uma agroindústria, as fontes de recursos foram previstas em duas partes diferentes: recursos próprios e uma porcentagem financiada, o que está demonstrado na Tabela 22.

**Tabela 22-**Recursos para instalação da Agroindústria

<b>Fontes de recursos</b>	<b>Valor</b>	<b>(%)</b>
Recursos próprios	26.237,93	39,7
Recursos de terceiros	40.000,00	60,3
Outros	0	0
<b>Total</b>	<b>66.237,23</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Autora.

Para a definição do faturamento mensal, calculou-se a produção mensal entre os pêssegos desidratados dos dois agricultares, com sua estimativa de venda de 1500 embalagens com 100g de pêssego desidratado, o que se representa no (APÊNDICE C).

Assim, se projetou as receitas, através do faturamento mensal entre a produção dos dois cultivares: *Chimarrita* e *Eragil*, considerando a sazonalidade dos pêssegos com safra entre outubro e março, ou seja, um faturamento anual de aproximadamente R\$ 144.000,00 relacionado ao período de faturamento de um ano.

#### **Projeção das Receitas:**

(x) Sem expectativa de crescimento

( ) Crescimento a uma taxa constante:

0,00 % ao mês para os 12 primeiros meses

0,00 % ao ano a partir do 2º ano.

#### **4.6.5 Custos**

Um fator importante é o custo na produção, o que se representa nas Tabelas 23 e 24, agregando-se ao cálculo desde pêssego *in natura* de cada cultivar, até custos com energia elétrica, o que pode ser definido como: Custo unitário da produção de uma embalagem de pêssego desidratado osmoticamente.

**Tabela 23-**Produto: custo para produção de 100g de pêssego *Chimarrita*

<b>Materiais / Insumos usados</b>	<b>Qtde</b>	<b>Custo Unitário R\$</b>	<b>Total</b>
Pêssego	1	2,00	2,00
Rótulo	1	0,30	0,30
Embalagem de polietileno	1	0,53	0,53
Açúcar	1	0,20	0,20
Gás	1	0,19	0,19
Luz	1	0,20	0,20
<b>Total</b>			<b>3,42</b>

**Fonte:** Autora.

**Tabela 24-**Produto: custo para produção de 100g de pêssego *Eragil*

<b>Materiais / Insumos usados</b>	<b>Qtde</b>	<b>Custo Unitário R\$</b>	<b>Total R\$</b>
Pêssego	1	2,00	2,00
Açúcar	1	0,20	0,20
Rótulo	1	0,30	0,30
Embalagem de polietileno	1	0,53	0,53
Gás	1	0,19	0,19
Luz	1	0,20	0,20
<b>Total</b>			<b>3,42</b>

**Fonte:** Autora.

O custo com comercialização é o valor gasto com vendas, publicidade, entre outros. Assim, no (APÊNDICE C), representa-se esse custo, do presente projeto.

Logo, a projeção anual, de acordo com o custo mensal para comercialização, será de R\$ 24.000,00 esse valor relacionado ao período de um ano, considerando que o pêssego é sazonal, então não é produzido todo ano.

Nesse contexto, apresenta-se na Tabela 25, a relação entre a estimativa de venda com o custo unitário, fator importante na constituição agroindustrial.

**Tabela 25-**Apuração do custo de MD e/ou MV

<b>Produto/ Serviço</b>	<b>Estimativa de Vendas (em unidades)</b>	<b>Custo Unitário /Aquisições de Materiais</b>	<b>CMD / CMV</b>
Pêssego <i>Chimarrita</i>	590	3,42	2.017,80
Pêssego <i>Eragil</i>	910	3,42	3.112,20
	1500	Total	5.130,00

**Fonte:** Autora.

Então, se considera o período anual de custo entre MD e/ou MV, o que se estima um valor de R\$ 30.780,00 como custo de produção.

Nesse contexto, a projeção pessoal é outro fator importante a ser previsto. Portanto a quantidade de mão de obra está descrita no (APÊNDICE C), definida de acordo com a experiência necessária às atividades do empreendimento agroindustrial.

Logo, baseado nesses dados, os gastos com pessoal, os quais se efetuam com o somatório dos salários com 8% de encargos sociais, para cada funcionário, esses são demonstrados no (APÊNDICE C).

Gitman (2010), afirma as medidas de rentabilidade e lucratividade permitem aos analistas avaliar os lucros da empresa em relação a um dado nível de vendas, um dado nível de ativos ou o investimento dos proprietários, sendo que o custo com a depreciação, no entanto reduz o lucro. Portanto, no (APÊNDICE C), estão consideradas a depreciação anual, com os respectivos valores.

Custo fixo mensal é a soma dos custos, por exemplo, com aluguel, pessoal, manutenção, entre outros, o que se descreve na Tabela 26:

**Tabela 26-Custo Fixo Mensal**

<b>Discriminação</b>	<b>Valor R\$</b>
Aluguel	1000,00
Pró-labore	2.500,00
Água	100,00
Luz	200,00
Telefone/internet combo	250,00
Material de expediente	150,00
Despesa de Manutenção	50,00
Salários + encargos	1.563,97
Manutenção de veículo	400,00
Depreciação	893,58
Tributos (alvará de localização, alvará sanitário ...)	166,66
Propaganda (manutenção do site, outros)	0
Conservação e limpeza (diarista e produtos)	50,00
Honorários Contábeis	450,00
Soma	7.773,44
Outros 4%	373,53
<b>Total</b>	<b>8.146,97</b>

**Fonte:** Autora.

Portanto o custo fixo desse somatório, ou seja, período anual resulta em R\$ 97.763,64.

De acordo com a Tabela 27 é possível evidenciar o demonstrativo de resultados do empreendimento agroindustrial, no processamento de pêsego desidratado osmoticamente.

**Tabela 27-Demonstrativo de resultados na implantação do empreendimento agroindustrial**

<b>Descrição</b>	<b>Valor R\$</b>	<b>Valor Anual</b>
1.Receita Total com Vendas	24.000,00	144.000,00
2.1Custos com materiais diretos e/ou CMV	5.130,00	30.780,00
2.2 Impostos sobre vendas	895,50	10.746,00
2.3 Gastos com vendas	150,00	1.800,00
Total de custos Variáveis anual	-	43.326,00
3.Custos Fixos Totais	8.146,97	97.763,64
4. Total da empresa anual	-	141.089,64
<b>Resultado Operacional: lucro</b>	<b>2.910,00</b>	<b>17.462,16</b>

**Fonte:** Autora.

#### 4.6.6 Indicadores de viabilidade econômica da Agroindústria

A seguir, na Tabela 28, solidifica-se o resumo da viabilidade econômica, na implantação do empreendimento agroindustrial. O respectivo fluxo de caixa está representado no (Apêndice C).

**Tabela 28**-Indicadores da viabilidade econômica: ponto de equilíbrio, lucratividade, payback

<b>Indicadores</b>	<b>Anos</b>
Ponto de Equilíbrio	139.837,13
Lucratividade	12,37%
Rentabilidade	26,3%
Prazo de retorno do investimento	3 anos e 9 meses

**Fonte:** Autora.

Pode-se verificar pela lucratividade que o resultado apresentado nos quatro anos é bom, tendo em vista que gerou uma lucratividade no primeiro ano de 12,37% e uma rentabilidade, que é o lucro em relação ao capital investido, de 26,3, com um prazo de retorno de 3 anos e 9 meses.

O tempo de retorno do capital, considerando a atividade, ocorre em 3 anos e 9 meses de atividade como demonstrado. Segundo Gitman (2010), as medidas de rentabilidade e lucratividade permitem aos analistas avaliar os lucros da empresa em relação a um dado nível de vendas, um dado nível de ativos ou o investimento dos proprietários. O ponto de equilíbrio obtido, por outro lado, é muito interessante, dando uma margem segura à agroindústria, que poderá, operar sem obter prejuízos, embora tendo sua rentabilidade reduzida.

Portanto, ao analisar os resultados apresentados, pode-se perceber que esta atividade apresenta-se como uma alternativa de investimentos viável na implantação de uma Agroindústria desse porte.

## 5 CONCLUSÕES

Analisando os resultados das amostras averiguou-se que as físico-químicas, estão dentro dos padrões, sendo que pode-se ressaltar o pH, com melhor resultado apresentado foi para o *Chimarrita*, no processo de desidratação osmótica pH 4,11 e *Eragil* desidratação osmótica 3,78. Em relação aos sólidos solúveis, não apresentaram diferença significativa, permanecendo no intervalo entre 17° e 20°C Brix. O processo de liofilização foi o que apresentou maior porcentagem de remoção da umidade (5%), entretanto foi o que obteve maior período necessário em relação à perda de umidade. Em contraponto, houve a caracterização de umidade, com resultados diferenciados, todos dentro da legislação exigida; o resultado ideal foi para desidratação em estufa com 12,76% de umidade a ambos os cultivares, seguinte ao processo de desidratação osmótica de 24,4% para *Eragil* e 25,2% para *Chimarrita*. Os pêssegos nos diferentes processos de desidratação apresentaram resultados de atividade da água diferenciados, sendo que o processo com melhor resultado foi de liofilização, tanto de *Chimarrita* 0,48, quanto 0,43 *Eragil*. Na análise de cor, verificou-se que o processo de liofilização contribuiu para melhorar a aparência geral e intensificar a coloração amarelo pardacento para *Chimarrita* e amarelo ouro para *Eragil*. Tendo em vista, que essa coloração ficou mais próxima ao produto natural.

O processo de secagem por desidratação osmótica seguida de secagem em estufa dos dois cultivar foi o que demonstrou melhor intenção de compra e aceitabilidade. Logo, concluiu-se que a desidratação osmótica melhora a aceitação das frutas desidratadas.

Os Modelos Matemáticos: Modelo Difusional, baseado na Lei de Fick, analítico ao modelo de Crank, empíricos de Page e Lewis demonstraram ser capazes de prever a cinética de secagem dos pomos, nas condições operacionais estudadas para os processos de secagem em estufa e desidratação osmótica seguida de estufa, assim como liofilizados.

Portanto, comparando o modelo Difusional, com os modelos empíricos de Page e Lewis, na desidratação dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil* nos diferentes processos percebe-se que a utilização do modelo de Page apresentou maior potencialidade.

Logo, é possível evidenciar que o uso da modelagem matemática para representar os diferentes processos de secagem de pêssegos é de fundamental importância, haja vista que as

informações proporcionadas são de grande valia, porque possibilitam a redução do tempo e consequentemente de custos no desenvolvimento do processo, assim como a qualidade do produto. Portanto, predizem os tempos de desidratação e o desenvolvimento de equipamentos adequados, com a finalidade de se obter um produto natural de qualidade. Assim como, apresenta potencial podendo aumentar a vida útil deste produto sazonal.

O estudo econômico realizado para avaliar a viabilidade financeira de um empreendimento agroindustrial apontou resultados positivos, para o processo de desidratação osmótica seguida de secagem em estufa de ambos cultivares, podendo ser aplicado com o intuito de aumentar a renda dos produtores.

## **6 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS**

Poucos são os estudos a respeito de desidratação de pêssego encontrados na literatura.

Portanto, através da presente pesquisa observou-se que são necessários mais estudos, os quais devem focar em:

- Avaliar diferentes concentrações de desidratação osmótica.
- Viabilidade de desidratação de outros frutos, tendo em vista a sazonalidade.
- Elaborar um modelo matemático para estudo da viabilidade econômica empreendedora.
- Estudar a viabilidade de desidratar outras frutas da região, para processamento em todo o ano devido à sazonalidade do pêssego.
- Aplicar a otimização com o escopo de verificar, textura, vitamina C, índice de escurecimento, e capacidade de reidratação.
- Estudar o reaproveitamento da solução osmótica residual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, L. A. **Introdução à Identificação de Sistemas: Técnicas Lineares e Não Lineares Aplicadas a sistemas Reais**. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2004.

ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012, 157 p.

AMORIN, T. P. **Avaliação físico-química da polpa e de casca de banana *in natura* desidratada**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina, Curso de Nutrição. Porto Alegre, 2012.

ANDREOLA, K. **Secagem de cenoura (*daucus carota L.*) assistida por micro-ondas**. 2013. Dissertação (Mestrado)-, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2013.

ANTUNES, D. L. **Estudo de Viabilidade Econômica de uma Empresa de Reciclagem de Plásticos de Origem Industrial**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UFSC, Florianópolis, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/79653/186403.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 jul. 2014

ANTON, H. et al. **Cálculo**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

ARGANDOÑA, S. E. J. et al. Desidratação osmótica de goiabas: influência das variáveis do processo na cinética de transferência de massa. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 6, n. 2, UNICENTRO Paraná, p. 203-216 Jul/dez, 2004. ISSN 2175-5620.

ARAÚJO, E. A. F. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*prunus persica*)**. 2005. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2005.

ASSAF NETO, A. Os métodos quantitativos de Análise de Investimentos. **Caderno de estudos**, São Paulo, n. 6, out. 1992. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-92511992000300001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-92511992000300001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 02 ago. 2014.

ARENALES, S. H. V.; DAREZZO FILHO, A. **Cálculo Numérico - Aprendizagem com Apoio de Software**. São Paulo: Thonson, 2008.

BARROSO, L. C. et al. **Cálculo numérico (com aplicações)**. São Paulo: Harbra, 1987.

BASSANEZI, R. C. et al. **Equações diferenciais com aplicações**. São Paulo: HARBRA, 1988.

\_\_\_\_\_. **Modelagem Matemática**, in: Dynamis, Blumenau, Universidade de Blumenau, 1994.

BERK, Z. Freeze Drying (lyophilization) and Freeze Concentration. **Food Process Engineering and Technology (Second Edition)**. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012415923500023X>>. Acesso em: 9 jun. 2014.

BIENBENGUT, M. S. **Modelagem matemática & implicações no ensino e aprendizagem da matemática**. 2. ed. Blumenau: FURB, 1999.

BIENBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2005.

BLATNEY, C. Peaches and nectarines. **Elsevier Science Ltd. All Rights Reserved**. Prague, Czech Republic Copyright, 2003. Disponível em: <<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

BOEIRA, J. B. et al. Estudo da desidratação de pêsegos por tratamento osmótico e secagem. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 77-90, jan./jun. 2007.

BRAGA, A. M. P.; SILVA, M. A. Effect of ethanol on the drying kinetics and on the quality of pineapple slices. In: INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM, p. 1492-1497, 2010.

BRASIL. **Plano de desenvolvimento institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**. 2014 – 2018 Ministério da Educação. Bento Gonçalves, dez. 2014 Disponível em: <<http://www.http://pdi.ifrs.edu.br/site/conteudo/index/id/237>>. Acesso em: 02 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. **Diário Oficial da União**, Nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Métodos de análise microbiológica para alimentos**. 1991/1992.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 jan. 2001.

\_\_\_\_\_. **Lei 11892, de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica. Cria Institutos Federais de Ciência e Tecnologia. Disponível em: <[http://planalto.gov.br/civil\\_03\\_ato2007-2010/2008/lei11892.htm](http://planalto.gov.br/civil_03_ato2007-2010/2008/lei11892.htm)>. Acesso em: 02 de jun. 2013.

BRACKMANN, A. et al. Atmosfera controlada, absorção de etileno e aplicação de 1-MCP durante o armazenamento de pêssegos 'Eragil'. **Científica, Jaboticabal**, v.41, p.156-163, 2013.

BUCHWEITZ, P. R. **Avaliação da pré-desidratação osmótica de kiwi (*Actinidiadeliciosa*) complementada por processos convencionais**. 2005. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, São Paulo, 2005.

BUAINAIN, M. A. Agricultura familiar, agroecológica e desenvolvimento sustentável: questões para debate. **Desenvolvimento Rural Sustentável**, Brasília, v. 5, dez. 2006. p.136.

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. *A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa*. São Paulo: CRV, 2012.

CALLISTER, Jr. W. *Materials Sciencia and Engineering: An Introduction*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc. 2007.

CARBONERA, L. et al. Determinação experimental da difusividade térmica de uma massa de tomate comercial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.285-90, 2003.

CARMO, J. E. F. **Fenômenos de difusão transiente em sólidos esferoidais oblatos. Estudo de caso: secagem de lentilhas.** 2004. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

CARNEIRO, C. E. I. **Introdução elementar às técnicas do cálculo diferencial e integral.** São Paulo: Livraria da Física, 2007.

CASAROTTO, F. et al. **Análise de Investimentos:** matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 7ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CELESTINO, S. M C. **Princípio da desidratação de alimentos.** Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2010.

CHAPRA, S. C. **Métodos numéricos aplicados com MATLAB para engenheiros e cientistas.** 3, ed. Porto Alegre: Mc Graw Hill, 2013.

CHENG, Z.; HUANG, H. SSR Fingerprints Chinese peach cultivars and pines (*Prunus persica*) and analysis of their genetic relationships. **Journal Food Sci Technol**, 2009. Disponível em: < [www.elsevier.com/locate/scihorti](http://www.elsevier.com/locate/scihorti)>. Acesso em: 30 dez. 2014.

COELHO, W. L. V. et al. Secagem de polpa de mamão pelo método de camada de espuma. In: Congresso de iniciação científica, 2010, Cáceres/MT, Brasil, **Anais** Vol. 6, 20-24 set, 2010.

CÓRDOVA, K. R. V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial.** 2006. Dissertação -(Mestrado na área de Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

COSTA, A. R. S. **Sistema de secagem solar para frutos tropicais e modelagem da secagem de banana em um secador de coluna estática.** 2008. Tese (Doutorado) – Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2008.

CRANK, J. **The Mathematics of Diffusion.** 2 ed. S.I. Clarendon Press Oxford. 1975.

DERLAN, J. M. et al. Análise da cinética de secagem de pimenta cambuci em diferentes temperaturas e formas de processamento. **Enciclopédia biosfera.** Centro Científico Conhecer- Goiânia, v.9, n.17; p. 2013. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/analise%20da%20cinetica.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

DETONI, A. M. et al. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina Ponkan cultivada no oeste do Paraná. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 624-628, 2009.

DAL RI, E. S. **Avaliação do processo produtivo e da qualidade de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR**. 2006. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Roraima, Boa vista, 2006.

DI RIENZO, C. A importância das câmaras frias na horticultura. **Tecnologia da Refrigeração**, n. 5, p. 16- 22, 2001.

DOLABELA, F. **O Segredo de Luísa**. Rio de Janeiro: Sextante, 2008.

DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo transformando ideias em negócios**. Rio de janeiro: Elsevier, 2012.

DUARTE, M. E. M. et al. Comparação entre as características físico-químicas da manga liofilizada e a manga-passa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, p.127-134, 2006.

DURIGON, J. C. **Estudo da viabilidade econômica da implantação de sistemas Eólicos em propriedades rurais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática)- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Ed. DA Champagnat, 1996. 123.p.

DUVAL, R. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. Trad. MORETTI, M. T. **Revemat**, v.6, n. 2, Florianópolis, 2011. Disponível em: <[www.periodicos.ufsc.br/index.php/revemat](http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/revemat)>. Acesso em: 10 de set. 2015.

EIK, N. M. **Avaliação de Pré-tratamentos e aplicação de coberturas comestíveis na secagem de frutas**. 2008. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Campinas. Departamento de Engenharia de Alimentos. Campinas, São Paulo, 2008.

EL-AOUAR, Â. A. et al. Drying kinetics of fresh and osmotically pre-treated papaya (*Carica papaya* L.). **Journal of Food Engineering**. v. 59, n. 1, p. 85-91, 2003.

ELEOTÉRIO, J. R., **Modelagem e simulação do processo de secagem de madeiras serradas de espécies tropicais brasileiras**. 2009. Tese (Doutorado) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 2009.

ELIAS, N. F. et al. Nutritional and sensory evaluation of osmo-convective dried Fuyu persimmons. **Food Science and Technology**, v. 28, Apr-June, 2008.

EMATER. Informativo Conjuntural. **Fruticultura**. BR n. 1276, 16 de janeiro de 2014. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br>>. Acesso em: 10 de maio 2014.

\_\_\_\_\_. **Fruticultura**. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-vegetal/fruticultura.php>> Acesso em: 20 mar. 2016.

EMBRAPA. Clima temperado. **Cultivo do pessegueiro**. Nov. 2005. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.EMBRAPA.br/FontesHTML/Pessego/CultivodoPessegueiro>>. Acesso em: 20 novembro. 2013.

\_\_\_\_\_. **Agricultura familiar Melhoramento genético. II Quinzena do Pêssego, Pelotas, 2015**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7128305/ii-quinzena-do-pessego-comeca-dia-13-em-pelotas>> Acesso em: 20 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Cultivo do pessegueiro**. [artigo científico]. Nov. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.EMBRAPA.br/FontesHTML/Pessego/CultivodoPessegueiro/#topo>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

ERNESTO, D. B. **Desidratação osmótica de abóbora com uso de pulso à vácuo: otimização e cinética**. 2013. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Lavras: UFLA. Lavras, 2013.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 652p.

FACHINELLO, J. C. et al. Produtividade e qualidade de pêssegos obtidos nos sistemas de produção integrado e convencional. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 27, n. 1, p.64-67 2005.

FANG, S. Z. et al. Hot air drying of whole fruit Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* Miller): thin-layer mathematical modelling. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 9, p. 1818-1824, 2009.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAO Statistical Databasis. Disponível em: <<http://www.todafruto.com.br>>. Acesso em: 12 março.2014.

FERNANDES, M. A. **Obtenção de “chips” de berinjela (*Solanum melongena L.*) mediante processo combinado de desidratação osmótica em solução ternária e secagem convectiva**. 2012. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

FERREIRA, E. F. **Estudo do programa de fruticultura irrigada de clima temperado da região da campanha do Rio Grande do Sul, através do sistema integrado agronegocial (SIAN)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Administração)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FERREIRA, L.F.D. et al. Modelagem matemática da secagem em camada delgada de bagaço de uva fermentado. **Revista Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.47, n.6, p.855-862, jun. 2012

FIGUEIRA, G. M. et al. Estudo da umidade de equilíbrio de duas espécies de plantas do gênero *Phyllanthus* após secagem para o armazenamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 14, p. 22-24, 2004.

FIORAVANÇO, J. C.; MAGRIN, F. P. Comportamento Fenológico e Produtivo do Pessegueiro ‘Eragil’ em Vacaria, RS. **Circular Técnica**, 95. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 1 ed. 2013.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Bacteriological Analytical. **Manual On Line**. 2005. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/ebam/bam>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

FURTADO, G. F. et al. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, 2010. v.12, n. 1, p.9-14- ISSN 1517-8595.

GERMER, S. P. M. et al. Process variables in the osmotic dehydration of sliced peaches. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 2010. out.-dez. v. 30, n.2, p.940-948- ISSN 0101-2061. Disponível em: <<http://www.http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000400016>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GOUVEIA, J. P. G. et al. Estudo da difusividade e do encolhimento do gengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.1, n.1, p.51-58, 1999.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 2007.

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

GONZÁLES-FÉSLER, M. et al. Convective air drying of apples as affected blanching and calcium impregnation. **Journal of Food Engineering**, v. 87, n. 3, p.323-332, 2008.

GOUVÊA, J. A. G; GOUVÊA, A. A. L. **Dossiê Técnico, Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA - SBRT**. 2007. Disponível em: < <http://www.sbirt.ibict.br>>. Acesso em 07 de janeiro de 2013.

HOJI, M. **Administração financeira e orçamentária**. 8 ed. São Paulo: Atlas S.A 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.tab.shtm>>. Acesso em: 28 mai. 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008, 1020 p.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

JORGE, A. et al. A gestão de processos como alternativas para processos de secagem de tomate .In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: A GESTÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO E AS PARCERIAS GLOBAIS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS SISTEMAS PRODUTIVOS. Salvador, BA, Brasil, **Anais**, 8-11 out, 2013. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STP\\_185\\_054\\_22031.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_185_054_22031.pdf)>. Acesso: 07 out. 2015.

KOPF, C. **Técnicas do processamento de frutas para a agricultura familiar**. Departamento de Engenharia de Alimentos, Guarapuava: Unicentro, 2008. Boletim Técnico.

KROLOW, A. C. R.; SCHWENGBER, J. E.; CASTANEDA, L. M. F. **Avaliações físicas e químicas de cinco cultivares de morango produzidos em sistema orgânico**. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA: CONSTRUINDO HORIZONTES SUSTENTÁVEIS, Belo Horizonte, 2011.

LENART, A. Osmo-convective, drying of fruits and vegetables: technology and application. **Drying Technology**, v. 14, p. 391-413, 1996.

LESH, R. et al. **Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies**. New York London: Springer, 2013.

LEWICKI, P. P.; JAKUBCZYK, E. Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples. **Journal of Food Engineering**, v. 64, p. 307– 314, 2004.

LIMA, A. G. B. **Fenômenos de Difusão em Sólidos Esferoidais Prolatos. Estudo de Caso: Secagem de Banana**. 1999. Tese (Doutorado)- Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil 1999. Disponível em <<http://libdigi.unicamp.br/>; el código del trabajo es vtls000188465>. Acesso: 13 jun 2013.

LIMA, R. F. **Modelagem matemática do escoamento de grãos de soja em um secador com fluxo misto usando o método dos elementos discretos**. 2014. Dissertação (Mestrado)- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2014.

LIMA, M. D. TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA-UNICAMP.- T113 Versão II. 2. ed., Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p. <Disponível em: [www.unicamp.br/nepa](http://www.unicamp.br/nepa)>. Acesso em: 10 nov. 2013.

LJUNG, L. **System identification to Microelectromechanical System Engineering**. 2. ed. [S.l.]: Artech House, 2004.

LOPES, L. M. Cinética da desidratação osmótica de abacate fresco e branqueado termicamente. **Anais**. Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica 27 a 30 de julho, 2009 Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

LOPÉZ-MALO, A. Self stable high papaya minimally processed by combined methods. **Food Research International**, Oxford, v. 27, n. 4, p. 545-553, 1994.

LOVATEL, J. L.; COSTANZI, A.R.; CAPELLI, R. **Processamento de frutas e hortaliças**. Caxias do Sul: Educs, 2004.

MACHADO, A. V. et al. Modeling and simulation of the solar drying of cashew pulp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró – RN, v. 7, n. 3, p. 94-101, jul-set, 2012 Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br> 2012. Acesso em: mai 2015.

MACHADO, A. V. et al. Kinetic study of the drying of the grape Isabel for grape production it passes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal – PB, v. 10, n.1, p. 47 - 51, jan-mar, 2015. Disponível em: <http://oaji.net/articles/2015/2238-1443486574.pdf>. Acesso em: mai 2016.

MADAIL, J. C. M.; RASEIRA, M. C. B. Aspectos da produção e mercado de pêssego no Brasil. **Circular Técnica 80**, ISSN 1981-5999, versão on line. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Embrapa, Pelotas, 2008.

MADAIL, J. C. M. et. al. **Características econômicas e sociais da produção de pêssego no Rio Grande do Sul**. Sistema de Produção de Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha. EMBRAPA Uva e Vinho Sistema de Produção, 2003, ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica, Jan/2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.EMBRAPA.br/FontesHTML/Pessegueo/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/index.htm>>. Acesso em: 05 mar. 2014.

MADUREIRA, I. A. **Secagem de polpa de figo da índia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2011.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. Tese (Doutorado)- 2008. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MAXIMIANO, A. C. A. **Empreendedorismo**. São Paulo: Bibliografia Universitária Pearson, 2012.

\_\_\_\_\_. **Administração para empreendedores: fundamentos da criação e da gestão de novos negócios**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

MCKINSEY & COMPANY. **Empreendimentos Sociais Sustentáveis**. São Paulo: Petrópolis, 2001.

MENEZES, L. M. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. **Evangelista**, v. 15, n. 2, p. 176-186, 2013

MENEZES, E S. et al. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea Mart*) liofilizada. **Acta Amaz.** [online]. 2008, vol.38, n.2, pp. 311-316. ISSN 0044-5967. Disponível em; < <http://www.scielo.br/pdf/aa/v38n2/v38n2a14.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

MINH-HUE, N.; PRICE, W. E. Ayr dryng of banana: influence off experimental parameters, slab thickness, banana maturity hand harvesting season. Universidade de Wollongong. **Research Online.** 2007. Disponível em: < <http://ro.uow.edu.au/scipapers/132>>. Acesso em: 23 mar 2013.

MOHAPATRA, D.; RAO, P.S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**, v. 66, n. 4, p.513-18, 2005.

MÚJICA-PAZ, H. et al. Impregnation properties of some fruits at vacuum pressure. **Journal of Food Engineering**, v. 56, n. 4, p. 307-314, 2003.

NADI, F. et al., Numerical Simulation of Vacuum Drying by Luikov's Equations. **Drying Technology.** 2012. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/263346904\\_Numerical\\_Simulation\\_of\\_Vacuum\\_Drying\\_by\\_Luikov%27s\\_Equations](http://www.researchgate.net/publication/263346904_Numerical_Simulation_of_Vacuum_Drying_by_Luikov%27s_Equations)>. Acesso em: 16 mai. 2015.

NARDELLI, P. M. ; MACEDO, M. A. S. Análise de um projeto agroindustrial utilizando a Teoria de Opções Reais: a opção de adiamento. **Revista Econômica Social. Rural** [online]. 2011, v. 49, n .4, p. 941-966. ISSN 0103-2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032011000400006>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

NICOLETI, J. F. **Secagem de Caqui Em Condições Controladas:** Efeito Sobre a Qualidade do Produto e Consumo Energético. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

OLIVEIRA, L. F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis F. flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 254-258, 2002.

OLIVEIRA, W. P. et al. Determinação da difusividade efetiva de raiz de chicória. **Engenharia Agrícola.** [online]. 2006, v. 26, n .1, p. 181-189. ISSN 1809-4430. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100020>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

OLIVEIRA, C. F. L. et al. Sensory profile of eleven peach cultivars. *Food Science and Technology* (Campinas), vol.32, pp.70-75. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612012000100011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612012000100011&lng=es&tlng=es)>. Acesso em: em 21 de dezembro de 2015.

ORIKASA, T. et al. Impacts of hot air and vacuum drying on the quality attributes of kiwifruit slices. Contents lists available. *Journal of Food Engineering*. 2013.

PARK, K. J. et al. Secagem: fundamentos e equações. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.16, n.1, p.93-127, 2014 93. ISSN 1517-8595- 2014. Disponível em:< <http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

PARK, K. J. et al. Estudo de secagem de pêra bartlett (pyrus sp.) em fatias. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 21(3): 288-292, set.-dez. 2001.

PARK, K. J.; CORNEJO, F. E. P. Estudo do encolhimento durante a secagem. *Anais: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS*, 1987. São Paulo. Resumos. São Paulo: SCBTA, 1987. p. 13.

PONCIANO, N. J. et al. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. *Rev. Econ. Sociol. Rural* [online]. v. 42, n. 4, pp. 615-635. ISSN 0103-2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032004000400005>>. Acesso em: 3 fev. 2013.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. *Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos*. Rio Grande, 2006.

QUINTERO-RAMOS, A. et al. Optimization of low temperature blanching of frozen jalapeño pepper (*Capsicum annuum*) using response surface methodology. *Journal of Food Science*, v. 63, p. 519-522, 1998.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. *Trends in Food Science and Technology*, v. 5, n. 8, p. 255-260, 1994.

RASTOGI, N. K et al. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends in Food Science and Technology*, v.13, n.2, p.48-59, 2002.

RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: review. **Journal of Food Engineering, Oxford**, v. 49, n. 2, p. 311-319, 2001.

REIS, R. C. et al. Modelagem matemática da secagem da pimenta Cumari do Pará. **Revista brasileira engenharia. agrícola ambiental**. [online]. 2011, v.15, n. 4, p. 347-353. ISSN 1807-1929. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000400003>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

RIBEIRO, D. M. et al. Análise da variação das propriedades físicas dos grãos de soja durante o processo de secagem. **Ciência Tecnologia de Alimentos** [online]. 2005, v. 25, n. 3, p.611-617. ISSN 0101-2061. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000300035>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

RIBEIRO, T. D. **Modelos da regressão não linear da cinética de secagem de polpa de jaboticaba**. 2015. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2015.

ROCHA, M. S. **Comportamento fenológico e produtivo das cultivares de pessegueiro Chimarrita e granada em diferentes porta-enxertos, nos três primeiros anos de implantação**. 2006. Tese (Doutorado)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

RODRIGUES, M. I. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. Campinas: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor. São Paulo, 2009.

RODRIGUES, S.; FERNADES, F.A.N. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. **Journal of food engineering**, v. 80. p.678-687, 2007.

SANDMANN, A. **Modelagem matemática dos condicionantes técnicos, econômicos e financeiros de uma unidade de produção agropecuária com bovinocultura de leite**. 2009. Dissertação (Mestrado- Departamento de Física, Estatística e Matemática) UNIJUI – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

SANTOS C. T. et al. Cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 309-313, 2010.

SANTOS, I. P. **Parâmetro de qualidade de abacaxi desidratado**. 2011. Dissertação (Mestrado em em Produtos Vegetais) - Universidade Estadual de Montes Carlos, Minas Gerais, Janaúba, 2011.

SANTOS, P. E. et al. Análise de Viabilidade Econômica e Financeira de uma Agroindústria de Açúcar Mascavo e Melado, 2015. **Anais**. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/eventos/eeg/download/Mesa5/Analise\\_de\\_Viabilidade\\_Economica\\_e\\_Financeira\\_de\\_uma\\_Agroindustria\\_de\\_Acucar\\_Mascavo\\_e\\_Melado.pdf](http://www.pucrs.br/eventos/eeg/download/Mesa5/Analise_de_Viabilidade_Economica_e_Financeira_de_uma_Agroindustria_de_Acucar_Mascavo_e_Melado.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2015.

SEBRAE. Ideias de negócios para 2014. Agronegócios. **Frutas cristalizadas, secas ou desidratadas**. Disponível em: <<http://segmentos.sebrae2014.com.br/ideiasdenegocios/frutos-cristalizadas-secas-ou-desidratadas/?id=8733&t=-1>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

SENA, D. N. et al. Avaliação do perfil da preferência de consumo de frutas dos clientes de supermercados em Fortaleza. **Anais**, III Congresso Brasileiro de Processamento de Frutas e Hortaliças, Tecnologia, Sustentabilidade e Saúde. Bahia, 2013. Disponível em: <<http://www.cbpfh2013.com/>>. Acesso em: 05 jul. 2014.

SEPLAG - Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã. Disponível em: <[http://www.scp.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod\\_menu\\_filho=819&cod\\_menu=817&tipo\\_menu=ECONOMIA&cod\\_conteudo=1506#](http://www.scp.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=819&cod_menu=817&tipo_menu=ECONOMIA&cod_conteudo=1506#)>. Acesso em: 25 de abr. de 2014.

SCHWAAB, M.; PINTO, J. C. Análise de dados experimentais In: \_\_\_\_\_. **Fundamentos de Estatística e estimação de parâmetros**. Rio de Janeiro: E-papers, 2007.

SILVA, B. G. **Modelagem e simulação do processo de secagem dos frutos de aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2013. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013.

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

SILVA, V. T. et al. Avaliação da Escala de Cor da Casca do Mamão por Análise de Imagem. **Anais**. 25ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA – SBQ. 2000.

SIMAL S., et al. Simulate the drying kinetics of kiwi fruit. **Journal of Food Engineering**.

Department of Chemistry, University of Illes Balears, Ctra. Valldemossa, Palma de Mallorca, Spain, 2004. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/life-sciences/food-science>>. Acesso em 03 de jun. 2014.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Modelagem matemática da secagem de jatropha frutos: uma comparação empírica. **Revista Ciência Agronômica**. v. 44, n. 2, Fortaleza, abr./ jun. 2013.

SJÖBERG, J. et al. Non-Linear Black-Box modeling in System Identification: a Unified Overview. **Automatica**, v. 31, n. 12, 1996.

SOUSA, K. et al. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus Sativus L.*). **Revista Ciência Agronômica**. [online]. 2011, v. 42, n. 4, pp. 883-892. ISSN 1806-6690. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000400009>>. Acesso em: 3 jan. 2015.

SOUSA, P. H. M. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 414-416, 2003.

SOUZA NETO. et al. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, set./out., 2005.

SOUZA, I. F. **Análise teórica-experimental de secador solar para agricultura familiar por termografia de infravermelho e transformação integral**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica, COPPE)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SOUZA, J. L. **Hidrocolóides nas características físico-químicas e sensoriais do néctar de pêsego (*Prunus persica (L) Batsch***. Pelotas, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial)- Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009.

SOUZA, N. C. D. Queda de 30% na região. **Jornal Bom Dia**, Erechim, 28 dez. 2015. Disponível em: <<http://www.jornalbomdia.com.br/noticia/662/queda-de-30-na-regiao>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

SOUZA, P. H. M. et al. Influência da concentração fruto:xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p. 126-130,2003.

SOUZA, V. C.; OCÁCIA, G. C. Cinética da desidratação de maçã em secador. convectivo. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO

CIENTÍFICA. **Anais**. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. 2009. Disponível em: <<http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/83320231.pdf>>. Acesso em: 05 mai. de 2014.

TELIS, V. R. N. et al.. Diffusion coefficients during osmotic dehydration of tomatoes in ternary solutions. **Journal of Food Engineering**. Oxford: Elsevier B.V., v. 61, n. 2, p. 253-259, 2004. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/11449/33047>> Acesso em: 15 mar 2013.

DAMY-BENEDETTI, P. C. et al. Liofilização. **Revista Científica UNILAGO**. V.1, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013>>. Acesso em: 19 dez. 2013. ISSN2318244X.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, n. 26, p.59-68, 1993.

VAN'DENDER, A. G. F. et al. Armazenamento de gêneros e produtos alimentícios. **Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia**. São Paulo. 1983, 270p.

VANTLAND, C. M. **Industrial Drying Equipment: Selection and Application**. New York: Marcel Dekker, 1991.

VIEIRA, A. P. et al. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de desidratação e da qualidade do produto. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 50-58, jan./mar. 2012.

YADAV, B. et al. Optimization of osmotic dehydration conditions of peach slices in sucrose solution using response surface methodology. **Jounal Food Sci Technol**, 2012. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/257250156>>. Acesso em: 20 de abr. 2014.

ZAPATA, J. E. et al. **Optimization of osmotic dehydration of pineapple (Ananas comosusL.) using the response surface methodology**. Universidad Nacional de Colombia. 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180322766010>>. Acesso em: 03 set. 2013.

ZILL, D. G. **Equações diferenciais: com aplicações em modelagem**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 435 p.

ZHU, A.; SHEN, X. The model and mass transfer characteristics of convection drying of peach slices. **Journal Elsevier**. 2014. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/ijhmt](http://www.elsevier.com/locate/ijhmt)<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2014.01.001>>. Acesso em 15 mai 2014.

WEBER, E. **O estudo da transferência de calor no processo de desidratação de tijolos maciços**. 2009. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

**Variação entre tempo e massa nos diferentes processos de desidratação dos cultivares *Chimarrita* e *Eragil*.**

**Tabela 29-**Medida de massa e tempo CE

<b>Tempo(min)</b>	<b>Massa(g)</b>
0	1000
30	590
70	370
130	228
220	190
290	150
305	145
320	140
336	130

**Tabela 30-**Medida de massa e tempo EE

<b>Tempo(min)</b>	<b>Massa(g)</b>
0	1000
30	650
70	393
130	250
190	200
250	170
310	162
370	155
420	129

**Tabela 31-**Medida de massa e tempo CDO

<b>Tempo(min)</b>	<b>Massa(g)</b>
0	1000
120 <sup>11</sup>	734
60	400
120	300
160	282
240	271
300	260
360	248
420	237

<sup>11</sup> Final da desidratação osmótica

**Tabela 32-**Medida de massa e tempo EDO

<b>Tempo(min)</b>	<b>Massa(g)</b>
0	1000
120 <sup>12</sup>	755
60	400
120	310
180	300
240	380
300	250
330	245
360	245

**Tabela 33-**Medida de massa e tempo CL

<b>Tempo(h)</b>	<b>Massa(g)</b>
0	1000
9	670
19	420
30	300
46	200
65	119

**Tabela 34-**Medida de massa e tempo EL

<b>Tempo(h)</b>	<b>Massa(g)</b>
0	1000
12	837
24	500
36	420
48	337
69	191
70	160
72	129

<sup>12</sup> Final da desidratação osmótica

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO ANÔNIMO DE ANÁLISE SENSORIAL

### Questionário Anônimo de Análise Sensorial

#### Informações para o(a) participante voluntário(a):

Você está convidado(a) a responder este questionário anônimo que faz parte da coleta de dados da pesquisa: Modelagem matemática e simulação para desidratação de pêssego, e viabilidade econômica na instalação de uma Agroindústria, sob execução do(a) aluno(a) Marlova Elizabete Balke sob responsabilidade do(a) pesquisador(a) Prof. Monica Beatriz Alvarado Soares e Juliana Steffens. Caso você concorde em participar da pesquisa, leia com atenção os seguintes pontos: a) você é livre para, a qualquer momento, recusar-se a responder às perguntas que lhe ocasionem constrangimento de qualquer natureza; b) você pode deixar de participar da pesquisa e não precisa apresentar justificativas para isso; c) sua identidade será mantida em sigilo; d) caso você queira, poderá ser informado(a) de todos os resultados obtidos com a pesquisa, independentemente do fato de mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Esse Projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética da URI – Campus de Erechim (Fone: (54) 3520-9000. r. 9191)

## Avaliação Sensorial de pêssegos desidratados

Idade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

1- Você está recebendo 3 amostras codificadas de pêssegos desidratados ,use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

- 9 – gostei muitíssimo  
 8 – gostei muito  
 7 – gostei moderadamente  
 6 – gostei ligeiramente  
 5 – nem gostei / nem desgostei  
 4 – desgostei ligeiramente  
 3 – desgostei moderadamente  
 2 – desgostei muito  
 1 – desgostei muitíssimo

Amostra/ código	Pontuação

Comentário \_\_\_\_\_

2- Indique sua opinião com base na escala abaixo. Se você encontrasse este produto à venda você:

- 5-certamente compraria  
 4- possivelmente compraria  
 3- talvez comprasse/talvez não comprasse  
 2- possivelmente não compraria  
 1-Certamente não compraria

Amostra/ código	Pontuação

## APÊNDICE C

### Análise empreendedora

**Tabela 35-**Imóveis e automóvel

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total anual
Aluguel	1	1000,00	12400,00
Automóvel	1	25.400,00	24.500,00

Fonte: Autora.

**Tabela 36-** Equipamentos necessários ao empreendimento

Descrição	Quantidade	Valor unitário R\$	Valor total
Fogão industrial	1	500,00	500,00
Botijão de gás 45 litros	1	100,00	100,00
Refrigerador	1	1350,00	1350,00
Câmera fria	1	1.500,00	1.500,00
Estufa circulação de ar	1	4.800,00	4.800,00
Termômetro	4	50,00	200,00
Balança	1	500,00	500,00
Embaladora a vácuo	1	425,00	425,00
Total			9.375,00

Fonte: Autora.

**Tabela 37-**Móveis e utensílios necessários ao empreendimento

Descrição	Quantidade	Valor unitário R\$	Valor total
Colheres e espátulas	16	15,00	240,00
Caixas para acondicionamento	10	20,00	200,00
Mesa Bancada inox com pia	1	2.000,00	2.000,00
Vasilhames diversos	-	300,00	300,00
Mesa escritório com gaveteiro	1	300,00	300,00
Cadeiras	4	60,00	260,00
Poltrona para cliente	1	170,00	170,00
Telefone	1	27,00	27,00
Arquivos de aço	1	245,00	245,00
Prateleiras	2	80,00	160,00
Artigos para decoração do ambiente- verba	1	200,00	200,00
Total			4.102,00

Fonte: Autora

**Tabela 38-**Computador e impressora

Nº	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
1	Computador e impressora	1	1500,00	1500,00

Fonte: Autora

**Tabela 39-**Estoque inicial necessário ao empreendimento

Descrição	Quantidade	Valor unitário R\$	Valor total
Rótulos- milheiro	3	150,00	450,00
Caixas de papelão	500	1,80	900,00
Frutas por quilo	150	2,00	300,00
Embalagens polietileno a vácuo- milheiros	3	160,00	480,00
Material de limpeza- verba <sup>13</sup>	1	200,00	200,00
Cartão de visita- resma	1	22,00	22,00
Folder- milheiro	1	60,00	60,00
Combustível- litros	93	3,00	280,00
Água, luz, internet- verba	1	200,00	200,00
Açúcar (Kg)	300	1,49	447,00
Total			3.339,00

Fonte: Autora.

**Tabela 40-**Cálculo do prazo médio de vendas

Prazo médio de vendas	(%)	Número de dias	Média Ponderada em Dias
À vista	20	0	0
A prazo (Cheque pré)	80	30	24
Prazo médio total			24

Fonte: Autora.

**Tabela 41-**Cálculo do prazo médio de compras

Prazo médio de vendas	(%)	Número de dias	Média Ponderada em dias
À vista -gás	6	0	0
A prazo - Frutas	25	21	5,25
Embalagem	40	30	12
Rótulo e caixas	23	15	3,45
Diversos	6	30	1,80
Prazo médio total			23

Fonte: Autora

**Tabela 42-**Cálculo de necessidade média de estoque

Recursos da empresa	Número de dias
1 Contas a Receber	24
2 Estoques – necessidade média de estoques	4
Subtotal Recursos fora do caixa	28
Recursos de Terceiros no caixa da empresa	
3 Fornecedores – prazo médio de compras	23
Subtotal Recursos de terceiros no caixa	23
Necessidade Líquida de Capital de Giro em dias	5

Fonte: Autora.

<sup>13</sup> Verba: valor deixado como recurso para gastos não previstos.

**Tabela 43-Custos operacionais**

<b>Descrição</b>	<b>Valor R\$</b>
1 Despesas de Legalização	2.000,00
2 Obras civis e/ou reformas	5.000,00
3 Divulgação	200,00
4 Consultoria R\$	1.000,00
Total	8.200,00

Fonte: Autora.

**Tabela 44-Faturamento Mensal: estimativa de vendas**

<b>Nº</b>	<b>Produto/ Serviço</b>	<b>Quantidade (Embalagens com 100g)</b>	<b>Preço de Venda Unitário (em R\$)</b>	<b>Faturamento Total (em R\$)</b>
1	Pêssego DO <i>Chimarrita</i>	590	16,00	9.440,00
2	Pêssego DO <i>Eragil</i>	910	16,60	14.566,00
Total				24.000,00

Fonte: Autora.

**Tabela 45-Custos de comercialização**

<b>Descrição</b>	<b>(%)</b>	<b>Faturamento Estimado</b>	<b>Custo Total R\$</b>
Simples (Imposto Federal)	5,97	24.000,00	1.432,80
Comissões (Gastos com Vendas)	0	24.000,00	0
Propaganda (Gastos com Vendas)	0	24.000,00	0
Gastos com Vendas(outros)	1	24.000,00	240,00
Total			1.672,80

Fonte: Autora.

**Tabela 46-Funcionários e qualificação**

<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Qualificação</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Nº de pessoas</b>	<b>Quem</b>
Gestor	Engenheiro de Alimentos	Graduação	1	Dono da empresa
Produção	Técnico em Alimentos	Ensino Médio	2	Empregado
Motorista	CRH	Ensino Médio	1	Empregado

Fonte: Autora

Logo, baseado nesses dados, os gastos com pessoal, os quais se efetuam com o somatório dos salários com 8% de encargos sociais, para cada funcionário, esses são demonstrados na Tabela 47.



## APÊNDICE D

### Relação de trabalhos apresentados e submetidos

**BALKE, M. E.;** SOARES, M. A.; STEFFENS, J. . Secagem osmótica de alimentos utilizando planejamento: uma revisão. In: 18 SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 14 ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2013, Erechim. Secagem osmótica de alimentos utilizando planejamento: uma revisão, 2013.

**BALKE, M. E.;** STEFFENS, J.; SOARES. A. M. Estudo das metodologias experimentais aplicadas em trabalhos de pós -graduação para a secagem osmótica dos alimentos. In: XIX SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XVII SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, XI SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E IV MOSTRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2013, ERECHIM. XIX SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XVII SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, XI SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E IV MOSTRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Erechim, 2013.

**BALKE, M. E.;** STEFFENS, J.; SOARES.. A. M. Desidratação de pêssego das variedades Eragil e Chimarrita. In: 19 SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E 15 ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, URI, Erechim,2014.

**BALKE, M. E.;** et al. Estudo das Diferentes Técnicas de Secagem. In: SEMANA ACADÊMICA ENG<sup>a</sup> ALIMENTOS, 2014, ERECHIM. Estudo das Diferentes Técnicas de Secagem, 2014.

**BALKE, M. E.;** et al. Diferentes Técnicas de Secagem de Frutas. In: JEPEX IFRS, 2014, Erechim. 2014.

**BALKE, M. E.** et al. Avaliação sensorial de pêssegos obtidos por diferentes métodos de secagem. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2014, Florianópolis. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014.

**BALKE, M. E.;** STEFFENS, J.; SOARES. A. M.; SOARES, A. B. J. Estudo Visa Comprovar Método que Amplia a Conservação do Pêssego. *Jornal Bom Dia*, 2015.

**BALKE, M. E.** STEFFENS, J. ; SOARES. A. M.; SOARES, A. B. J. Análise econômica da desidratação de pêssego. In: XIII ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2015, Curitiba. XIII ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2015.

**BALKE, M. E.;** et al. Alimentação saudável desenvolvimento local e segurança alimentar. In: JEPEX IFRS, 2015, Erechim. 2015.

**BALKE, M. E.;** et al. “Alimentação escolar: desenvolvimento local e segurança alimentar. In: SEMEX IFRS, 2015, Erechim. 2015.

Submissão de artigo

Marlova Elizabete Balke (1) , Alexandre de Jesus Soares (2) , Mónica Alvarado Soares ( 3)  
Juliana Steffens (3). **Evaluation of peaches characteristics of chimarrita and eragil cultivars by diferente drying process.**

## **ANEXOS**

## ANEXO A

## Quadro referencial para determinação da cor segundo IAL

Quadro 2 – Atributos de aparência, textura e cor comuns a produtos alimentícios

Aparência / Textura			Cor*	
Abaulada	Derretida	Manchada	Acromática	Marrom-avermelhado
Aderente	Dessecada	Massa	Alaranjada	Marrom-acinzentado
Adsorvida	Desintegrada	Maturada	Alaranjado-claro	Marrom-claro
Afilada	Depositada	Mofada	Alaranjado-escuro	Marrom-escuro
Aglomerada	Dura	Moída	Amarela	Marrom-esverdeado
Alongada	Efervescente	Mole	Amarelo-alaranjado	Rosada
Amanteigada	Elástica	Oleosa	Amarelo-âmbar	Rósea
Amassada	Embolorada	Ondulada	Amarelo-claro	Róseo-avermelhado
Amolecida	Entremeada	Pasta	Amarelo-cinzeno	Róseo-claro
Aquosa	Esfarelenta	Pastilha	Amarelo-escuro	Róseo-escuro
Áspera	Esférica	Pastosa	Amarelo-esverdeado	Róseo-purpúreo
Avariada	Esmigalhada	Pegajosa	Amarelo-fosco	Róseo-violáceo
Bastão	Espessa	Película	Amarelo-ouro	Ocre
Bastonete	Espumante	Pó	Amarelo-pálido	Parda
Barra	Exsudato	Porosa	Amarelo-palha	Pardacenta
Borbulhante	Fatiada	Polpa	Amarelo-pardacento	Perolada
Borrachenta	Fermentada	Precipitada	Amarelo-torrado	Prateada
Brilhosa	Fibrosa	Prensada	Âmbar	Preta
Butirosa	Filete	Pulverulenta	Âmbar-escuro	Roxa
Calcinada	Fina	Quebradiça	Argentada	Verde
Caldo	Firme	Rachada	Azul	Verde-abacate
Caramelada	Floco	Rala	Azul-celeste	Verde-acinzentado
Coagulada	Floculosa	Recheada	Azul-claro	Verde-amarelado
Cobertura	Fluido	Recheio	Azul-escuro	Verde-azulado
Cominuída	Fresca	Repicada	Azul-esverdeada	Verde-bandeira
Compacta	Friável	Resíduo	Azul-marinho	Verde-claro
Comprimida	Fundida	Ressecada	Azul-piscina	Verde-escuro
Com cortes	Gasosa	Resistente	Azul-turquesa	Verde-esmeralda
Com depósito	Gaseificada	Retalhada	Bege	Verde-folha
Com fragmentos	Gelatinosa	Rija	Branca	Verde-garrafa
Com furos	Gomosa	Rodela	Branco-de-giz	Verde-mar
Com partículas	Gordurosa	Seca	Branco-amarelado	Verde-musgo
Com polpa	Grão	Sedimentada	Branco-marfim	Verde-oliva
Com precipitado	Granulada	Semidura	Branco-pérola	Verde-piscina
Com riscas	Granulosa	Semente	Branco-sujo	Vermelha
Congelada	Grossa	Sólida	Brilhante	Vermelho-alaranjado
Consistente	Grumosa	Solta	Brilho-metálico	Vermelho-arroxeadado
Cozida	Grudenta	Suculenta	Castanha	Vermelho-cereja
Creme	Heterogênea	Tenra	Cinza	Vermelho-pardacento
Cremosa	Homogênea	Translúcida	Cinzenta	Vermelho-rosado
Cristal	Íntegra	Transparente	Cor opaca	Vermelho-rubro
Cristalino	Irregular	Tolete	Cor uniforme	Vermelho-violáceo
Cristalizada	Lâmina	Turva	Cor pálida	Vinho
Crocante	Limo	Uniforme	Creme	Violeta
Crosta	Limosa	Úmida	Dourada	Violeta-avermelhado
Crua	Líquida	Untuosa	Incolor	Violeta-azulado
Drágea	Límpida	Viscosa	Marrom	Violeta-claro
Deformada	Macia	Xarope	Marrom-amarelado	Violeta-escuro

Fonte: Instituto Adolfo Lutz (Baseado em MELO, 1946).

**ANEXO B****Aprovação Comitê Ética**

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO DO URUGUAI E DAS MISSÕES

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**Pesquisador:** CAAE: MARLOVA ELIZABETE BALKE

**Título da Pesquisa:** Modelagem Matemática: desidratação de diferentes processos de pêssego

**Instituição Proponente:** Universidade Reg. Int. do Alto do Uruguai e das Missões - URI - Campus

**Versão:** 2

35522014.3.0000.5351

**Área Temática:**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Número do Parecer:** 835.799

**Data da Relatoria:** 27/10/2014

**Apresentação do Projeto:**

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**E-mail:** eticacomite@uri.com.br

**Endereço:** Av. Sete de Setembro,1621,prédio 12, sala 12.31.1

**Bairro:** Centro

**CEP:** 99.700-000

**Telefone:** (54)3520-9000

**UF:** RS **Município:** ERECHIM

**Fax:** (54)3520-9090

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:** O Projeto apresenta todos os termos de apresentação obrigatórios.

**Recomendações:** O pesquisador atendeu a todas as pendências.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:** Assim sendo, o projeto está aprovado.

**Situação do Parecer:** Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:** Não

**Considerações Finais a critério do CEP:** O Projeto está apto a ser executado.

Ao término do projeto, o relatório deverá ser inserido na Plataforma Brasil.

ERECHIM, 17 de Outubro de 2014

**CLAODOMIR ANTONIO MARTINAZZO (Coordenador)**