

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**SECAGEM DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)  
PARA CONSERVA: ESTUDO DE PARÂMETROS COM  
BASE NA QUALIDADE FINAL**

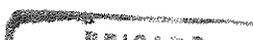
**GISELE ANNE CAMARGO**  
- Engenheira Agrônoma -

**Profa. Dra. MARLENE RITA DE QUEIROZ**

- Orientadora -

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de concentração- Tecnologia Pós- Colheita.

Campinas – Estado de São Paulo  
Setembro - 2000



**UNICAMP**  
BIBLIOTECA CENTRAL

00118944

## **BANCA EXAMANADORA**

**Profa. Dra. Marlene Rita de Queiroz  
(Orientadora)**

---

**Prof. Dr. Sylvio Luís Honório  
(Membro)**

**Dra Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa  
(Membro)**

Campinas, 18 de setembro de 2000.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

C14s            Camargp, Gisele Anne  
                  Secagem de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)  
para conserva: estudo de parâmetros com base na  
qualidade final / Gisele Anne Camargo. --Campinas, SP:  
[s.n.], 2000.

                  Orientadora: Marlene Rita de Queiroz  
                  Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

                  1. Tomate - Secagem. 2. Tomate - Qualidade. I.  
Queiroz, Marlene Rita de. II. Universidade Estadual de  
Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.  
Título.

---

*Aos meus pais, Oscar e Oliverta,*

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

À minha amada mãe por tudo, pelos exemplos, pelo amor e por conseguir sempre com que eu siga em frente.

Ao meu amado pai pelo seu amor, esforço, apoio e dedicação.

Às minhas irmãs, Andréa e Kika, de sangue, coração e alma, sem palavras.

Aos meus sobrinhos queridos: Oscar Neto, Gabriel e a pequena Vitória por me alegrarem tanto.

Aos cunhados, Chico e Edison, pela confiança e apoio.

Enfim, FAMÍLIA, muito obrigado.

---

Ao Ricardo, que em pouco tempo conseguiu ajudar-me tanto, especialmente me fazendo sorrir, pelo companheirismo, insônias, além de consultoria em informática, transporte de tomates, etc e etc. –“Obrigadão”.

À minha mais recente irmã, Fúlvia, que juntas começamos e encerramos esta etapa: Valeu muito!

Às amigas Lule e Mayna, pelo carinho, risadas, baladas, grande ajuda com meus tomatinhos e tudo mais. “- Que bom ter vocês por perto”.

Aos amigos, que de alguma forma colaboraram, especialmente com amizade: Laurent, Maria, Flaviola, Abinhas, Jefferson, Brod, Érica, Mariângela, Ana Carolina e Ruy.

A Profa. Dra. Marlene Rita de Queiroz, pela grande confiança, aprendizado e longas conversas.

À Vânia, pelo carinho e por resolver “minhas dificuldades burocráticas”.

À D. Laura, pela eterna boa vontade.

Aos técnicos: Rosália, Chico (FEAGRI), Nice, Rosa, Chico (Depan-FEA), pela atenção e tempo dispensados.

Ao Sr. Oswaldo (Seiko & Higa – Ceasa).

À Niurka, pela orientação, grande paciência e boa vontade na fase final deste trabalho.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, sem a qual não seria possível este trabalho.

A todos vocês e acima de tudo à uma Força Superior que nos acompanha, meu profundo agradecimento.

# SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS .....	ii
SUMÁRIO .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	viii
RESUMO .....	x
ABSTRACT.....	xi
<b>I. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Matéria prima .....	5
2.1.1. Aspectos econômicos.....	5
2.1.2. Caracterização da matéria-prima.....	7
2.1.3. Classificação.....	8
2.1.4. Amadurecimento do tomate .....	13
2.2. Composição química .....	14
2.3. Fundamentos da secagem.....	16
2.4. Faixa de temperatura de secagem para produtos perecíveis.....	20
2.5. Teor de umidade final.....	21
2.6. Secagem de tomate.....	21
2.7. Parâmetros de qualidade.....	24
<b>III. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Matéria prima .....	26
3.1.1. Preparo das amostras .....	27
3.2. Análises químicas.....	28
3.2.1. Sólidos totais.....	28
3.2.2. Sólidos solúveis.....	29
3.2.3. Acidez total.....	29
3.3. Preparo da matéria-prima para os testes de secagem.....	30

3.4. Secagem.....	31
3.5. Preparo das amostras para a análise de qualidade.....	33
3.6. Avaliação instrumental de cor.....	35
3.7. Análise instrumental de textura.....	35
3.8. Análise Sensorial: Testes de aceitação.....	36
3.8.1. Teste Afetivo: Avaliação de aparência.....	36
3.8.2. Teste afetivo de aceitação e intenção de compra.....	37
<b>IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
4.1. Análises químicas das variedades de mesa.....	40
4.2. Análises químicas das variedades industriais.....	41
4.3. Construção das cinéticas experimentais de secagem do tomate.....	43
4.3.1. Variedade Débora Plus.....	43
4.3.2. Variedade Rio Grande.....	43
4.3.3. Efeito da variedade e da temperatura.....	49
4.4. Análise dos resultados das medidas instrumentais.....	52
4.4.1. Cor.....	52
4.4.2. Textura.....	54
4.5. Avaliação Sensorial.....	58
4.5.1. Avaliação Sensorial da aparência final do produto.....	58
4.5.2. Teste de aceitação e Intenção de compra.....	61
<b>V. CONCLUSÕES .....</b>	<b>67</b>
5.1. Análises químicas das variedades.....	65
5.2. Secagem.....	65
5.3. Qualidade final do produto.....	66
5.3.1. Medidas instrumentais.....	66
5.3.2. Avaliação Sensorial.....	66
<b>VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Classificação do tomate quanto aos grupos, cores e calibres	08
<b>Figura 2.</b> Variedades de tomate.	10
<b>Figura 3.</b> Seção transversal do tomate.	12
<b>Figura 4.</b> Partes do tecido celular do tomate	12
<b>Figura 5.</b> Variação de umidade do material de secagem.	18
<b>Figura 6.</b> Câmara de secagem e plenum: (1) entrada de ar, (2) difusor, (3) plenum, (4) tela, (5) câmara de secagem, (6) bandeja suspensa, (7) balança, (8) tomadas de temperatura de ar, (9) redução cônica, (10) saída de ar.	31
<b>Figura 7.</b> Representação gráfica da cor, parâmetros $L$ , $a$ e $b$ .	35
<b>Figura 8.</b> Ficha de avaliação da aparência das amostras de tomate seco	38
<b>Figura 9.</b> Ficha utilizada no teste de aceitação e intenção de compra:	39
<b>Figura 10.</b> Cinética experimental de secagem de tomate da variedade de mesa Debora Plus a 60° C.	44
<b>Figura 11.</b> Taxas de secagem de tomate da variedade de mesa Debora Plus a 60 °C.	44
<b>Figura 12.</b> Cinética experimental de secagem de tomate da variedade de mesa Debora Plus a 70° C.	47
<b>Figura 13.</b> Taxas de secagem de tomate da variedade de mesa Debora Plus a 70 °C.	46
<b>Figura 14.</b> Cinética experimental de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 60° C.	47
<b>Figura 15.</b> Taxas de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 60° C.	47
<b>Figura 16.</b> Cinética experimental de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 70° C.	48
<b>Figura 17.</b> Taxas de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 70° C.	49

<b>Figura 18.</b> Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades, para o tratamento em quatro partes sem semente.	50
<b>Figura 19.</b> Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades, para o tratamento em quatro partes com semente.	50
<b>Figura 20.</b> Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades para o tratamento corte pela metade sem semente.	51
<b>Figura 21.</b> Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades para o tratamento corte pela metade com semente.	51
<b>Figura 22.</b> Superfície de resposta obtida na avaliação da medida instrumental cor, parâmetro <i>L</i> , para as amostras de tomate seco.	54
<b>Figura 23.</b> Efeito das variáveis independentes sobre a dureza das amostras de tomate seco.	55
<b>Figura 24.</b> Superfície de resposta obtida na avaliação da medida instrumental Dureza para as amostras de tomate seco.	56
<b>Figura 25.</b> Superfície de resposta obtida na avaliação da medida instrumental Mastigabilidade para as amostras de tomate seco.	58
<b>Figura 26.</b> Frequência das notas obtidas no teste de aceitação das amostras de tomate seco.	63
<b>Figura 27.</b> Frequência das notas obtidas na intenção de compra das amostras de tomate seco.	64

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Dados de Estimativas das Safras Agrícolas de tomate envarado e rasteiro do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1997/98, 3º Levantamento, Fevereiro de 1998.	05
<b>Tabela 2.</b> Dados de Estimativas das Safras Agrícolas de tomate envarado e rasteiro por Escritório de Desenvolvimento Rural, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1997/98, 4º Levantamento, Abril de 1998.	06
<b>Tabela 3.</b> Tomate para Indústria: Tipos, Exigências, Tolerâncias e Prêmio ou Desconto.	09
<b>Tabela 4.</b> Descrição de variedades de tomate.	11
<b>Tabela 5.</b> Composição química do tomate.	15
<b>Tabela 6.</b> Definições das características da textura.	25
<b>Tabela 7.</b> Definição dos tratamentos realizados para avaliação da qualidade do tomate seco	34
<b>Tabela 8.</b> Teor de sólidos totais, acidez total, sólidos solúveis e índice [Brix/Acidez total] de três variedades de tomate de mesa	41
<b>Tabela 9.</b> Teor de sólidos totais, acidez total, sólidos solúveis e índice [Brix/Acidez total] de três variedades de tomate industrial	42
<b>Tabela 10.</b> Média da medida instrumental de cor de acordo com o tratamento.	52
<b>Tabela 11.</b> Análise de variância para cor, parâmetro <i>L</i> das amostras de tomate seco.	53
<b>Tabela 12.</b> Média da medida instrumental de textura das 16 amostras de tomate seco:	55
<b>Tabela 13.</b> Análise de variância para propriedade mastigabilidade das amostras de tomate seco.	57
<b>Tabela 14.</b> Resultados do teste afetivo de aparência feito por 35 provadores, considerando quatro atributos visuais e uma escala de cinco pontos.	59

**Tabela 15.** Resultados do teste afetivo de aceitação e intenção de compra, feito por 35 provadores, considerando quatro uma escala de nove pontos. 61

**Tabela 16.** Observações feitas pelos provadores em relação aos quatro produtos apresentados para a análise sensorial de tomate seco em conserva, no teste de aceitação: 62

---

## RESUMO

O tomate seco tem apresentado crescente aplicação na culinária brasileira, principalmente, como ingrediente de massas, pizzas e também no consumo imediato. Com a finalidade de estudar a influência de parâmetros de secagem sobre a eficiência do processo e sobre a qualidade do produto final, foi desenvolvida uma pesquisa utilizando tomates de duas variedades: uma variedade industrial (Rio Grande) e outra de tomate de mesa (Debora Plus). Cada uma das variedades foi analisada quanto ao conteúdo de sólidos totais, sólidos solúveis (°Brix) e acidez total. Testes de secagem foram conduzidos à temperatura de 60°C, variando-se os parâmetros: variedade; geometria de corte do fruto (pedaços de 1/2 e ¼); teor de umidade final (25 e 35%) e presença de sementes. Os produtos resultantes foram submetidos a teste sensorial afetivo de degustação, aparência e características globais realizado por equipe de provadores, constituída de 35 consumidores potenciais do produto. Medidas instrumentais de cor e textura foram também realizadas nos pedaços de tomate seco. As cinéticas experimentais de secagem às temperaturas de 60 e 70 °C para as duas variedades foram construídas, também considerando os parâmetros anteriores, exceto o teor de umidade final. Os resultados do processo de secagem demonstraram que o tratamento que apresentou menor tempo de secagem foi o corte em quatro partes sem semente para as duas variedades. A ausência de sementes e a menor geometria nas amostras permitiram maior taxa de secagem inicial do produto, porém a presença de sementes reduziu o efeito do aumento da temperatura de secagem. Quanto aos resultados de medida de textura, foi possível observar que a mastigabilidade é influenciada pela variedade e pela presença de sementes. A variedade Débora Plus apresentou maior dureza. No teste de aceitação e intenção de compra, a melhor amostra foi "Rio Grande, corte ao meio, com sementes e umidade final de 35%". A variedade Rio grande também apresentou melhor sabor geral do que a variedade Débora Plus. Os consumidores preferiram amostras com o teor de umidade final de 35%.

## ABSTRACT

Título: Drying of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) for preserves: study of parameters based in the final quality.

Preserves made from dried tomatoes has presented increasing acceptance in the Brazilian cookery, mainly, as ingredient of sauces, pizzas and also as snack foods. A research was developed for studying the influence of some parameters on the drying process efficiency and on the product final quality. It was used tomato from two varieties: an industrial variety (Rio Grande) and a salad variety (Debora Plus). Each variety was analysed by total and soluble (°Brix) solid contents and total acidity. Sixteen treatments were performed by changing the following parameters: variety; fruit geometry (pieces of 1/2 and 1/4); final moisture content (25 and 35%) and the presence of seeds in the pieces. The drying process was conducted at 60°C temperature. The resulting products were submitted to affective sensorial test of tasting, appearance and global characteristics by a team of fitting room, constituted by 35 potential consumers of dried tomato preserves. Instrumental measures of color and texture were also done. Experimental drying kinetics at 60 and 70°C temperatures for both varieties were built, considering also the previous parameters, except the final moisture content. The results of the drying process showed that the treatment described as "1/4 without seeds pieces" presented the smallest drying time for the two varieties. Also, the presence of seeds in the pieces reduced the effect of increasing the air temperature on the drying efficiency. The results of the texture measurements showed that the sample chewiness was affected by the variety and the presence of seeds. The variety Debora Plus presented the highest hardness. By analysing the results of the consumers acceptance and purchase intention tests, it was observed that the consumers preferred dried tomatoes at 35% than those at 25% moisture content. Also, consumer showed better acceptance to dried tomato from the Rio Grande industrial variety than the Debora Plus variety. On the other hand, the presence of seeds in the pieces of the dried fruit did not reveal influence on the consumer's preference.

**CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tem sua origem provavelmente na Região Andina, parte ocidental da América do Sul, e da América Central (FILGUEIRA, 1982).

O tomate ocupa um lugar proeminente entre as hortaliças cultivadas no que se refere ao consumo “in natura” e, principalmente, industrializado, sendo por isso considerado de produção e utilização universal.

Segundo dados do IBGE (1999), o Brasil possui área plantada de 65.589 ha, com produção de 3.142.855 toneladas. O maior produtor brasileiro é o Estado de São Paulo, responsável por 24% da produção nacional. Em segundo lugar está o Estado de Goiás, seguido por Minas Gerais.

O Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária (1993) divulgou, em relatório preliminar às safras de 1991 e 1992, que a média de perdas para a cultura do tomate foi de 40,5% da produção. Dados levantados em 1983 pela Academia Nacional de Ciências (National Academy of Science) de Washington e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), indicam a extensão de perdas de frutas e hortaliças em alguns países em desenvolvimento, os quais demonstram que o tomate pode ter perda estimada de 20 a 50%.

Existe uma controvérsia com relação aos dados de estimativas de perdas, atribuída à dificuldade de identificação e quantificação das mesmas, bem como aos métodos utilizados. São muitas as etapas intermediárias entre a colheita do produto agrícola e sua transformação em alimento disponível para consumo. As perdas variam significativamente nas diferentes etapas e são uma função da safra, variedade, doenças, clima, sistema de colheita, processamento, manuseio e comercialização (CHITARRA e CHITARRA, 1990). A conservação pós-colheita do alimento é, portanto, um importante fator de contribuição para aumentar o suprimento de alimentos, assim como evitar desperdício, no caso de excesso de produção, além de agregar valor aos produtos agrícolas.

Operações de desidratação ou secagem são importantes nas indústrias químicas e de alimentos, como também no armazenamento de grãos e outros produtos biológicos. Durante a secagem de produtos biológicos ocorrem variações nas suas características físicas, químicas e biológicas, que, dependendo da intensidade do efeito, causam sua perda ou inutilidade para uma determinada função (alimentícia ou germinativa). Assim sendo, é importante o conhecimento dos efeitos da secagem sobre as propriedades químicas e biológicas do produto, principalmente em alimentos.

A secagem de produtos perecíveis com altos teores de umidade inicial, apresenta diversas vantagens, tais como: manutenção dos constituintes minerais; inibição da ação de microorganismos; redução dos custos de transporte, manuseio e estocagem e alternativa para solução dos problemas de desperdício, descarte e poluição. Além disso, os produtos secos utilizam forma de embalagem mais econômica e disponível e oferecem opção para refeições leves e rápidas (WOODROOF e LUH, 1975).

O tomate, através de processamento adequado, pode dar origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil. Assim pode-se obter, do tomate inteiro, o tomate despelado, em cortes, o tomate seco. Do triturado, com diferentes graus de intensidade, pode-se obter o suco, purê, polpa concentrada, extrato, catchup (ou ketchup, ou catsup), molhos culinários diversos, inclusive tomate em pó.

A secagem de produtos perecíveis com altos teores de umidade inicial apresenta diversas vantagens, tais como: manutenção dos constituintes minerais; inibição da ação de microorganismos; redução dos custos de transporte, manuseio e estocagem e alternativa para solução dos problemas de desperdício, descarte e poluição. Além disso, os produtos secos utilizam forma de embalagem mais econômica e disponível e oferecem opção para refeições leves e rápidas (WOODROOF e LUH, 1975).

O tomate seco chegou ao mercado brasileiro, vindo de outros países, particularmente Espanha e Itália e de algumas recentes produções nacionais em nível doméstico. No Brasil, é recente o interesse das pesquisas nacionais na investigação do tomate como matéria-prima para o processo de secagem. Em consequência não se encontram disponíveis recomendações/orientações sobre os parâmetros adequados do processo. Por exemplo, não se conhece a variedade mais recomendada, a temperatura adequada de secagem, o tipo de corte indicado para o fruto, o teor de umidade final, dentre outros.

Este trabalho tem o propósito de prestar contribuição ao aprimoramento do processo de secagem com vistas a melhoria da qualidade do produto final, mediante a investigação de parâmetros importantes no processo de secagem de tomate, tais como: variedade de tomate, temperatura de secagem, tipo de corte do fruto, presença de semente e teor de umidade final.

---

## ***CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA***

Optou-se por realizar um levantamento bibliográfico que fundamentasse os objetivos do trabalho, direcionados a aspectos da matéria-prima, do processo de secagem propriamente dito e do estado da arte da secagem de frutas e vegetais.

No subitem Matéria-Prima procurou-se abordar os aspectos econômicos, de caracterização biológica, agrônômica, química e física. Também são reportadas as reações metabólicas e alterações de diferentes naturezas que afetam a qualidade do fruto após a colheita e conseqüentemente no processo de secagem. Poucos dados constam na literatura a esse respeito, principalmente quando se busca correlacioná-los com a variedade do tomate, se industrial ou de mesa.

Outro subitem, Fundamentos da Secagem, reporta conceitos e fundamentos do processo de secagem que servirão para a análise da cinética de secagem.

Também foram considerados na revisão bibliográfica, parâmetros como, faixa de temperatura de secagem, vazão de ar, geometria do produto e outros, que podem servir de referência para o estudo da aptidão de novas matérias-primas para a secagem, particularmente do tomate.

Além disso, são apresentados resultados de literatura que subsidiam a escolha das variáveis propostas como objetos de estudo nesta pesquisa.

Finalmente, no subitem Parâmetros de Qualidade procurou-se abordar os conceitos, definições e métodos de avaliação dos principais parâmetros utilizados para avaliação da qualidade do tomate seco.

### 2.1. Matéria-prima

O mercado paulista apresenta uma predominância de algumas variedades, especialmente para tomates de mesa, segundo levantamento feito junto a Instituições como CATI, IAC e cooperativas. Com relação ao tomate de mesa, predominam no mercado especialmente três variedades que são: Carmem, Santa Clara e Debora Plus. Quanto ao tomate industrial, observa-se um número maior de variedades, pois cada processadora tem sua preferência.

#### 2.1.1. Aspectos Econômicos

A Tabela 1 apresenta os dados das safras agrícolas de tomate para o Estado de São Paulo, ano agrícola 1997/98, mostrando a área e produção para dois sistemas de cultivo: envarado (ou tomates de mesa, em geral), e tomate rasteiro (ou industriais). A Tabela 2 mostra os municípios do Estado de São Paulo que cultivam o tomate, de acordo com os referidos sistemas de cultivo.

Tabela 1. Dados de Estimativas das Safras Agrícolas de tomate envarado e rasteiro do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1997/98

Produção	Área (1000ha)	Produção (1000t)
	3º levantamento	3º levantamento
Tomate envarado	10,28	575,03
Tomate rasteiro	3,98	196,55

Fonte: PINO, 1997.

**CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Tabela 2. Dados de Estimativas das Safras Agrícolas de tomate envarado e rasteiro por Escritório de Desenvolvimento Rural, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1997/98

Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR)	Tomate Envarado		Tomate Rasteiro	
	Área (ha)	Produção (cx. 25 kg)	Área (ha)	Produção (cx.25 kg)
Andradina	1	1.300	-	-
Araçatuba	11	20.200	1.026	48.002
Araraquara	38	103.000	-	-
Assis	30	74.000	-	-
Avaré	39	76.470	-	-
Barretos	-	-	409	24.522
Bauru	15	26.900	-	-
Botucatu	41	8.600	-	-
Bragança Paulista	211	251.400	-	-
Campinas	1.092	2.054.740	133	6.695
Catanduva	9	22.500	810	52.300
Dracena	11	18.800	58	2.860
Fernandópolis	18	48.800	-	-
Franca	10	13.790	300	15.000
General Salgado	6	13.900	398	274.380
Guaratinguetá	68	128.600	-	-
Itapetininga	746	1.031.000	-	-
Itapeva	1.691	3.246.350	-	-
Jaboticabal	2	4.000	162	6.690
Jales	91	200.180	-	-
Jaú	2	3.000	-	-
Limeira	5	10.000	-	-
Lins	52	158.800	120	7.560
Marília	34	58.210	100	3.500
Mogi das Cruzes	143	278.500	20	1.500
Mogi Mirim	1.455	4.058.750	80	15.000
Orlândia	50	80.000	-	-
Ourinhos	175	361.000	-	-
Pindamonhangaba	198	345.150	-	-
Piracicaba	178	470.170	-	-
Presidente Prudente	80	157.000	499	26.490
Presidente Venceslau	3	6.300	-	-
Registro	24	4.800	-	-
Ribeirão Preto	150	384.000	-	-
S. João da Boa Vista	386	775.950	15	6.000
S. José do Rio Preto	21	24.100	88	3.215
São Paulo	137	339.500	-	-
Sorocaba	640	1.383.850	-	-
Tupã	35	51.000	73	2.365
Votuporanga	37	53.500	-	-
Estado	7.933	16.348.110	4.291	24.079

Fonte: PINO, 1997.

### 2.1.2. Caracterização da matéria-prima

Segundo FILGUEIRA (1982), a cultura do tomateiro apresenta quatro grandes grupos, com características dos frutos bem diferenciadas:

- Grupo Santa Cruz: possui grande resistência ao manuseio, fato que explica a sua predominância no plantio. O peso médio é de 140g, o formato é redondo alongado com “ombros” um pouco salientes. A produtividade está em torno de 50-70 toneladas/ha. É utilizado como tomate de mesa.

- Grupo Roma ou Piriforme: considerados tomates industriais, pois permitem colheita mecânica e possuem maior produtividade (até 83 toneladas/ha). Os frutos são piriformes, alongados, firmes, com coloração razoavelmente boa (vermelha) quando maduros, com amadurecimento uniforme (sem “ombros” verdes). Apresentam 2 a 3 lóculos, com paredes grossas e carnosas, motivo pelo qual são considerados adequados para a fabricação de polpa concentrada ou extrato.

- Grupo Quadrado: os frutos possuem formato cilíndrico, muito consistentes, com ótima coloração externa e interna, e ótimas características industriais. Possuem 2 a 3 lóculos e se parecem com os do grupo Santa Cruz. Produtividade média de 30 a 60 toneladas/ha. Pertencem a este grupo variedades de tomate para indústria e para consumo “in natura”.

- Grupo Salada Caqui ou Maça: ainda são pouco cultivados no Brasil, embora haja um aumento nos últimos anos. Os frutos são pluriloculares contendo de 5 a 10 lóculos, o que os torna mais moles, dificultando o manuseio. O tamanho e o peso são maiores e a textura é mais delicada. Possuem tecidos mais aquosos e produtividade de 26 a 50 toneladas/ha, podendo pesar até 500g. Considerados especialmente para consumo “in natura”.

### 2.1.3. Classificação

A classificação comercial do tomate vem sendo desenvolvida por instituições do governo do Estado de São Paulo, como a CEAGESP, que criou o Programa Horti & Fruti de padronização de produtos hortifrutigranjeiros, segundo o qual o fruto pode ser classificado por tipo, calibre e cor (Figura 1).



Figura 1 – Classificação do tomate quanto aos grupos, cores e calibres (Fonte: Programa Horti&Fruti – CEAGESP, 1998).

Quanto à classificação para o tomate de indústria, o Ministério da Agricultura criou a Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação, portaria nº 278, de 30 de novembro de 1988, a qual indica que, de acordo com a qualidade, o tomate pode ser classificado em 6 (seis) tipos: Especial, Standard, Utilizável I, II, III e IV. Os tipos e suas respectivas exigências, bem como as tolerâncias e prêmios ou desconto, são os constantes da Tabela 3. Os defeitos principais que comprometem a apresentação e a qualidade do tomate são: fruto queimado, murcho, amassado, descolorido, coração preto, com rachadura superficial e fruto com pedúnculo.

Tabela 3. Tomate para Indústria: Tipos, Exigências, Tolerâncias e Prêmio ou Desconto

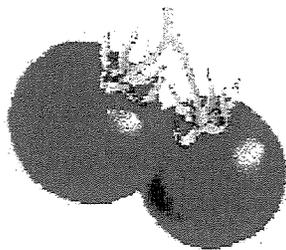
Tipo	Exigência Mínima de Frutos Bons (%)	Tolerância Máxima de Defeitos Graves (%)	Prêmio ou Desconto sobre o Peso (%)
Especial	50	0 a 10,0	+ 10
Standard	40	10,1 a 20,0	0
Utilizável I	40	20,1 a 25,0	-5
Utilizável II	40	25,1 a 30,0	- 10
Utilizável III	40	30,1 a 35,0	- 20
Utilizável IV	40	35,1 a 40,0	- 30

Fonte: Portaria nº 278, 1988.

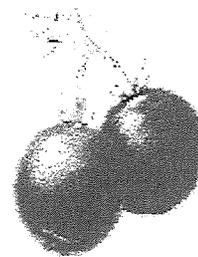
Atualmente, vários tipos de tomate, com diferentes formatos, cores e sabores, são encontrados em todo mundo. A Tabela 4 mostra a descrição de algumas variedades de tomate, ilustradas na Figura 2.



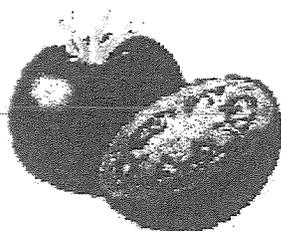
ROMA



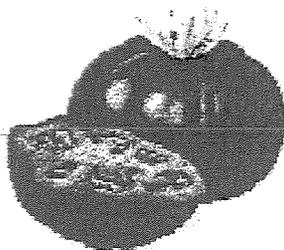
SHIRLEY



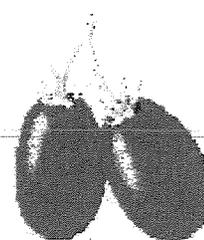
LONG KEEPER



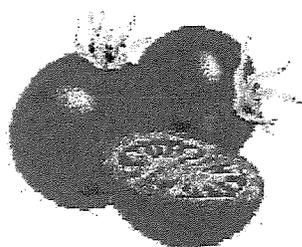
CAQUI



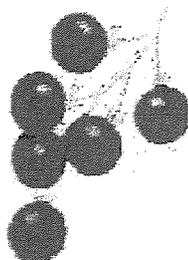
SUPERMARMANDE



INDUSTRIAL



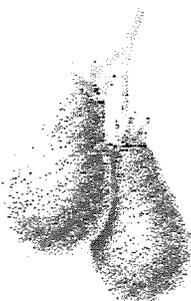
SWEET CHITLSEA



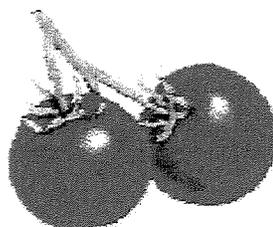
CEREJA



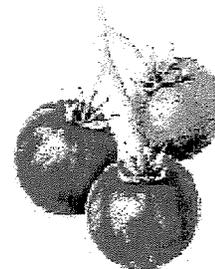
YELLOW CURRANT



YELLOW PEAR



ALICANTE



TIGERFILIA

Figura 2. - Variedades de tomate.

Tabela 4. Descrição de variedades de tomate

Variedade	Características
Roma	Para uso em concentrados, é um tipo clássico italiano, cultivado especialmente para indústria. Tem pouco sabor, mas é excelente para sopas molhos, purê, cremes e sumos.
Shirley	Um tipo europeu conhecido pelo seu fruto firme, vermelho e redondo. É saboroso, possui equilíbrio entre ácido e o doce e é apropriado tanto para saladas quanto para cozinhar.
Long Keeper	Tomate que pode ser armazenado por longos períodos depois de colhido. Fruto maduro possui pele no tom laranja-dourado e o interior levemente vermelho. É bastante ácido e tem um agradável sabor. Corresponde ao Longa Vida do mercado nacional.
Caqui	O fruto é muito grande, com ótimo sabor e interior bem firme. Tem formato arredondado, achatado no ápice e na base, mais de quatro lóculos e peso médio variando de 220 a 400g, é usado em saladas.
Supermande	Tipo francês, sulcado irregularmente. Possui sabor e textura excelentes e os frutos grandes e firmes são recomendados para todos os usos
Industrial	Fruto com formato oblongo ou periforme. Quando maduro, a coloração é uniforme, a polpa é grossa e o peso médio varia de 70 a 220g. Apresenta grande variação de número de lóculos e as plantas são rasteiras.
Cereja	Possui 2 a 3cm de diâmetro, a pele é fina e vermelha. O sabor é equilibrado, tendendo mais para doce. É usado em saladas e pode ser congelado inteiro.
Yellow currant	Tomate pequeno, do tamanho de uma uva, que fica com a pele em tom amarelo-alaranjado quando maduro. Com gosto não muito forte, é adequado para guarnecer saladas.
Sweet chelsea	Tomate tipo cereja, de formato grande com sabor bastante doce. É quase sempre usado em saladas e tem grande popularidade por ser resistente e produzir fruto rápido e em abundância
Yellow pear	Fruto em forma de pêra, geralmente com 2,5cm de diâmetro na parte mais larga. É bastante usado na decoração de saladas e seu sabor é definido como agradável e suave.
Alicante	Uma antiga variedade européia, de alta qualidade. Seu fruto tem tamanho médio, é doce e com bom sabor. Pode ser usado tanto fresco quanto para cozinhar.
Tigerella	Tomate popular, redondo ou em forma de ameixa, de tamanho médio. Possui uma aparência bonita devido aos riscos mais claros e seu sabor é bastante agradável e definido. É usado, sobretudo em saladas.

Fonte: IGARASHI, 1999.

O tomate possui uma estrutura interna central parecida com material fibroso, enquanto a região da polpa contém sementes constituídas de material não poroso (HAWLADER et al., 1991).

A Figura 3 mostra o corte em seção transversal do tomate, com as estruturas diferenciadas que compõem o fruto, enquanto na Figura 4 são apresentados alguns componentes celulares do mesmo (GOULD, 1991).

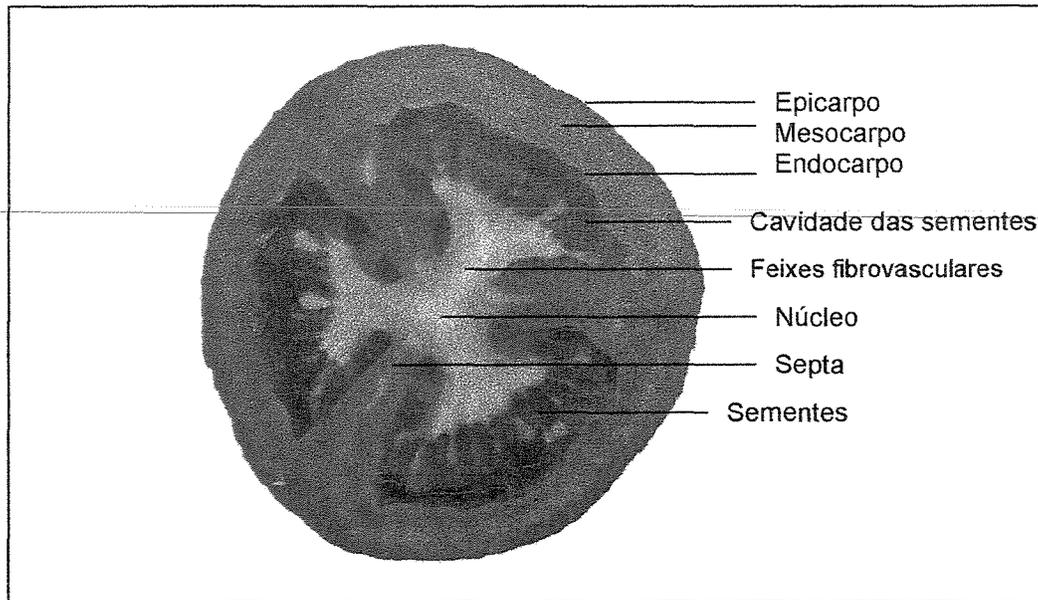


Figura 3. Seção transversal do tomate.

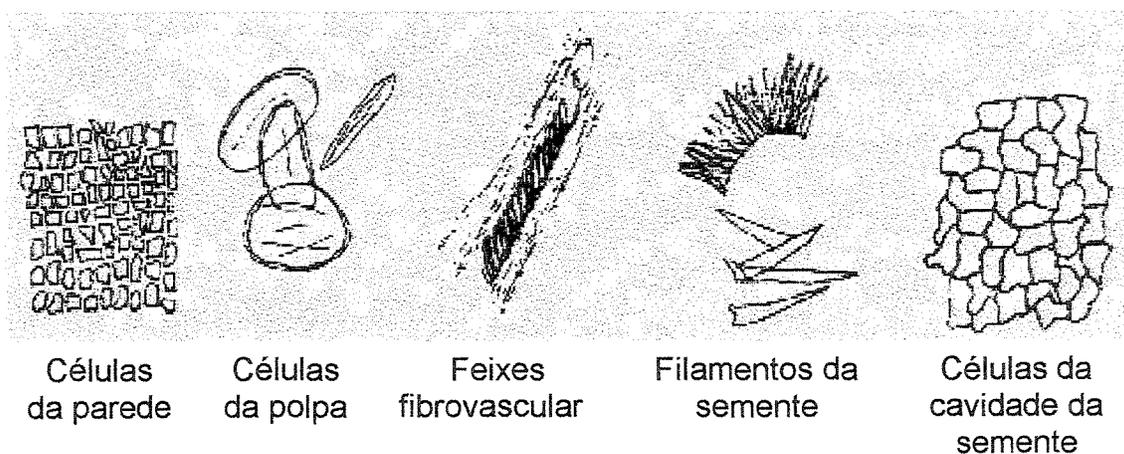


Figura 4. Partes do tecido celular do tomate (GOULD, 1991).

### **2.1.4. Amadurecimento do tomate**

O amadurecimento do tomate e suas reações químicas estão intimamente ligados à firmeza e à qualidade do produto após a secagem, sendo assim, torna-se necessário o conhecimento das mudanças ocorridas no processo de amadurecimento.

O tomate maduro é caracterizado pela presença de pectina. Este polissacarídeo é formado entre as células microscópicas que constituem o tecido vermelho (GOULD, 1991).

O tomate é um fruto com características climatéricas, pois há um período durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção autocatalítica do etileno, marcando a transição entre o desenvolvimento e a senescência, que envolve um aumento na respiração e condução ao amadurecimento. Em alguns frutos, como a maçã e o tomate, o aumento na taxa respiratória ocorre tanto no fruto preso à planta, como após a colheita (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Durante o amadurecimento, ocorrem mudanças progressivas no tomate incluindo: cor, firmeza, morfologia interna e composição química. As mudanças da cor verde para a cor vermelha da fruta madura ocorrem devido ao declínio no nível de clorofila *a* e *b*, e acréscimo no nível de licopeno e  $\beta$ -caroteno (RHODES, 1980). GARRET et al. (1960) afirmaram que a cor é o fator principal que determina a preferência do consumidor.

A mudança da composição química no fruto durante a maturação e amadurecimento tem sido extensivamente investigada por pesquisadores. Estas mudanças, principalmente, conteúdo de açúcar e ácidos, afetam o "flavor" no estágio vermelho (KADER et al., 1977). Sólidos e açúcares totais crescem gradualmente durante o amadurecimento de tomates na planta, desde imaturo, passando pelo estágio verde-maduro, até estágio molho (STEVENS, 1972).

RICHARDSON e HOBSON, (1987) também observaram que o nível de açúcar cresceu até o estágio vermelho, porém, depois disso, diminuiu.

O tomate amolece devido à formação de gel nos lóculos (AHRENS e HUBER, 1990) e quebra da parede celular no pericarpo (HUBER, 1983). A enzima poligalacturonase (PG) age no amolecimento do tomate, especialmente, solubilizando a pectina do pericarpo do fruto. AHRENS e HUBER (1990) observaram que a ação da PG foi positivamente correlacionada com a produção de etileno e a taxa de respiração, podendo ser responsável pelo amadurecimento do fruto.

Quanto ao ponto de colheita, este depende de vários fatores, principalmente da distância entre o local de cultivo e o mercado consumidor, bem como da preferência do mesmo (FILGUEIRA, 1982).

---

### **2.2. Composição Química**

Para a secagem de produtos agrícolas, como para as operações de pós-colheita ou processamento, é importante o conhecimento da composição química das matérias-primas, principalmente o teor de sólidos totais, que está diretamente relacionado ao rendimento do processo. Além disso, estes parâmetros são responsáveis pela preferência do consumidor e por isso, muito importantes em estudos de aptidão de determinada matéria-prima à secagem. A porcentagem de sólidos no tomate varia em função da variedade, tipo de solo, tipo de cultivo (estaqueado ou rasteiro), local de cultura (estufa ou campo).

A polpa do tomate possui um alto conteúdo de umidade, cerca de 95% e, em termos nutricionais, possui poucas calorias. É rico em vitaminas A, C, E e minerais como cálcio, potássio e fósforo. É um alimento bastante benéfico à saúde, ajudando na digestão, na prevenção do câncer de próstata e de deficiências cardiovasculares (GOULD, 1991).

De acordo com STEVENS (1985), os tomates contêm cerca de 93 a 94% de água e o constituinte orgânico que prevalece é o açúcar. Os teores de frutose e glicose correspondem a cerca de 50% da matéria seca do fruto e mais de 95% dos açúcares, ocorrendo em quantidades aproximadamente iguais. A sacarose, quando presente nos tomates frescos, encontra-se em níveis baixos. Os

componentes estruturais da fruta (sólidos insolúveis em álcool) também são constituintes importantes e representam cerca de 20% da matéria seca.

Segundo FILGUEIRA (1982), os tomates possuem os seguintes teores em vitaminas: 735 a 1.100U.I. de pró-vitamina A; 50 a 60µg de Tiamina; 40µg de Riboflavina; 20 a 40mg de ácido ascórbico; 0,5 a 0,6mg de Niacina.

Os tomates têm características de aroma fraco que não pode ser atribuído a qualquer grupo isolado de componentes (FILGUEIRA, 1982).

A Tabela 5 mostra a composição química do tomate, segundo GOULD (1991).

Tabela 5. Composição química do tomate

Constituintes	Conteúdo (%)
Sólidos Totais	7,0 – 8,5
Sólidos Insolúveis	1,0
Sólidos Solúveis	4,0 – 6,0
Açúcares	2,0 – 3,0
Ácidos	0,3 – 0,5
Proteína solúvel e aminoácidos	0,8 – 1,2
Constituintes minerais	0,3 – 0,6
Sal (cloreto de sódio)	0,05 – 0,1

Fonte: GOULD, 1991.

A presença de sólidos totais no tomate é da ordem de 7 a 8,5 % sendo que 1% corresponde à pele e à semente. Alguns estudos, entretanto, mostram haver casos onde a porcentagem de sólidos totais no tomate variou de 4,5% a 9,5% em uma mesma safra e região, como BALASUBRAMANIAM (1984).

O ácido cítrico é o ácido encontrado em maior quantidade no tomate e os ácidos livres são quase sempre determinados em termos de ácido cítrico monohidratado (GOULD, 1991).

No tomate, a atividade da vitamina C é concentrada na forma reduzida de ácido ascórbico. O ácido dehidroascórbico compõe de 1 a 5% do ácido ascórbico total do tomate. A concentração do ácido ascórbico em tomates maduros frescos é cerca de 25mg por 100g. Com isso, um tomate pequeno supre cerca de 40% da

necessidade de vitamina C de um adulto, e cerca de 66% da necessidade diária de uma criança.

Os principais componentes carotenóides no tomate são o licopeno e o beta-caroteno (GOULD, 1991).

### 2.3. Fundamentos da Secagem

Um vasto número de estudos tem sido conduzido para analisar o processo de secagem. Uns consideram as condições externas do ar, tais como temperatura, umidade relativa e velocidade, correlacionadas à taxa de secagem do sólido, enquanto outros consideram as condições internas ao produto com ênfase nos mecanismos de movimento da umidade.

A secagem pode ser definida como a remoção de substâncias voláteis (água) por ação do calor (KEEY, 1975). É um processo de transferência de calor e massa, consistindo na remoção de parte da umidade contida no interior do produto por meio de evaporação (FORTES e OKOS, 1972).

O fenômeno de migração interna de água no produto biológico ainda não é bem conhecido. Alguns autores afirmam que a migração pode ser uma combinação de movimentos de umidade por difusão de líquido e vapor, cada um predominando em certas etapas da secagem (STEFFE e SINGH, 1980).

Os seguintes mecanismos de transporte em sólidos têm sido reportados na literatura (FORTES e OKOS, 1980; STRUMILLO e KUDRA, 1986; BROOKER et al., 1992).

- ◆ Transporte por difusão líquida devido a gradientes de concentração de umidade;
- ◆ Transporte por difusão de vapor devido a gradientes de concentração de umidade e de pressão parcial do vapor (causados por gradiente de temperatura);

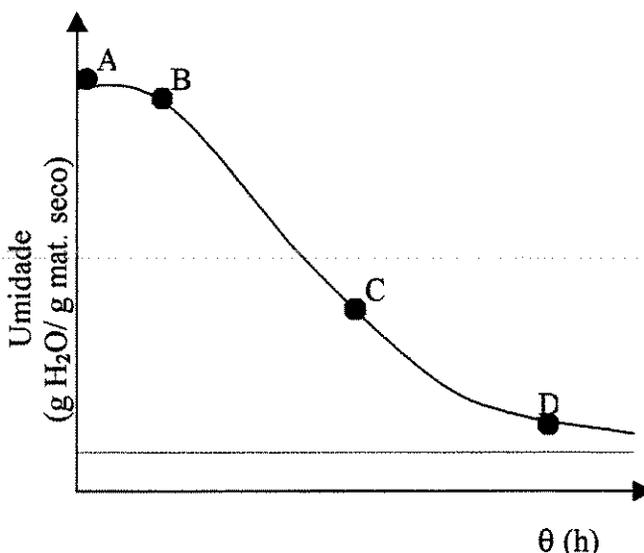
- ◆ Transporte por efusão (escoamento de Knudsen). Ocorre quando o caminho livre médio das moléculas de vapor é da mesma ordem de grandeza do diâmetro dos poros. É importante para condições de alto vácuo, como por exemplo, secagem por criogenia;
- ◆ Transporte de vapor por termodifusão devido a gradientes de temperatura;
- ◆ Transporte líquido das forças capilares;
- ◆ Transporte líquido por pressão osmótica;
- ◆ Transporte líquido devido à gravidade;
- ◆ Transporte líquido e de vapor, devido à diferença de pressão total, causada por pressão externa, contração, alta temperatura e capilaridade;
- ◆ Transporte por difusão superficial.

Embora não se tenha detalhado cada um dos mecanismos de transporte de água listados acima, informações adicionais podem ser encontradas nas referências citadas.

De acordo com OKADA et al. (1997), na secagem de um material sólido com gás que possui uma dada umidade e temperatura, normalmente tem-se um comportamento que pode ser tomado como padrão. Traçando-se um gráfico do conteúdo de umidade de um material em função do tempo, durante o processo de secagem, obtém-se para a maioria dos materiais, uma curva de secagem que apresenta geralmente duas fases (WOODROOF e LUH, 1975; KEEY, 1975): um período de taxa de secagem constante e outro decrescente. Durante o período de taxa constante, a água está prontamente disponível na superfície dos alimentos. Daí em diante, a velocidade de secagem é determinada pelos mecanismos internos de transferência de umidade.

A curva do conteúdo de umidade de um material, em função do tempo, durante o processo de secagem, pode ser representada na Figura 5, onde se distinguem quatro regiões. O período delimitado pelo segmento AB corresponde ao período de estado transitório, durante o qual o material se adapta às condições de secagem e sua temperatura atinge o valor do estado estacionário. O trecho BC

corresponde ao período de velocidade ou taxa constante. O ponto C corresponde ao fim do período de velocidade constante. O trecho de curva CD é considerado o primeiro período de velocidade decrescente, onde a umidade do material diminui até alcançar a umidade de equilíbrio para as condições utilizadas. STRUMILLO (1986) considera que pode haver mais do que um período decrescente.



**Figura 5. Variação de umidade do material de secagem.**

Segundo OKADA et al. (1997), na operação de secagem, há quatro variáveis: fluxo de ar, temperatura, concentração de água na fase gasosa (umidade do ar) e concentração de água na fase sólida (umidade do material a ser secado). Por outro lado, sabe-se que no interior da matéria-prima pode-se ter ou não água livre, ou seja, a água pode estar incorporada ao sólido ou estar “molhando” o sólido. Em geral, os fenômenos que ocorrem durante a secagem de produtos alimentícios, dependem da relação umidade-temperatura-tempo (SZENTMARJAY et al., 1996).

Os principais fatores que afetam a velocidade de secagem e o tempo do processo, segundo WOODROOF e LUH (1975), são:

- a. Propriedades do alimento e fenômenos secundários que estão vinculados à necessidade de limitar a temperatura de secagem, tais como: estrutura e composição do material "in natura", transformações biofísicas e bioquímicas, contração causada pelo estresse durante a desidratação, reações de escurecimento e características de reidratação;
- b. Tamanho e geometria das partes;
- c. Propriedades físicas do ambiente de secagem: temperatura, umidade, velocidade do ar e pressão atmosférica;
- d. Características do equipamento de secagem.

Os processos básicos de secagem são classificados, conforme WOODROOF e LUH (1975), em: secagem natural; secagem artificial atmosférica e secagem a vácuo.

A secagem natural é um método utilizado desde os tempos ancestrais. Muito usado para secagem de frutas e hortaliças, inclusive o tomate, particularmente na Espanha e Itália e hoje também utilizado na Califórnia (Keith's Tomato Page, 1999). Pouco investimento de capital é necessário neste processo, visto que se baseia em espalhar os produtos no campo ou em terraço até completar a operação. Este processo depende de fatores climáticos não controláveis, é lento e a produção, assim como a qualidade final do produto, desuniformes. Geralmente este método não permite secagem a teores de umidade inferiores a 15 a 20%.

O processo de desidratação artificial atmosférico pode ser conseguido em sistemas estacionários (secadores de cabine, torre e forno) ou em sistemas contínuos (secador de túnel, esteira contínua, atomização, leito fluidizado, tambor aquecido). Neste processo, deve-se suprir energia para evaporar a água, e remover o vapor d'água da superfície do produto submetido ao processo. Esta energia é fornecida através do aquecimento do ar de secagem. A quantidade de calor requerida depende, entre outros, da temperatura na qual ocorre a vaporização e das características da matéria-prima que está sendo secada.

A maior desvantagem concernente à secagem convencional é a degradação térmica de importantes substâncias nutricionais e de sabor. Para

reduzir significativamente a perda dessas substâncias, a secagem a vácuo é usada com grande sucesso. Neste caso a remoção de água é acelerada e, além disso, a transferência de calor para o sólido é diminuída devido a ausência de convecção. Contudo, a maior desvantagem é o alto custo de energia utilizada em tal aplicação (PÉREZ, 1998).

Cabe ainda lembrar, embora não seja o objetivo deste trabalho, que o desenvolvimento de modelos matemáticos para descrever o processo de secagem tem sido estudo de muitos pesquisadores por várias décadas. Na tentativa de correlacionar dados experimentais da secagem de cada material particular a um modelo matemático, tem sido apresentada uma gama de modelos que representam a cinética de secagem de cada material estudado.

### 2.4. Faixa de Temperatura de secagem para produtos perecíveis

Este item tem o objetivo de investigar faixas de temperaturas utilizadas na secagem de frutas e hortaliças, em pesquisas realizadas sob diferentes enfoques.

SINGH (1994) pesquisou o desenvolvimento de pequenos secadores para hortaliças (couve-flor, repolho e cebolas fatiadas), usando temperaturas do ar de secagem de 55 e 65°C e teor de umidade final do produto em torno 8%. A eficiência foi calculada utilizando a fórmula de PATIL e SINGH (1984). Os resultados demonstraram que, embora a temperatura fosse reduzida em 10°C, não se observaram grandes diferenças nos valores obtidos da eficiência do processo.

MIRANDA (1991) produziu uva passa de quatro variedades colhidas em Lagoa Seca, município do Estado da Paraíba e analisou a influência do pré-tratamento e temperatura de secagem sobre a velocidade de remoção de água e qualidade do produto. Foi observado que os níveis de 60 e 65°C proporcionaram uma redução considerável do tempo de secagem comparativamente às temperaturas de 50 e 55°C.

ROMERO (1999) evidencia a influência da temperatura do ar de secagem nas taxas de secagem do tomate e na qualidade do produto final. Para temperaturas de 80°C, as fatias começam a apresentar escurecimento após

aproximadamente 70min de secagem. Com o aumento da temperatura para 120°C, o escurecimento é visível em 20min. As amostras que apresentaram melhor qualidade visual (cor), foram as fatias secas usando temperatura de 60°C.

### **2.5. Teor de umidade final**

MIRANDA (1991) produziu uva passa a partir de quatro variedades distintas e recomenda que a umidade final não seja superior a 15%, pois há o desenvolvimento de microorganismos diminuindo o tempo de prateleira do produto, nem inferior a 10%, pois neste nível, a uva passa apresenta consistência muito dura.

De acordo com SANGUANSRI et al. (1993), para se ter uma estocagem estável de tomates secos sem o uso de conservas, é necessário reduzir a umidade do produto para a faixa que varia de 11 a 14 % (base úmida), para evitar o desenvolvimento de microorganismos e manter a estabilidade do produto.

Segundo a Resolução de 12/78 da Comissão Nacional de Legislação de Alimentos (1985), a umidade final recomendada para frutas secas ou dessecadas é de 25%.

### **2.6. Secagem de tomate**

Os tomates inteiros ou sua polpa podem ser desidratados por camada de espuma (foam mat), liofilização, spray dryer e a vácuo. A secagem do tomate ao sol tem sido praticada principalmente em países mediterrâneos como a Itália e em parte da Índia. Mas, o tomate seco ao sol apresenta uma cor escura e baixa taxa de reidratação (GRUPTA e NATH, 1984; TRIPATHI e NATH, 1989). O mercado para tomate seco vem exigindo cada vez mais produtos de melhor qualidade, fato que vem motivando uma série de pesquisas sobre o assunto.

CAMARGO e QUEIROZ (1999), observando práticas domésticas relatadas por fabricantes de tomate seco, identificaram a utilização de um tipo de tratamento com mistura de NaCl e sacarose sólida, espalhados sobre a superfície do fruto. Para avaliar o efeito deste tratamento no processo de secagem, foi

realizado um experimento considerando duas geometria de corte do fruto e duas temperaturas de secagem, 60 e 80°C, para a variedade Debora Plus. Foram construídas as cinéticas de secagem para tempo de secagem de 12 horas e também foi possível observar que a temperatura de 80°C não é adequada para a secagem de tomate pois causa queima do produto. A geometria de corte tem influência marcante sobre o tempo de secagem, sendo que os frutos cortados em pedaços de 1/4 secaram em tempo menor que os demais. Também, o pré-tratamento com a mistura de sal e açúcar contribuiu para a redução do tempo de secagem à temperatura de 60°C.

HAWLADER et al. (1991) estudaram o processo de secagem do tomate sob diferentes condições de operação (temperatura do ar e vazão). Observaram que altas temperaturas e alta velocidade do fluxo de ar aumentam a taxa de secagem e, para as condições experimentais estudadas, as amostras não apresentaram taxas constantes de secagem.

OLORUNDA et al. (1990) estudaram a secagem de tomates em pedaços, utilizando um secador com fluxo de ar concorrente e contra-corrente, em três temperaturas, 60°C, 70°C, 80°C e velocidade de 1,75m/s. Foi observado que a taxa de secagem aumentou com a temperatura e a remoção de umidade foi maior com o fluxo concorrente para todas as temperaturas. Menor teor de umidade e melhor aparência foram obtidos mergulhando pedaços de tomate em NaCl por três minutos ou em solução contendo 9g/L de metabissulfito de potássio e 100g de NaCl antes da secagem.

IGARASHI & KIECKBUSCH (1998) estudaram a modelagem da desidratação osmótica de fatias de tomate utilizando a atividade de água. Foi utilizado tomate sem pele e sem semente, cortado em quatro partes ao longo do eixo. Observaram que, embora as soluções osmóticas apresentassem a mesma atividade de água, houve diferença na cinética de perda de água entre os solutos utilizados no preparo das soluções. Com cloreto de sódio, comprovou-se que a saída de água foi compensada pelo ganho de sal. Quanto ao processo de secagem, ocorreu uma redução na taxa de secagem do tomate, promovida pelo pré-tratamento osmótico; o produto pré-tratado apresentou melhor aparência em

relação à cor quando comparada com tomate “in natura” e a secagem do tomate inteiro mostrou-se inviável, pois são necessários períodos muito prolongados de secagem para se obter uma umidade que permita a armazenagem do produto sem que ocorra a sua deterioração.

ROMERO et al. (1997) recomenda que a secagem do tomate deve ser realizada a temperaturas inferiores a 65°C para preservar a cor e o sabor, o que torna o processo demorado, exigindo um tempo superior a 20 horas para atingir 4% de umidade final.

### **2.7. Parâmetros de qualidade**

---

Segundo SILVA e DAMÁSIO (1996) a qualidade final de um alimento pode ser avaliada utilizando dois métodos: Análise Sensorial, Instrumental e Química.

Na Análise Sensorial, o método descritivo descreve e avalia a intensidade dos atributos sensoriais do produto. Os aspectos dos atributos sensoriais julgados em uma análise descritiva são:

- a. Aparência: cor (tonalidade, uniformidade e pureza), textura visual (brilhante, liso/grosseiro), tamanho e forma (dimensões e geometria) e interações entre partes;
- b. Aroma: sensações olfatórias (vanila, frutoso, floral, etc) e nasais (pungente, refrescante, etc);
- c. Sabor: sensações olfatórias, de gosto (doce, amargo, ácido e salgado) e bucais (quente/frio, adstringente, metálico, etc);
- d. Textura: Propriedades mecânicas/reação do produto à pressão (dureza, viscosidade, fraturabilidade), propriedades geométricas e propriedades relacionadas com a presença, liberação e adsorção da gordura, óleo ou umidade no produto (suculência, oleosidade, etc);

As medidas instrumentais são determinadas para auxiliar no processo de Avaliação Sensorial e ainda permitir a criação de padrões adequados para cada produto. Os parâmetros comumente avaliados por este método são a cor e a textura.

Civille e Szczecsniak (1973) escreveram uma tabela definindo características físicas e sensoriais de textura (Tabela 6). Tais propriedades são utilizadas para a determinação do perfil de textura no equipamento denominado Texturômetro, utilizando um programa computacional. O perfil de textura é o resultado de uma força de compressão, de corte e/ou de tensão aplicada a um alimento cujo registro dá origem a uma curva específica para determinado produto. Cada área formada por esta curva representa uma característica do alimento, como dureza, coesividade, adesividade, fraturabilidade, elasticidade. Além destes cinco parâmetros, extraíveis diretamente das curvas obtidas, a combinação de alguns deles fornece valores que se relacionam com outras características sensoriais tais como gomosidade e mastigabilidade (COSTELL et al. 1997).

A cor é outro parâmetro importante em alimentos, considerando que antes da tomada de decisão de ingerir o alimento, o consumidor observa o seu aspecto visual e especialmente a cor (ARGANDONA, 1999).

A avaliação instrumental deste parâmetro pode ser feita utilizando-se o **Sistema Hunter**, em que o espaço é definido em termos de iluminação (**L**) e em coordenadas cromáticas: (**a**) que varia de verde ao vermelho (verde para valores negativos e vermelho para valores positivos) e (**b**) do azul ao amarelo (azul para valores negativos e amarelo positivos).

Os valores obtidos na leitura estão relacionados com os atributos das cores descritos em termos de **tom** (tonalidade), **valor** (luminosidade) e **croma** (intensidade ou pureza). Tom é a cor, é a qualidade pela qual se distinguem cores de igual luminosidade e croma. Valor é a luminosidade da cor, que é a qualidade pela qual se distingue uma cor clara da outra escura. Croma pode ser utilizada na distinção de uma cor fraca ou forte.

Tabela 6. Definições das características da textura (Civille e Szczesniak, 1973)

Propriedades	Físicas	Sensoriais
<b>Primárias</b>		
Dureza	Força necessária para produzir uma certa deformação	Força requerida para compressão de uma substância entre os dentes molares ou entre a língua e o palato
Coesividade	Extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura	Grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper
Viscosidade	Velocidade de fluxo por unidade de força	Força requerida para puxar um líquido da colher para língua
Elasticidade	Velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida	Grau com o qual um produto volta a sua forma original depois da compressão com os dentes
Adesividade	Energia necessária para superar as forças atrativas entre superfície do alimento e a de outros materiais com o qual o alimento está em contato	Força requerida para remover o material que adere à boca (palato) durante o processo normal de comer
<b>Secundárias</b>		
Fraturabilidade	Força com a qual se fratura um produto com alto grau de dureza e baixo grau de coesividade	Força com a qual uma amostra esmigalha, racha ou quebra em pedaços
Mastigabilidade	Energia requerida para mastigar um alimento até a deglutição; é o produto da dureza x coesividade x elasticidade	Tempo requerido para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante de aplicação de força, para reduzi-la à consistência adequada para deglutição
Gomosidade	Energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido até estar pronto para a deglutição; é o produto de baixo grau de dureza x alto grau de coesividade	Densidade que persiste durante a mastigação; energia para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal

Fonte: GARRUTI, 1981.

---

**CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS**

---

A parte experimental desta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita/Secagem da Faculdade de Engenharia Agrícola. Esta fase foi realizada em quatro etapas: levantamento e seleção das variedades de tomate, análise química das variedades selecionadas, construção das cinéticas de secagem e avaliação da qualidade final do tomate seco.

### 3.1. Matéria-Prima

A matéria-prima, objeto de investigação deste trabalho foi o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) colhido na safra do ano de 1999/2000. Quanto aos fornecedores, optou-se por adquirir a matéria-prima junto aos pontos de comercialização como CEASA/Campinas e CEAGESP/São Paulo, sendo estes os locais com maior disponibilidade.

A seleção das variedades dentro de cada categoria (industrial e de mesa) foi realizada mediante consulta a órgãos que trabalham com esta matéria-prima, a saber: Cooperativas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral e Instituto Agrônomo de Campinas, considerando as informações pessoais dos técnicos. Além disso, junto às empresas de comercialização como CEASA e CEAGESP,

buscou-se identificar as variedades mais comercializadas e disponíveis no mercado, especialmente no Estado de São Paulo.

Constatou-se que as variedades de tomate de mesa mais disponíveis nos pontos de comercialização (CEASA e CEAGESP), foram: Santa Clara, Débora Plus e Carmem. Quanto às variedades industriais verificou-se que Rio Grande e Zenete são as mais disponíveis, ambas aparecendo somente em picos de safra, quando as indústrias não absorvem toda a produção de tomate. Além disso, foi esclarecido pela CATI, que atualmente o Estado de São Paulo não apresenta expressiva produção de tomate industrial, visto que as maiores empresas esmagadoras não se encontram mais no Estado, tendo se transferido para os Estados de Minas Gerais e Goiás.

Portanto, para as finalidades desta pesquisa, testou-se a aptidão à secagem de duas variedades de tomate industrial, Zenete e Rio Grande, e outras três variedades de mesa, Débora Plus, Carmem e Santa Clara.

#### **3.1.1. Preparo das amostras**

A matéria-prima apresentava-se de acordo com a Norma de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do tomate para Indústria (1988), a qual define fruto bom como o produto sadio, com coloração avermelhada, uniforme, sem pedúnculo, fisiologicamente desenvolvido, limpo, com textura de polpa firme e avermelhada, livre de danos mecânicos, fisiológicos, pragas e doenças.

No Laboratório, os frutos foram acondicionados em caixas tipo “k” e mantidos à temperatura ambiente ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) até que apresentassem a cor adequada para a secagem definida pela cor “vermelha” ou “molho”, seguindo o padrão de cores da carta de comercialização do Programa Horti & Fruti para padronização de produtos hortigranjeiros do Estado de São Paulo (Figura 1-Capítulo 2).

Foi realizada a sanitização dos frutos com água clorada, a 0,5% de cloro ativo, para eliminar a contaminação por microorganismos, segundo o utilizado por MOURA, ZANIN & FINGER (1998).

### 3.2. Análises químicas

Nesta fase da pesquisa, analisou-se o maior número possível de variedades encontradas no mercado, dentro das duas categorias de tomate (industrial e de mesa), no sentido de levantar características químicas que têm sido reportadas como importantes indicadores da aptidão da matéria-prima à secagem. Estes parâmetros compreendem o conteúdo de sólidos totais, a acidez total e o conteúdo de sólidos solúveis, especialmente o índice [acidez/ °Brix]. Dentre estes parâmetros, o conteúdo de sólidos totais é o mais importante para indicar a aptidão da matéria-prima à secagem. Assim, foram selecionadas as variedades que apresentaram maior valor de sólidos totais. Os parâmetros acidez total e sólido solúvel são importantes nos testes de preferência e também serviram de orientação para a seleção das variedades, cujo critério contemplou as cultivares que apresentaram esses componentes em proporções razoáveis, ou seja, descartando-se aqueles com teores excessivos ou muito baixos. CARVALHO et al. (1990) recomendam a faixa de 12 a 18 para o índice calculado pela divisão entre a acidez total e sólidos solúveis, como sendo o indicado para a obtenção de características organolépticas desejáveis.

Dentre os tomates vermelhos selecionados em cada variedade, foram pegos ao acaso, cinco unidades para cada repetição dos testes de acidez total, sólidos solúveis e sólidos totais. Foram feitas cinco repetições para cada parâmetro químico estudado.

Os resultados das análises químicas foram avaliados por testes de média t-student para as duas variedades industriais e Teste de Tukey a 5% para as variedades de mesa. Utilizou-se o programa estatístico S-Plus.

#### 3.2.1. Sólidos Totais

O conteúdo de sólidos totais foi determinado em duas fases consecutivas: a primeira em estufa com ar forçado a 50°C por 24 horas e a segunda em estufa à vácuo à temperatura de 70°C por 24 horas, procedimento não padronizado, utilizado pela Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, laboratório de

Análises Químicas. O valor dos sólidos totais de um produto é dado pela medida final da amostra. As amostras apresentavam, para cada repetição de 3 a 5g. A pesagem foi realizada em balança analítica com escala de 0 a 210g e precisão de 0,0001g.

### 3.2.2. Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado pelo método refratométrico (PEARSON, 1973), o qual consiste, basicamente, em triturar a matéria-prima e colocar de duas a três gotas da mesma no prisma do refratômetro para a realização da leitura. Os índices de refração de soluções aquosas de sacarose a 20°C podem ser correlacionados com seu teor de sacarose. Tem-se assim, uma correspondência direta entre índice de refração e porcentagem de sacarose, a qual se dá o nome de graus Brix. Na prática, usa-se a leitura refratométrica ou o correspondente grau Brix para expressar os sólidos solúveis. Foi utilizado um refratômetro de mão, com escala de 0 a 32% e intervalo de 0,2 de marca de escala.

### 3.2.3. Acidez Total

A acidez total (fixa e volátil) em alimentos é resultante dos ácidos orgânicos do próprio alimento, dos adicionados intencionalmente durante o processamento e daqueles resultantes de alterações químicas do produto. Portanto, a determinação da acidez total pode fornecer dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação do alimento. Os métodos que avaliam a acidez do alimento empregam a fenolftaleína como indicador do ponto final da titulação. O potenciômetro pode ser usado na titulação, até que a solução atinja o valor 8,1 no visor do potenciômetro, que é o ponto de viragem da fenolftaleína. O resultado é expresso em gramas de ácido cítrico anidro/100ml (AOAC, 1980). A fórmula utilizada para os cálculos é a apresentada a seguir:

$$AcidezTotal = \frac{V * N * Eq * 100}{1000 * P} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

V = volume gasto para a titulação, [ml];

N = Normalidade da solução de NaOH;

Eq = Equivalente grama do ácido predominante (ácido cítrico);

P = Peso da amostra utilizado em g

### 3.3. Preparo da matéria-prima para os testes de secagem

Os tomates destinados a esta fase foram ainda selecionados por tamanho, para uniformização das amostras submetidas ao processo de secagem.

A seleção por tamanho para a variedade Débora Plus baseou-se no calibre médio para formato redondo dos frutos, cujo diâmetro varia de 65 a 70mm (CEAGESP, 1998). Para a variedade industrial Rio Grande, seguindo a mesma norma, o diâmetro transversal correspondeu ao tamanho médio do formato oblongo que está no intervalo de 50 a 60mm. A medida dos diâmetros foi feita com um paquímetro digital com escala de 0 a 150mm e precisão de 0,01mm.

Considerando o tomate seco imerso em azeite comumente encontrado no mercado, verificou-se a necessidade de avaliar diferentes geometrias de corte. Assim, os frutos foram preparados em pedaços equivalentes à metade e um quarto do tomate segundo o eixo maior. O corte foi realizado manualmente com faca afiada.

A presença de sementes nos tomates cortados pode influenciar a cinética de secagem e a preferência do consumidor pelo produto. Assim analisou-se este parâmetro nos testes realizados para as duas geometrias. A retirada da semente foi feita manualmente com auxílio de uma faca e uma colher, procurando não afetar a polpa do fruto.

Portanto, foram delineados e preparados 16 tratamentos para a avaliação do processo de secagem, mediante a combinação dos seguintes parâmetros:

- Temperatura de secagem (2): 60 e 70° C

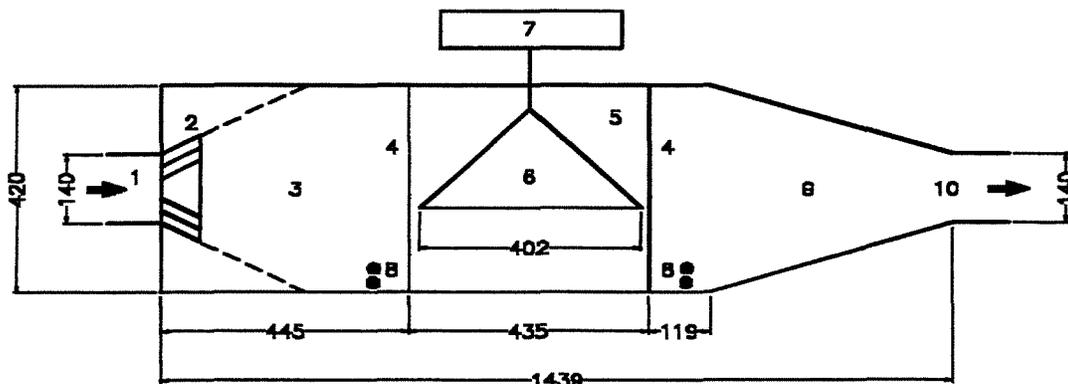
- Variedade do tomate (2): Rio Grande (industrial) e Débora Plus (mesa), selecionadas a partir dos resultados da análise química (item 3.2.)
- Geometria de corte: pedaços de  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{4}$  em relação ao eixo maior do fruto
- Presença ou ausência de sementes

### 3.4. Secagem

Os tomates da variedade de mesa Débora Plus foram adquiridos na CEASA/Campinas. A variedade industrial Rio Grande foi adquirida na CEAGESP/São Paulo.

Os tomates foram preparados segundo o respectivo tratamento, distribuídos em uma bandeja com fundo de tela (1 x 1cm) e levados à câmara de secagem.

A operação foi realizada em câmara com controle de temperatura e vazão de ar. A Figura 6 apresenta um esquema da câmara de secagem, constituído basicamente de um plenum para a distribuição de ar e a câmara de secagem propriamente dita. Obtiveram-se registros contínuos automáticos do peso da amostra, bem como das condições de secagem (temperatura de bulbo úmido e de bulbo seco do ar), mediante a utilização de sistemas de aquisição de dados.



**Figura 6. Câmara de secagem e plenum: (1) entrada de ar, (2) difusor, (3) plenum, (4) tela, (5) câmara de secagem, (6) bandeja suspensa, (7) balança, (8) tomadas de temperatura de ar, (9) redução cônica, (10) saída de ar.**

QUEIROZ (1994) reportou os detalhes construtivos da câmara e do sistema de aquisição de dados de peso e temperatura do ar.

Os dados de temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido foram registrados em um DATA LOGGER. Dois termopares tipo T instalados no plenum forneciam estes dados, os quais foram utilizados para o cálculo da umidade relativa do ar de secagem. O intervalo programado das leituras foi de 5 minutos.

O processo foi conduzido mediante o acompanhamento da variação do peso da amostra até o valor correspondente ao teor de umidade final de 25% (base úmida) ou 0,33 (base seca). Os valores do peso, registrados em intervalos de tempo de 5 min, permitiram o cálculo do teor de umidade do fruto ao longo do processo de secagem, com base no conteúdo de matéria seca, determinado nas amostras "in natura". Os resultados possibilitaram a construção das cinéticas experimentais de secagem do tomate para os diferentes tratamentos, representadas pelas curvas de variação da umidade adimensional ao longo do tempo. As secagens foram realizadas com velocidade do ar de 0,55 m/s. O procedimento descrito acima foi feito para duas temperaturas de secagem: 60 e 70°C.

Para o cálculo da taxa de secagem foi utilizado o seguinte procedimento:

$$\frac{dX}{dt} = \frac{X_{n-1} - X_n}{t_{n-1} - t_n} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

t = tempo em minutos

n = número da leitura

$dX/dt$  = Taxa de secagem (g H<sub>2</sub>O/g sólidos\*min)

$X_n$  = umidade (bs)<sub>t<sub>n</sub></sub>

$X_{n-1}$  = umidade (bs)<sub>t<sub>n-1</sub></sub>

A análise dos resultados foi conduzida mediante a comparação das cinéticas de secagem para a avaliação do efeito dos parâmetros estudados.

#### **3.5. Preparo das amostras para análise de qualidade**

As amostras submetidas à análise de qualidade foram secas à temperatura de 60°C. A escolha desta temperatura está detalhada no Capítulo 4 – Resultados e Discussão.

Conforme reportado anteriormente, no levantamento das cinéticas experimentais, manteve-se constante o teor de umidade final de 25%, em todos os testes realizados. No entanto, considerando que este parâmetro poderia ser importante na preferência do consumidor, a produção das amostras para esta etapa foi realizada para dois níveis de teor de umidade: 25% e 35%. Ressalta-se que testes preliminares de secagem com umidade final de 10, 15 e 20% demonstraram a inviabilidade de se estudar esses níveis de teor de umidade, pois resultaram em produto final com textura inadequada, ou seja, muito duro. O teor de umidade foi determinado em estufa a vácuo à temperatura de 70°C e tempo de exposição de 12 horas.

As amostras resultantes dos 16 tratamentos (Tabela 7) foram colocadas em uma mistura constituída de azeite e sal. O azeite utilizado apresentava em sua composição: azeite de oliva extra virgem e azeite de oliva refinado. O produto foi embalado em recipientes de vidro de 250 ml com tampa plástica, previamente autoclavados e mantidos à temperatura de 4 a 8°C até a realização das análises. A concentração de cloreto de sódio foi baseada na faixa recomendada para extratos e purês, ou seja, de 1 a 3% de sal, uma vez que, para tomates secos não se tem uma legislação específica. Para este trabalho foi adicionado 3% de sal de acordo com o peso do produto seco e foi utilizada a proporção de 50g de tomate seco para um volume de 100ml de azeite. Os tomates foram mantidos imersos em azeite e sal por 48 horas.

Tabela 7. Descrição dos tratamentos realizados para avaliação da qualidade do tomate seco:

Nº de identificação	Tratamento			
	Variedade	Tipo de corte	Presença ou não de semente	Umidade final
1	Débora Plus	Ao meio	Com semente	25%
2	Débora Plus	Ao meio	Com semente	35%
3	Débora Plus	Ao meio	Sem semente	25%
4	Débora Plus	Ao meio	Sem semente	35%
5	Débora Plus	Em quatro partes	Com semente	25%
6	Débora Plus	Em quatro partes	Com semente	35%
7	Débora Plus	Em quatro partes	Sem semente	25%
8	Débora Plus	Em quatro partes	Sem semente	35%
9	Rio Grande	Ao meio	Com semente	25%
10	Rio Grande	Ao meio	Com semente	35%
11	Rio Grande	Ao meio	Sem semente	25%
12	Rio Grande	Ao meio	Sem semente	35%
13	Rio Grande	Em quatro partes	Com semente	25%
14	Rio Grande	Em quatro partes	Com semente	35%
15	Rio Grande	Em quatro partes	Sem semente	25%
16	Rio Grande	Em quatro partes	Sem semente	35%

### 3.6. Avaliação instrumental de cor

A variável dependente cor do produto final foi determinada em espectrofotômetro COLOR QUEST II – Hunter Lab. Este equipamento utiliza uma lâmpada D-65, que simula a luz do dia, com ângulo de observação constante de 10°. O aparelho quantifica a luz que incide sobre o produto, atribuindo valores aos parâmetros  $L$ ,  $a$  e  $b$ . Sabe-se que para  $L = 0$  tem-se o preto absoluto,  $L = 100$  tem-se o branco total; valores de  $a$  positivos têm-se a cor vermelha e valores negativos, a cor verde; valores de  $b$  positivos, tem-se a cor amarela e valores negativos, a cor azul.

As amostras utilizadas nos testes foram preparadas a partir de diversos pedaços de tomate seco imersos em azeite e sal. Esses pedaços foram juntados em um filme plástico incolor e transparente para que a amostra se adequasse às dimensões do colorímetro, de forma que o feixe de luz incidisse em toda a superfície, sem escape lateral. A presença do filme plástico não foi considerado um fator de interferência pois foi aplicado igualmente em todos os tratamentos. Os testes foram realizados com três repetições.

A Figura 7 ilustra a disposição espacial de cores dos parâmetros  $L$ ,  $a$  e  $b$ .



Figura 7 – Representação gráfica da cor, parâmetros  $L$ ,  $a$  e  $b$ .

### 3.7. Análise instrumental de textura

A textura (variável dependente) foi instrumentalmente determinada em texturômetro STABLE MICRO SYSTEMS . O texturômetro utiliza uma sonda, em cuja extremidade é acoplado um probe, que pode ter várias formas e tamanhos, dependendo do produto testado. Após alguns ensaios preliminares, optou-se por um probe cilíndrico para compressão, e as seguintes condições de realização dos

testes: força de 0,8g; distância entre o probe e a amostra de 2,0mm; intervalo de tempo de 0,5s entre as duas compressões (consideradas como duas mastigadas). Ao final de cada teste, o aparelho fornecia um perfil de textura do produto final, em termos das propriedades primárias dureza e adesividade e das secundárias mastigabilidade e gomosidade.

A amostra para cada repetição era constituída de um único pedaço de tomate seco (1/2 ou ¼ conforme o tratamento). Foram feitas três repetições de medidas para cada tratamento.

Os resultados das medidas instrumentais de cor e textura foram submetidas à ANOVA, superfície de resposta, utilizando o software Statistica® 6.0.

### **3.8. Análise Sensorial**

Os efeitos das diferentes variedades, do tipo de corte, da presença ou ausência de sementes e do teor de umidade final sobre a aceitação dos tomates secos temperados por consumidores potenciais do produto, foram avaliados em laboratório, através de testes afetivos realizados em duas etapas.

Os resultados dos testes afetivos foram avaliados através de ANOVA e testes de médias (Tukey 5%), utilizando o software Statistica® 6.0.

#### **3.8.1. Teste Afetivo: Avaliação da aparência**

O delineamento experimental aplicado neste trabalho gerou um grande número de tratamentos (Tabela 7). Numa primeira etapa, buscou-se identificar se a aparência geral do produto final poderia ser determinante na preferência do consumidor. Assim foi aplicado um teste afetivo sensorial de aparência, observando os seguintes atributos: cor, tamanho, textura visual e aparência geral.

A apreciação do produto foi feita por 35 provadores não treinados que utilizaram uma escala hedônica de 5 pontos. As amostras foram acondicionadas em placas de Petri tampadas, identificadas por um número com três dígitos e dispostas aleatoriamente em duas bancadas cobertas com papel branco para

facilitar o deslocamento dos provadores no laboratório. Cada bancada acomodou 8 tratamentos.

A Figura 8 apresenta a ficha de avaliação utilizada para este teste. Foi feita a casualização das amostras em cada teste, para que a ordem dos tratamentos e a disposição na bancada não influenciassem a decisão dos provadores.

#### **3.8.2. Teste Afetivo de aceitação e intenção de compra**

Trinta e cinco consumidores não treinados avaliaram os quatro melhores tratamentos resultantes da avaliação da aparência (3.8.1, 4.5.1), utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (Figura 9). Os provadores avaliaram as amostras em cabinas individuais, climatizadas à temperatura aproximada de 22°C. As amostras foram dispostas em pratos brancos, sob luz fluorescente. Cada provador avaliava todas as amostras numa única sessão, conforme recomendado por STONE e SIDEL (1985). Os consumidores foram também solicitados a indicar a intenção de compra com relação a cada amostra degustada.

<b>Ficha nº:</b> _____	<b>Data:</b> /    /    _____																																																							
<p>Estão sendo apresentadas primeiramente 8 amostras de tomate seco. Por favor, avalie da esquerda para direita, a aparência do produto quanto aos atributos: cor, textura visual, tamanho, e aparência geral, utilizando a escala abaixo:</p> <p style="text-align: center;">1 – Desgostei muito</p> <p style="text-align: center;">2 – Desgostei moderadamente</p> <p style="text-align: center;">3 – Não gostei; nem desgostei.</p> <p style="text-align: center;">4 – Gostei moderadamente</p> <p style="text-align: center;">5 – Gostei muito</p> <p>Coloque o valor da escala acima, que representa sua opinião, na tabela seguinte observando cada atributo por amostra:</p>																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Amostra nº</th> <th style="width: 15%;">Cor</th> <th style="width: 15%;">Tamanho</th> <th style="width: 15%;">Textura visual</th> <th style="width: 15%;">Aparência geral</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Amostra nº	Cor	Tamanho	Textura visual	Aparência geral																																																		
Amostra nº	Cor	Tamanho	Textura visual	Aparência geral																																																				
<p>Observações: _____</p>																																																								

**Figura 8 - Ficha de Avaliação da aparência das amostras de tomate seco**

**Nome:**

1- Por favor, PROVE a amostra e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da amostra:

- 9 gostei extremamente
- 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 extremamente

2- Descreva, por favor, o que você mais gostou e menos gostou na amostra EM TERMOS GLOBAIS.

**+ Gostei:**

**- Gostei:**

3- Finalmente, indique utilizando a escala abaixo, qual sua atitude se você encontrasse esta amostra à venda.

- 9 certamente compraria
- 8
- 7 provavelmente compraria
- 6
- 5 talvez comprasse / talvez não comprasse
- 4
- 3 provavelmente não compraria
- 2
- 1 certamente não compraria
- 0

**Figura 9- Ficha utilizada no teste de aceitação e intenção de compra**

## ***CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO***

### **4.1. Análises químicas para as variedades de mesa**

A Tabela 8, a seguir, apresenta os resultados das análises químicas das variedades de mesa (Débora Plus, Carmem e Santa Clara) acompanhadas dos resultados do Teste de Tukey 5%.

O teor de sólidos totais não apresentou diferença significativa entre as três variedades Carmem, Debora Plus e Santa Clara. Isto significa que, em termos de sólidos totais, as três variedades apresentam a mesma aptidão para a secagem.

Na análise de acidez total medida em (g de ácido cítrico/100ml), observa-se que as variedades também não diferiram estatisticamente em nível de 5% de significância.

O teor de sólidos solúveis diferiu estatisticamente entre as variedades, sendo que a Carmem apresentou menor valor desta propriedade do que as variedades Debora Plus e Santa Clara, as quais, inclusive, não diferiram estatisticamente entre si. Pode-se então supor que estas duas últimas possuem maior teor de açúcar, o que, no caso do tomate, constitui-se principalmente de frutose e glicose (STEVENS, 1985).

Tabela 8. Teor de sólidos totais, acidez total, sólidos solúveis e índice [Brix/Acidez total] de três variedades de tomate de mesa

<b>Variedades</b>	<b>Sólidos totais (%)*</b>	<b>Acidez (g de ácido cítrico/100ml)*</b>	<b>Sólidos Solúveis (°Brix)*</b>	<b>Índice Brix/Acidez total*</b>
<b>Santa Clara</b>	4,70 a	0,31 a	4,74 a	15,53 a
<b>Debora Plus</b>	4,88 a	0,30 a	4,78 a	15,81 a
<b>Carmem</b>	4,19 a	0,35 a	4,18 b	12,03 b

\* Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

A relação entre o conteúdo de açúcares e a acidez total tem sido reportada como um importante parâmetro correlacionado à preferência do consumidor. Segundo OKADA et al. (1997), o alimento que tem o seu índice [Brix/Acidez total] no intervalo de 12 a 18, possui características organolépticas desejáveis.

Os índices [Brix/Acidez total] obtidos para as três variedades são satisfatórios de acordo com OKADA et al. (1997), porém observou-se um maior índice para as variedades Santa Clara e Debora Plus, que diferem estatisticamente em nível de 5% de significância da variedade Carmem, mas não diferem entre si.

Os resultados das análises químicas apresentados nos permitem, portanto, concluir que, dentre as variedades de tomate de mesa estudadas, pode-se recomendar a Santa Clara e a Debora Plus como aquelas que apresentam melhor aptidão à secagem. No entanto, devido à indisponibilidade de oferta da variedade Santa Clara na época da realização deste trabalho, optou-se por utilizar a variedade Debora Plus para as fases posteriores da pesquisa. Acrescenta-se ainda que, segundo informações de técnicos que atuam na cultura do tomateiro, observa-se, atualmente, uma tendência de ampliação da área plantada da variedade Debora Plus e uma retração da variedade Santa Clara.

**4.2. Análise química das variedades industriais**

A Tabela 9, a seguir, apresenta os resultados das análises químicas das variedades industriais (Rio Grande e Zenete), acompanhados dos resultados do teste de comparação de médias t-student 5%.

Tabela 9. Teor de sólidos totais, acidez total, sólidos solúveis e índice [Brix/Acidez total] de três variedades de tomate industrial:

<b>Variedades</b>	<b>Sólidos totais (%)*</b>	<b>Acidez (g de ácido cítrico/100ml)*</b>	<b>Sólidos Solúveis (°Brix)*</b>	<b>Índice Brix/Acidez total*</b>
<b>Rio Grande</b>	6,47 a	0,35 a	5,47 a	15,63 a
<b>Zenete</b>	5,20 b	0,29 b	4,46 b	15,38 a

\* Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de médias t-student.

O teor de sólidos totais apresentou diferença significativa entre as duas variedades, com base no Teste t-student. Isto significa que, em termos de sólidos totais, as duas variedades não apresentam a mesma aptidão para a secagem, presumindo que a variedade com maior porcentagem de sólidos totais proporcionará um maior rendimento no processo de secagem. Assim sendo, pode-se afirmar, com base nesse parâmetro, que a variedade Rio Grande é mais indicada para o processo.

Na análise de acidez total, observa-se que as variedades também diferiram estatisticamente em nível de 5% de significância, sendo que a variedade industrial Rio Grande apresentou maior acidez, o que pode influenciar na preferência do consumidor.

O teor de sólidos solúveis para as variedades industriais diferiu estatisticamente entre si em nível de 5% de significância, onde foi observado que a variedade Rio Grande possuiu um maior teor de açúcares, sendo um fator favorável para escolha desta variedade.

Os índices [Brix/Acidez total] obtidos para duas variedades são satisfatórios de acordo com OKADA et al. (1997), não diferindo estatisticamente entre si em nível de 5 %.

Os resultados de sólidos solúveis e acidez total obtidos nas categorias de tomate industrial e de mesa são compatíveis com os reportados por GOULD (1991), porém o teor de sólidos totais obtidos neste trabalho se apresentaram menores, provavelmente devido a diferenças nas variedades ou ainda nas condições e manejo de cultivo.

Acrescenta-se ainda a informação obtida junto a especialistas da área de cultivo de tomate que a variedade Rio Grande é mais comumente encontrada no mercado, o que justifica a opção por esta variedade industrial de acordo com os objetivos da pesquisa.

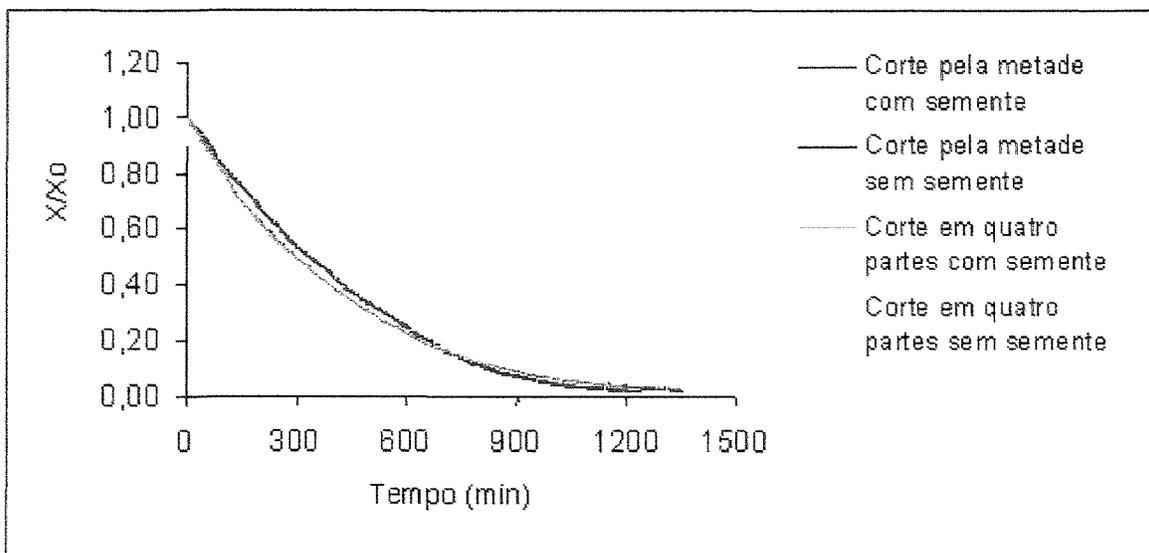
### **4.3. Construção das cinéticas experimentais de secagem do tomate**

A influência dos parâmetros estudados sobre o processo de secagem foi avaliada mediante a construção e comparação de curvas do teor de umidade adimensional versus o tempo de secagem obtidas nos 16 tratamentos, de acordo com o método proposto em 3.3. Primeiramente, analisaram-se os efeitos do tipo de corte e presença de semente para cada uma das variedades (Debora Plus e Rio Grande) em cada nível de temperatura de secagem individualmente (60 e 70°C).

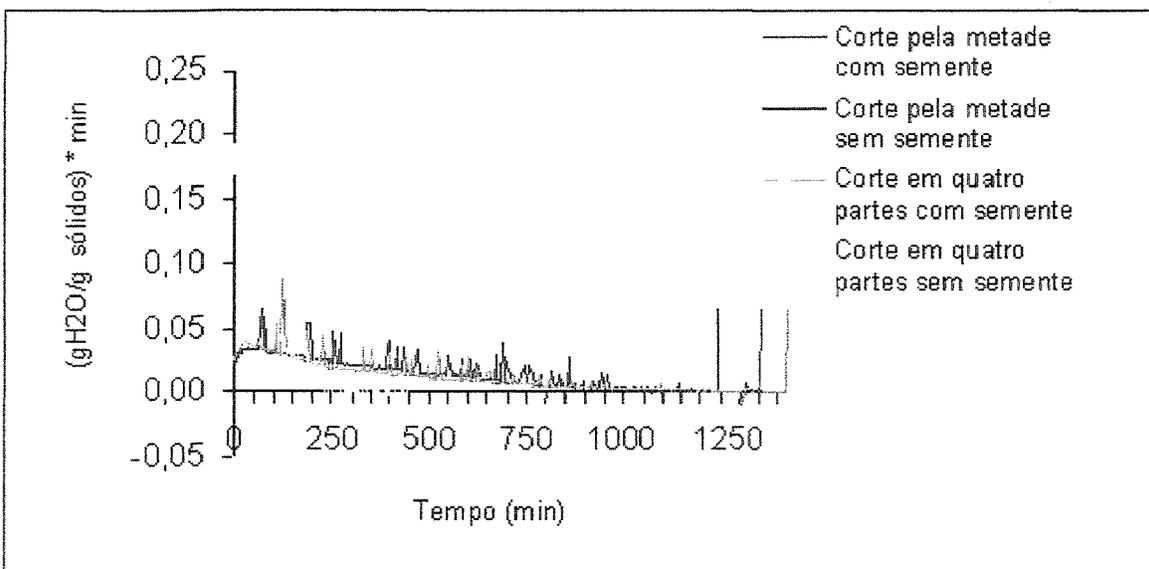
Assim como observado por ROMERO (1999), o tamanho das fatias de tomate é inversamente proporcional às taxas de secagem, o que pode ser notado nos itens seguintes, 4.3.1 e 4.3.2.

#### **4.3.1. Variedade Debora Plus**

As Figuras 10 e 12 apresentam os resultados das cinéticas experimentais da variedade de mesa Debora Plus para as temperaturas de secagem de 60°C e 70°C, respectivamente. As taxas de secagem correspondentes estão mostradas nas Figuras 11 e 13.



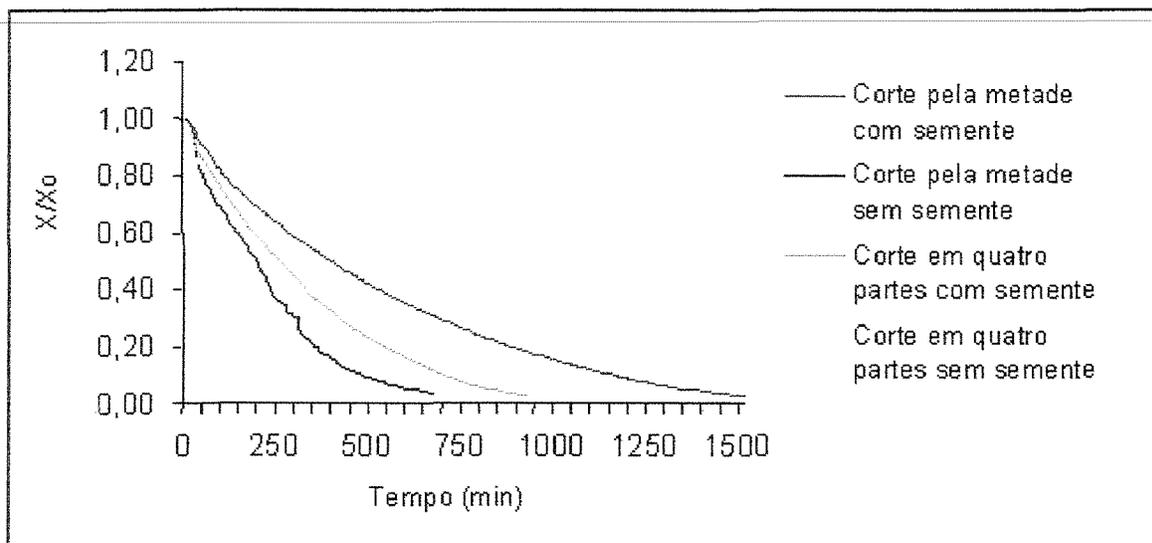
**Figura 10. Cinética experimental de secagem de tomate da variedade de mesa Debora Plus a 60°C.**



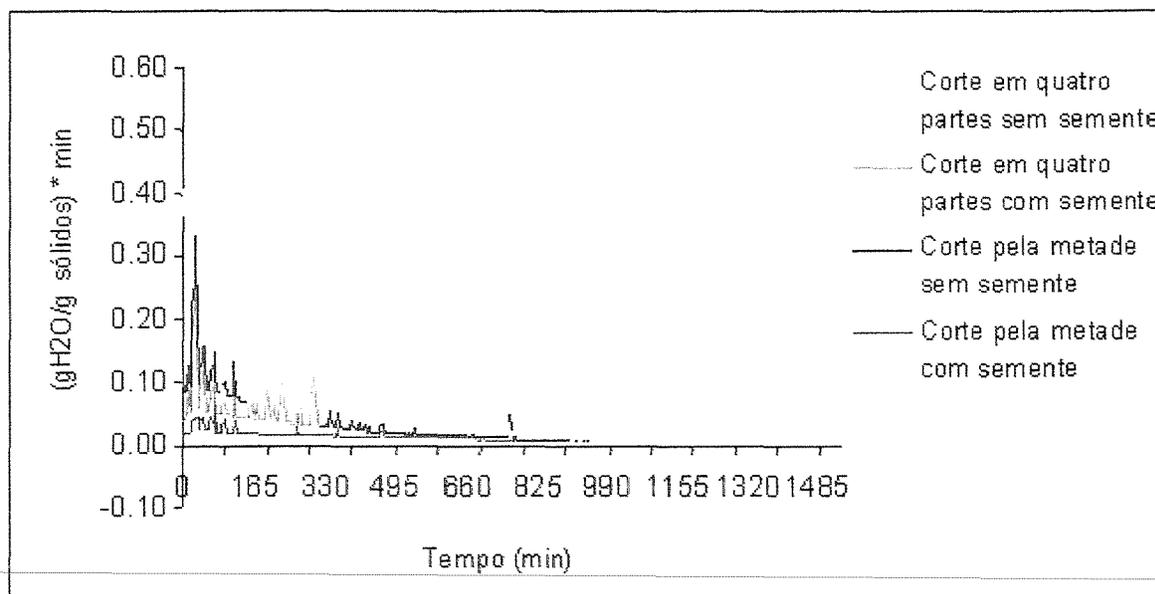
**Figura 11. Taxas de secagem de tomate dos tratamentos da variedade de mesa Debora Plus a 60°C.**

A análise das Figuras 10 e 11 não permite conclusões definitivas quanto à influência da presença de semente e da dimensão dos pedaços sobre o tempo de secagem, nos testes realizados à 60° C, tendo em vista a sobreposição das curvas dos diversos tratamentos.

Comportamento distinto pode ser observado e com maior evidência para a temperatura do ar de secagem de 70°C (Figura 12). Neste último caso, fica evidente que a ausência de sementes é um parâmetro que influencia mais do que o tamanho dos pedaços na redução do tempo de secagem. Assim, o tratamento representado pelo corte em quatro partes sem sementes foi o processo que apresentou maior taxa de secagem, enquanto que o processo mais lento correspondeu ao tratamento de corte pela metade dos frutos com semente. Entre esses extremos, pode-se observar, ainda que sutilmente, que a presença de sementes parece ser um fator importante na redução do período de secagem.



**Figura 12. Cinética experimental de secagem de tomate da variedade de mesa Debora Plus a 70°C.**



**Figura 13. Taxas de secagem da variedade de mesa Debora Plus a 70°C.**

#### 4.3.2. Variedade Rio Grande

As Figuras 14 e 16 apresentam os resultados das cinéticas experimentais de secagem de tomates da variedade industrial Rio Grande para as temperaturas de secagem de 60°C e 70°C, respectivamente. As Figuras 15 e 17 apresentam as taxas de secagem da variedade industrial Rio Grande para os dois níveis de temperatura.

Pode-se observar na Figura 14 que o tempo requerido na secagem da variedade Rio Grande à temperatura de 60° C para o tratamento corte em quatro partes sem semente foi aproximadamente a metade do tempo correspondente à geometria de corte pela metade com semente. Observa-se uma similaridade de comportamento das curvas experimentais e período de secagem entre os tratamentos corte pela metade sem semente e corte em quatro partes com semente, o que mostra que a presença de semente tem influência mais marcante sobre o tempo de secagem do que a geometria do fruto, também para a variedade industrial Rio Grande, assim como ocorreu com os resultados da variedade de mesa Debora Plus na secagem a 70° C.

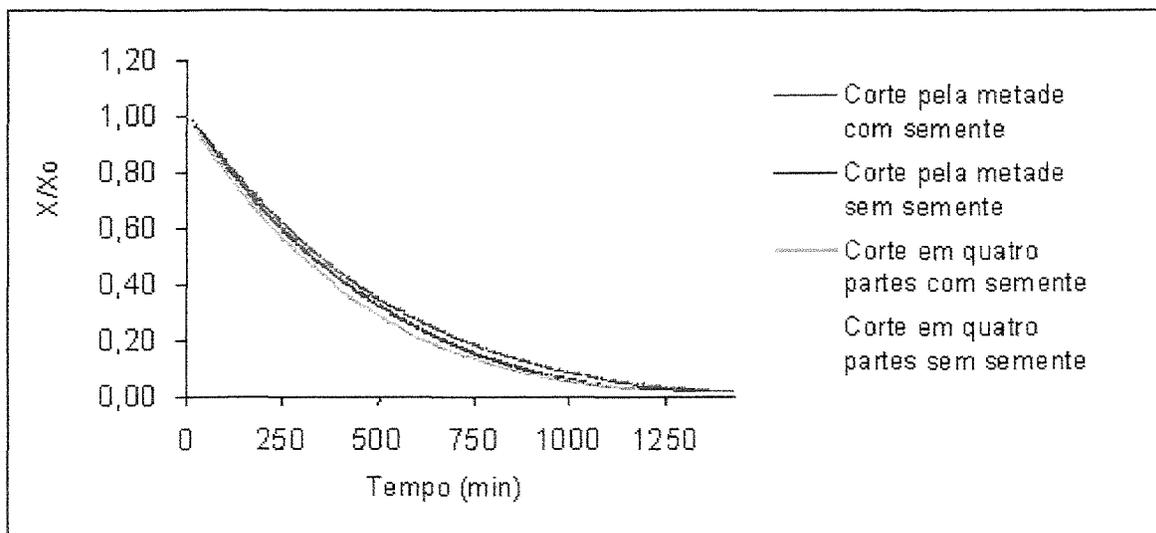


Figura 14. Cinética experimental de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 60° C.

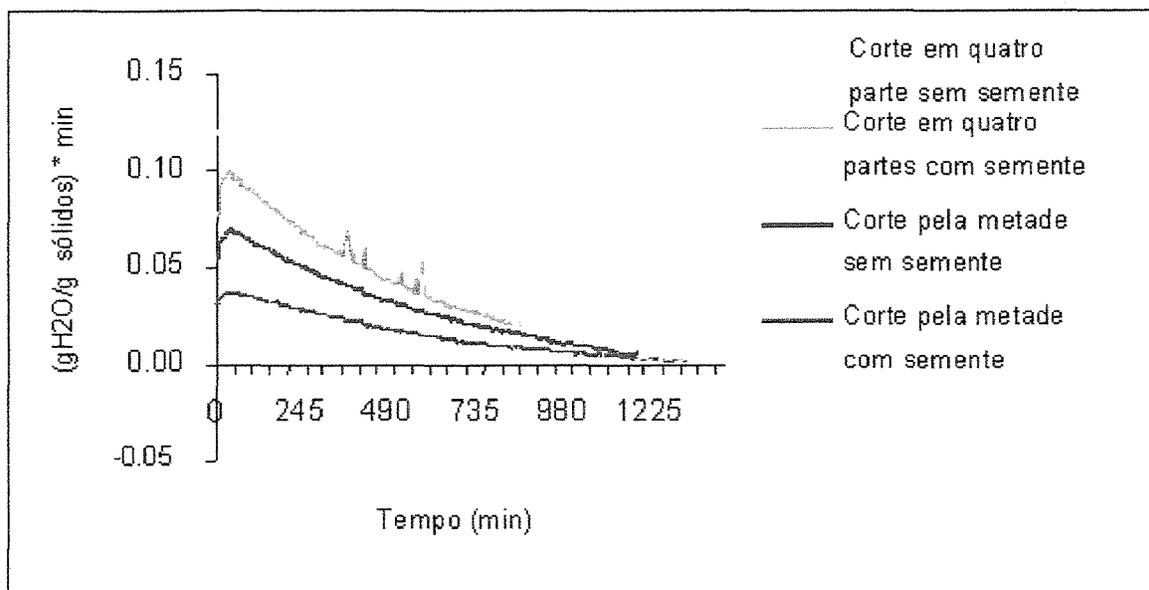
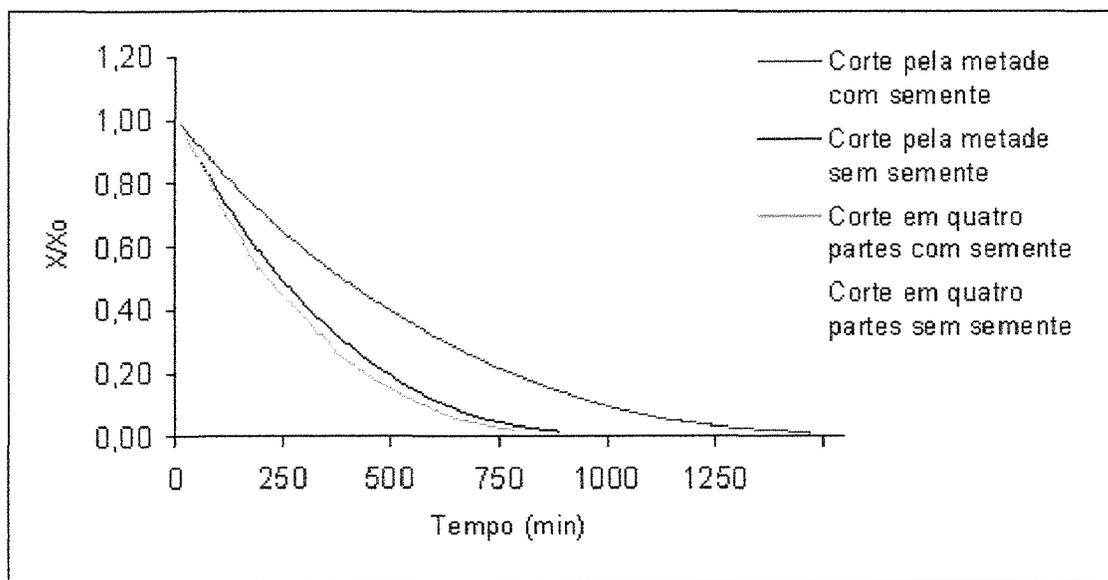


Figura 15. Taxas de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 60°C.

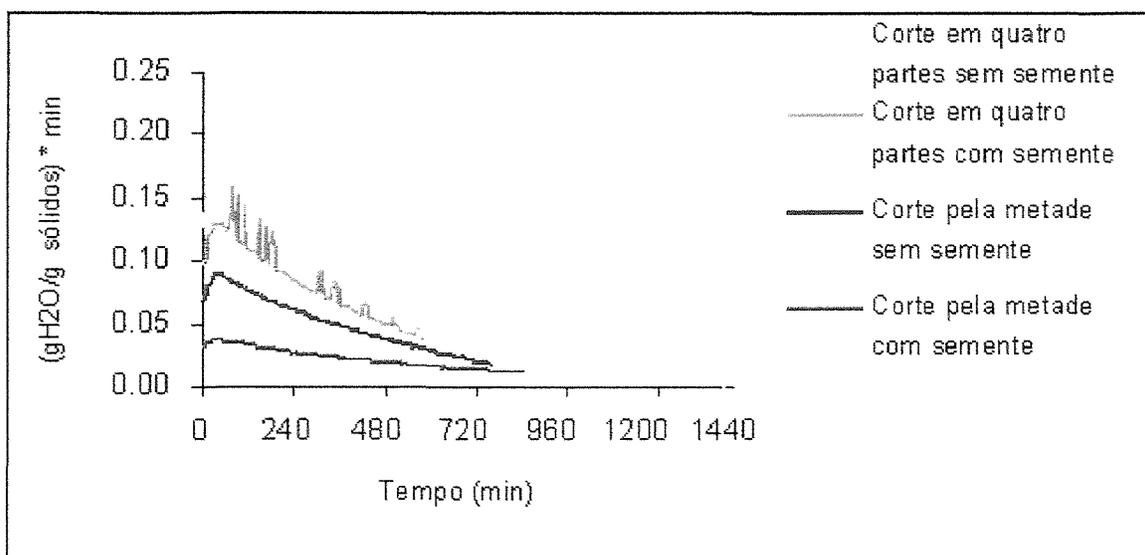
Na Figura 16, observa-se que na secagem da variedade Rio Grande à 70°C, os quatro tratamentos estudados apresentaram comportamento semelhante aqueles submetidos na secagem à temperatura de 60° C, porém com maiores

taxas de secagem (Figuras 15 e 17) e tempos de secagem inferiores. Ressalta-se o comportamento e períodos de secagem dos tratamentos corte pela metade sem semente e corte em quatro partes com semente os quais possuem maior semelhança. Ainda pode ser observado um período de secagem inferior a todos os demais tratamentos para o corte em quatro partes sem semente, que apresentou um tempo de secagem abaixo da metade do tempo requerido pelo tratamento de corte pela metade com semente.

Observando-se as Figuras 15 e 17 e comparando-as com a Figura 13, pode-se verificar que as taxas de secagem da variedade industrial apresentaram a mesma tendência observada na secagem a 70° C de tomates da variedade Debora Plus, em termos dos tratamentos.



**Figura 16. Cinética experimental de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 70°C.**



**Figura 17. Taxas de secagem de tomate da variedade industrial Rio Grande a 70°C.**

#### 4.3.3. Efeito da Variedade e da Temperatura

As Figuras 18 a 21 reúnem os resultados das cinéticas experimentais de secagem com a finalidade de analisar o efeito das variedades e da temperatura de secagem.

Observando-se o comportamento das curvas das Figuras 18 a 21, avalia-se que não é possível apresentar conclusões definitivas a respeito dos parâmetros variedade e temperatura de secagem. Para algumas geometrias de corte, parece haver uma influência sutil do aumento de temperatura de secagem (Figuras 19 e 20), enquanto que em outros casos (Figuras 18 e 21) isso não ocorre.

Com base na análise apresentada, pode-se afirmar que o aumento de 60°C para 70°C não apresentou melhora significativa na eficiência do processo de secagem. Sendo assim, para as fases posteriores da pesquisa selecionou-se a temperatura de secagem de 60°C, pois proporciona maior economia de energia. Além disso foi observado por outros autores e também em testes preliminares realizados, que a secagem de tomate a temperaturas acima de 65°C provoca escurecimento e maior dureza no produto final.

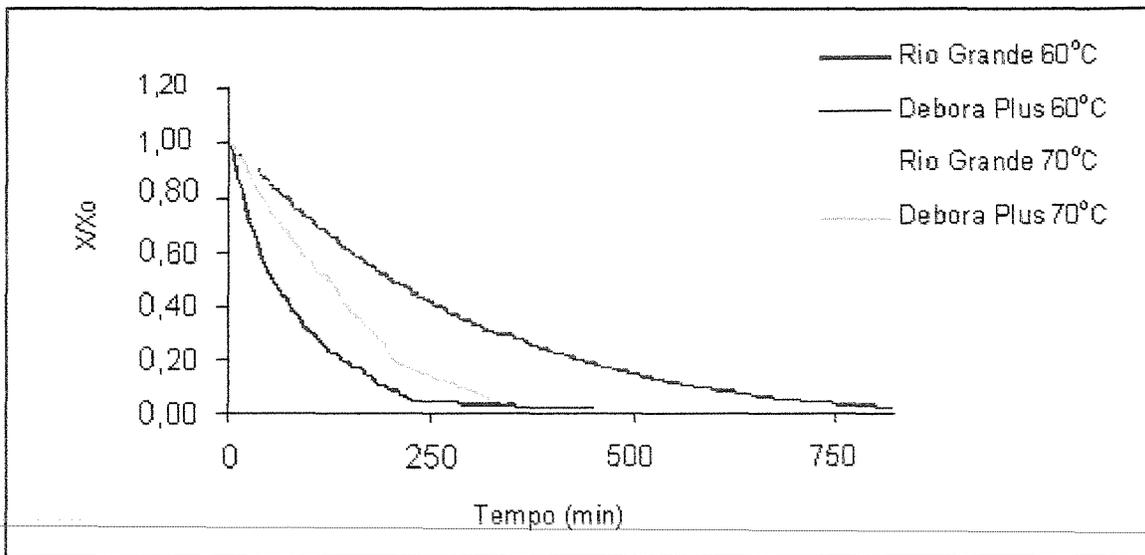


Figura 18. Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades, para o tratamento em quatro partes sem semente.

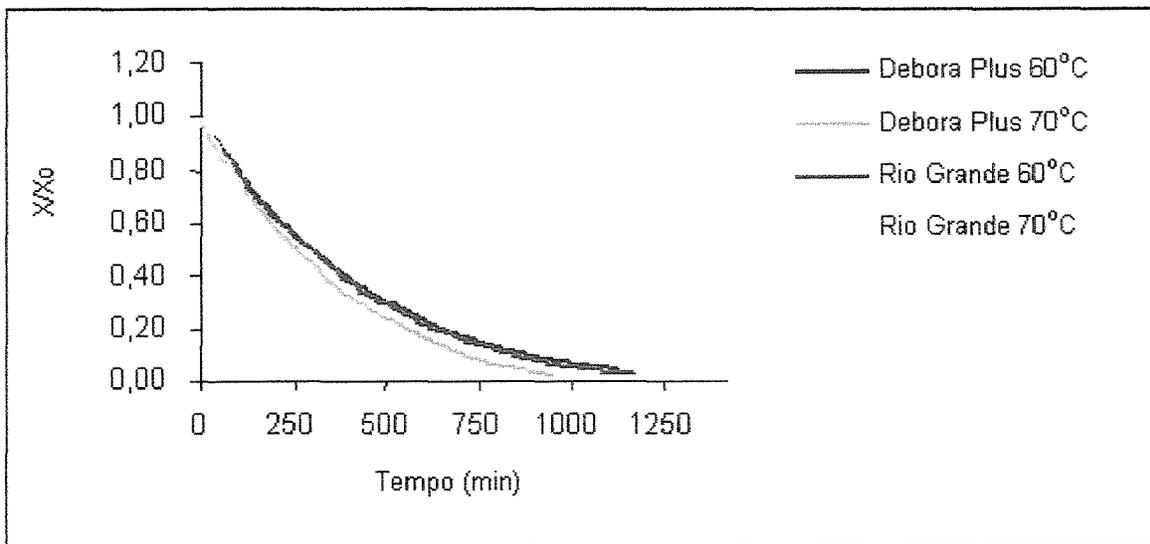
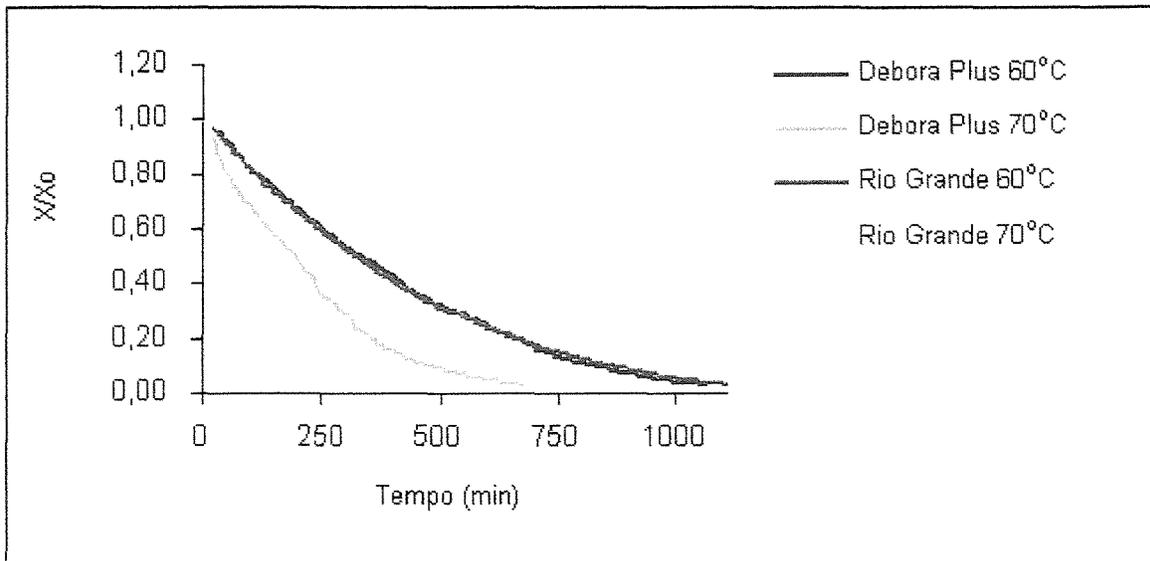
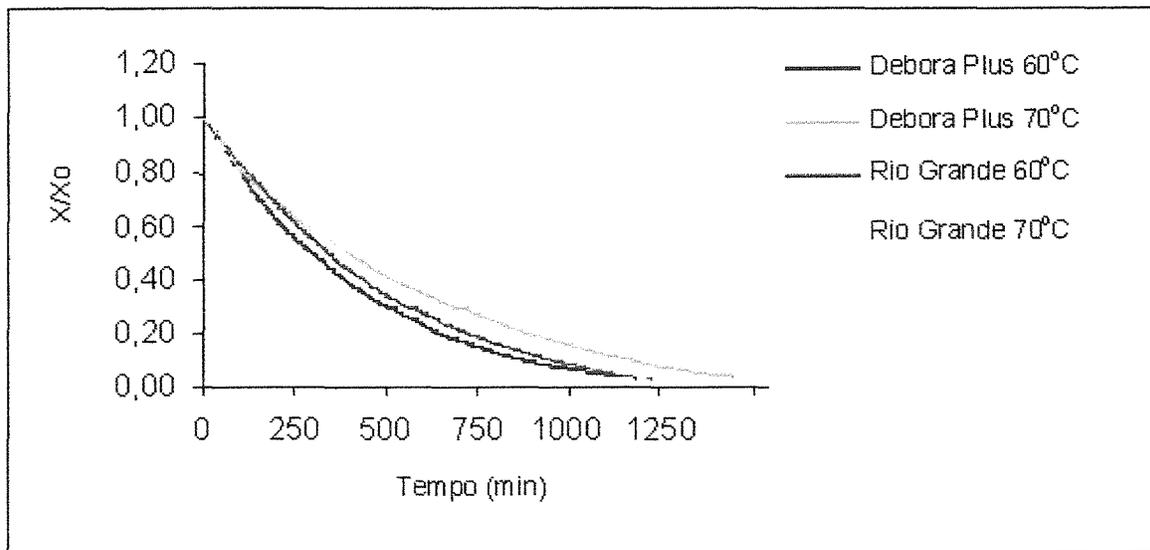


Figura 19. Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades, para o tratamento em quatro partes com semente.



**Figura 20. Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades para o tratamento corte pela metade sem semente.**



**Figura 21. Cinética experimental de secagem de tomate de duas variedades para o tratamento corte pela metade com semente.**

**4.4. Análise dos resultados das medidas instrumentais****4.4.1. Cor**

A Tabela 10 apresenta os resultados da medida instrumental de cor do tomate seco com base nos parâmetros *L*, *a* e *b* e a Tabela 11 apresenta os resultados da análise de variância relativa a variável dependente cor em termos do parâmetro *L*, o único que apresentou diferença significativa e por isso merece ser analisado. A Figura 22 apresenta a superfície de resposta do parâmetro *L*.

As propriedades *a* e *b* da variável cor não apresentaram diferença significativa estatisticamente.

---

Tabela 10. Média da medida instrumental cor, de acordo com o tratamento

<b>N° de identificação</b>	<b>Cor</b>		
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>L</b>
<b>1</b>	30,0	11,0	8,4
<b>2</b>	28,3	13,0	8,3
<b>3</b>	28,0	14,7	8,5
<b>4</b>	28,4	12,6	8,1
<b>5</b>	28,9	16,0	8,9
<b>6</b>	29,8	16,0	8,9
<b>7</b>	28,0	13,5	7,5
<b>8</b>	29,4	18,0	9,0
<b>9</b>	28,5	11,6	7,5
<b>10</b>	28,2	13,8	6,8
<b>11</b>	27,3	13,0	6,5
<b>12</b>	24,9	15,6	7,2
<b>13</b>	28,2	14,5	7,5
<b>14</b>	28,5	14,3	7,3
<b>15</b>	29,7	16,4	8,2
<b>16</b>	29,8	14,6	9,1

Analisando-se a Tabela 11, observa-se que apenas o atributo *L* da cor apresentou diferença significativa e somente em termos do parâmetro variedade do tomate. A figura 22 ilustra esses efeitos e mostra que a variedade Débora Plus apresentou maiores valores de luminosidade, comparativamente à variedade Rio Grande, o que pode ser interpretado como uma susceptibilidade maior ao

#### CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

escurecimento de tomates da variedade Rio Grande quando submetidos ao processo de secagem. Os outros parâmetros analisados (geometria de corte, semente e umidade final) não apresentaram diferença significativa.

Tabela 11. Análise de variância para cor, parâmetro *L* das amostras de tomate seco:

---

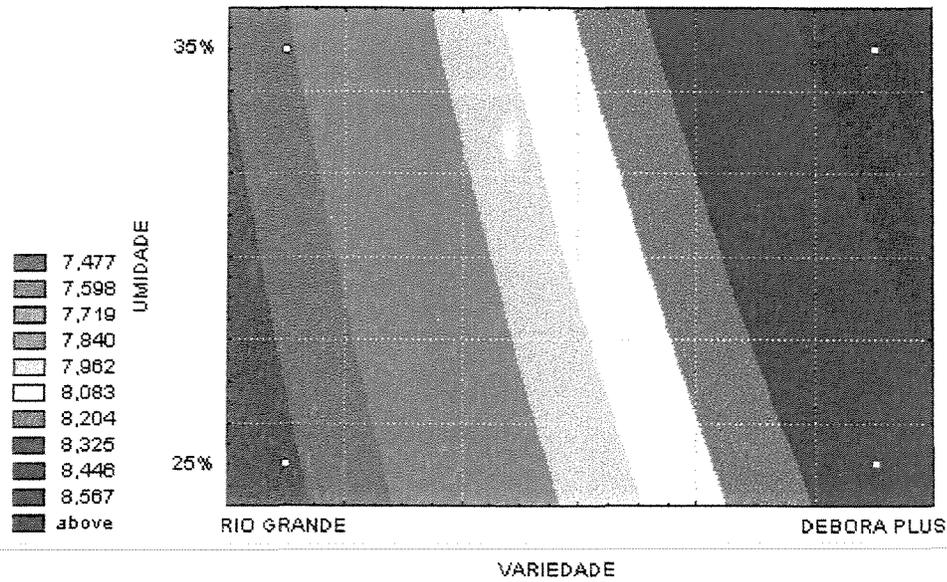
ANOVA; Parâmetro L; R-sqr=0,81432; Adj:

---

Tratamentos	SS	df	MS	F	p*
Variedade(1)	3,4002	1,0000	3,4002	9,3963	0,0279
Corte (2)	1,6187	1,0000	1,6187	4,4733	0,0881
Semente (3)	0,0105	1,0000	0,0105	0,0292	0,8711
Umidade (4)	0,1411	1,0000	0,1411	0,3899	0,5597
1 X 2	0,6146	1,0000	0,6146	1,6984	0,2493
1 X 3	0,6417	1,0000	0,6417	1,7732	0,2405
1 X 4	0,0135	1,0000	0,0135	0,0372	0,8546
2 X 3	0,1971	1,0000	0,1971	0,5447	0,4937
2 X 4	0,4503	1,0000	0,4503	1,2444	0,3154
3 X 4	0,8476	1,0000	0,8476	2,3422	0,1865
Erro	1,8093	5,0000	0,3619		
Total SS	9,7445	15,0000			

---

\*Para valores de  $p \leq 0,05$ , há efeito significativo das variáveis avaliadas



**Figura 22. Superfície de resposta obtida na avaliação da medida instrumental cor, parâmetro L, para as amostras de tomate seco.**

#### 4.4.2. Textura

As propriedades adesividade e gomosidade não apresentaram diferenças significativas para as variáveis independentes avaliadas. No entanto as propriedades dureza e mastigabilidade apresentaram diferença significativa.

A Tabela 12 mostra os resultados médios obtidos na análise instrumental de textura, em termos das propriedades primárias (dureza e adesividade) e secundárias (mastigabilidade e gomosidade) para os 16 tratamentos. A Figura 23 mostra o efeito da variável independente sobre a dureza e a Figura 24 ilustra a superfície de resposta em termos de variáveis “umidade” e “variedade”.

A partir da Figura 23 pode-se observar o maior efeito na variável independente “variedade” do que nas demais, mostrando que as duas variedades apresentaram diferenças na dureza após o processo de secagem. Para ilustrar, a Figura 24 mostra que, embora a umidade não tenha apresentado diferença significativa, a variedade Débora Plus apresentou maior dureza.

Tabela 12. Média da medida instrumental de Textura das 16 amostras de tomate seco:

N° de identificação	Medidas instrumentais			
	Dureza	Adesividade	Mastigabilidade	Gomosidade
1	62,0	32,4	-0,7	32,4
2	62,0	30,0	-2,2	30,0
3	84,1	52,0	0,1	52,0
4	34,1	19,4	0,1	19,4
5	46,0	23,9	0,1	26,1
6	56,7	27,8	-0,8	31,1
7	45,3	25,7	-0,2	52,7
8	68,7	40,4	0,0	40,4
9	35,9	21,7	0,0	21,7
10	30,0	17,0	0,0	17,0
11	35,1	26,4	0,2	26,3
12	39,3	23,2	0,1	23,2
13	34,9	28,1	0,3	28,1
14	41,0	22,9	0,1	52,9
15	17,5	10,6	0,1	18,0
16	34,1	22,3	0,3	10,6

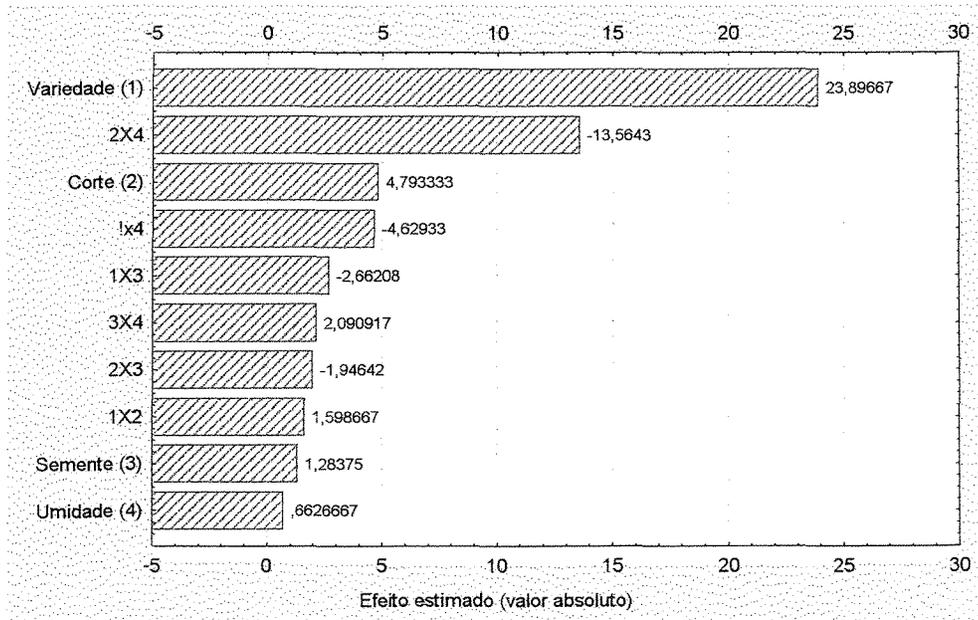
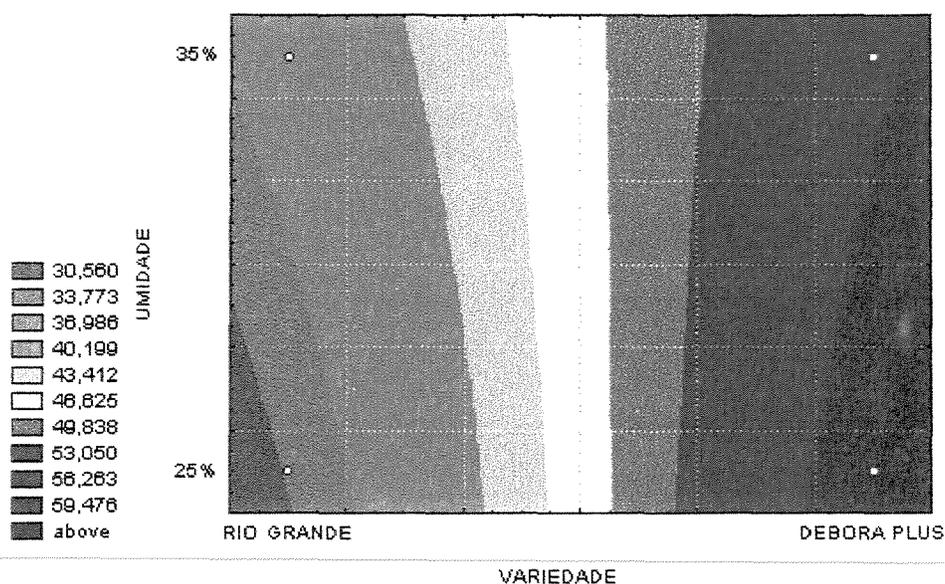


Figura 23. Efeito das variáveis independentes sobre a dureza das amostras de tomate seco.



**Figura 24. Superfície de resposta obtida na avaliação da medida instrumental Dureza para as amostras de tomate seco.**

Os resultados da análise de variância da propriedade secundária mastigabilidade estão apresentados na Tabela 13, segundo os quais observa-se que as variáveis que apresentaram influência significativa ( $p \leq 0,05$ ) foram: “Variedade” e “Semente”.

Na Figura 25, observa-se que a variedade Rio Grande, independente da presença ou ausência de sementes, obteve maior mastigabilidade, ou seja, maior dificuldade de mastigação até a deglutição do produto. Para a variedade Débora Plus, a presença de semente difere estatisticamente da ausência, apresentando, neste último caso, maior mastigabilidade o que pode sugerir que a retirada das sementes resulta em maior dificuldade na mastigação do alimento até sua deglutição.

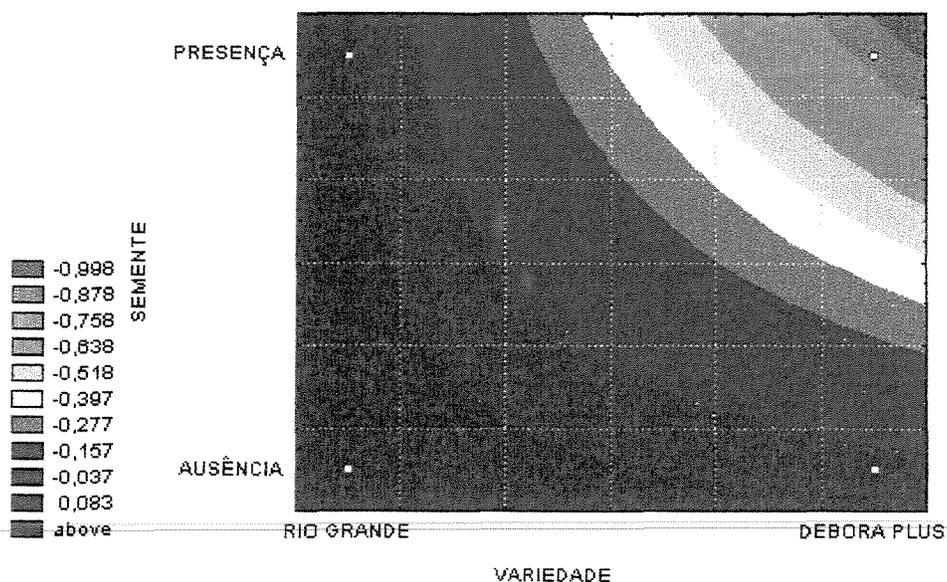
Ressalta-se que a variedade Rio Grande apresenta menor quantidade de sementes, o que pode justificar a ausência do efeito dessa variável sobre a mastigabilidade.

Tabela 13. Análise de variância para propriedade mastigabilidade das amostras de tomate seco:

ANOVA; Var. :mastigabilidade; R-sqr=,87787

Variáveis independentes	SS	df	MS	F	p*
Variedade (1)	1,3273	1,0000	1,3273	9,2277	0,0288
Corte (2)	0,3176	1,0000	0,3176	2,2082	0,1974
Semente (3)	1,0002	1,0000	1,0002	6,9534	0,0461
Umidade (4)	0,2968	1,0000	0,2968	2,0631	0,2104
1 X 2	0,1443	1,0000	0,1443	1,0035	0,3625
1 X 3	0,7669	1,0000	0,7669	5,3320	0,0690
1 X 4	0,2736	1,0000	0,2736	1,9023	0,2263
2 X 3	0,4646	1,0000	0,4646	3,2297	0,1322
2 X 4	0,0630	1,0000	0,0630	0,4377	0,5375
3 X 4	0,5152	1,0000	0,5152	3,5816	0,1170
Erro	0,7192	5,0000	0,1438		
Total SS	5,8886	15,0000			

\*Para valores de  $p \leq 0,05$ , há efeito significativo das variáveis avaliadas



**Figura 25. Superfície de resposta obtida na avaliação da medida instrumental Mastigabilidade para as amostras de tomate seco.**

#### 4.5. Avaliação Sensorial

##### 4.5.1. Avaliação sensorial da aparência final do produto

Os resultados da avaliação de aparência das amostras de tomate seco oriundas dos 16 tratamentos delineados (item 3.5) estão apresentados na Tabela 14, mostrando o teste de médias Tukey (5%) e indicando os tratamentos que diferem estatisticamente entre si.

## CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 14. Resultados do teste afetivo de aparência feito por 35 provadores, considerando quatro atributos visuais e uma escala de cinco pontos

Tratamento	Atributos visuais			
	Aparência geral	Cor	Tamanho	Textura Visual
1-Varietade Debora Plus, corte ao meio com semente e umidade final de 25%.	2,1 b	2,3 c	2,9 b	2,3 b
2-Varietade Debora Plus, corte ao meio com semente e umidade final de 35%	2,4 b	2,6 b	3,1 a	2,6 b
3-Varietade Debora Plus, corte ao meio sem semente e umidade final de 25%.	2,7 b	2,8 b	3,4 a	2,9 a
4-Varietade Debora Plus, corte ao meio sem semente e umidade final de 35%	3,3 a	3,9 a	3,5 a	3,3 a
5-Varietade Debora Plus, corte em quatro partes com semente e umidade final de 25%	2,5 b	3,1 a	2,8 b	2,4 b
6-Varietade Debora Plus, corte em quatro partes com semente e umidade final de 35%	2,5 b	3,0 b	3,1 a	2,5 b
7-Varietade Débora Plus, corte em quatro partes sem semente e umidade final de 25%.	3,6 a	4,0 a	3,3 a	3,3 a
8-Varietade Débora Plus, corte em quatro partes sem semente e umidade final de 35%.	3,5 a	3,7 a	3,0 b	3,3 a
9-Varietade Rio Grande, corte ao meio com semente e umidade final de 25%.	2,8 b	2,5 b	3,4 a	2,7 b
10-Varietade Rio Grande, corte ao meio com semente e umidade final de 35%	3,7 a	3,9 a	3,9 a	3,5 a
11-Varietade Rio Grande, corte ao meio sem semente e umidade final de 25%.	2,6 b	3,1 b	2,6 b	2,7 b
12-Varietade Rio Grande, corte ao meio sem semente e e umidade final de 35%.	3,0 a	3,7 a	2,9 b	3,0 a
13-Varietade Rio Grande, corte em quatro partes com semente e umidade final de 25%.	3,4 a	3,2 a	3,7 a	3,0 a
14-Varietade Rio Grande, corte em quatro partes, com semente e umidade final de 35%.	3,4 a	3,2 a	3,7 a	3,1 a
15-Varietade Rio Grande, corte em quatro partes sem semente e umidade final de 25%	2,9 a	3,5 a	2,9 b	2,7 b
16-Varietade Rio Grande, corte em quatro partes, sem semente e umidade final de 35%.	3,5 a	3,8 a	3,2 a	3,7 a

\* Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

A seleção das amostras que foram posteriormente submetidas ao teste afetivo de aceitação e intenção de compra foi baseada nesses resultados. A Tabela 14 revela que, quanto à aparência geral, os tratamentos que obtiveram a maior média e não diferiram estatisticamente entre si foram: 4, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15 e 16. Os tratamentos selecionados foram:

- 4- Variedade Debora Plus com corte ao meio sem semente e umidade final de 35%;
- 7- Variedade Débora Plus com corte em quatro partes sem semente e umidade final de 25%;
- 10- Variedade Rio Grande com corte ao meio com semente e umidade final de 35%.
- 16- Variedade Rio Grande, corte em quatro partes, sem semente e umidade final de 35%.

A eliminação de cinco amostras baseou-se nas seguintes justificativas, de acordo com a Tabela 14:

- A amostra 8 apresentou nota inferior para o atributo “tamanho” diferente estatisticamente do melhor grupo;
- A amostra 12 apresentou notas limites (3,0) para “aparência geral” e “textura visual” e menos para o atributo tamanho;
- A amostra 13 foi eliminada, pois a umidade final de 25%, correspondente à textura mais dura, apresentou valor limite (3,0) para o atributo “textura visual”;
- A amostra 14 foi considerada apta para o teste afetivo de aceitação e intenção de compra do produto, no entanto, não se dispunha de número suficiente de amostras para este tratamento;
- A amostra 15 também recebeu notas inferiores nos atributos “tamanho” e “textura visual” e diferentes estatisticamente do melhor grupo;

Cabe lembrar que o valor 3,0 foi considerado limite no critério de seleção de acordo com a escala de valores constante na Figura 11, Capítulo 3.

4.5.2. Teste de aceitação e Intenção de compra

A qualidade sensorial analisada por teste de aceitação aplicado aos quatro produtos selecionados na avaliação de aparência apresentou os resultados constantes na Tabela 15, mostrando as médias de cada tratamento e o teste de Tukey (5%).

Tabela 15. Resultados do teste afetivo de aceitação e intenção de compra de tomate seco

<i>Tratamento</i>	<i>Aceitação do produto*</i>	<i>Intenção de compra*</i>
<b>4-Varietade Debora Plus, corte ao meio sem semente e umidade final de 35%.</b>	6,6 a	5,5 b
<b>7-Varietade Débora Plus, corte em quatro partes sem semente e umidade final de 25%.</b>	5,3 b	4,3 b
<b>10-Varietade Rio Grande, corte ao meio com semente e umidade final de 35%.</b>	6,4 a	5,9 a
<b>16-Varietade Rio Grande, corte em quatro partes, sem semente e umidade final de 35%.</b>	6,3 a	5,2 b

\* Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Quanto à aceitação do produto, observa-se que o tratamento 7 obteve a média mais baixa apresentando diferença significativa dos demais. No entanto, nenhuma amostra avaliada apresentou média abaixo de 5,0, limite de aceitação do consumidor de acordo com a Figura 12. Observa-se ainda, que os provadores preferiram a amostra com maior teor de umidade final (35%), provavelmente porque este teor de umidade proporciona menor dureza às amostras. Esse resultado é também constatado na Tabela 16 onde constam as opiniões dos provadores quando perguntados sobre o que mais gostaram/desgostaram das amostras. Ficou evidente a reprovação da umidade final de 25%, que resultou num produto duro e bastante criticado pelos provadores. Note-se que cerca de 50% dos juízes observaram a consistência mais rígida desta amostra. Para o tratamento 10, o sabor geral foi o item mais apreciado, no entanto o que mais

desagradou foi a textura, considerada dura. Observa-se ainda a preferência do consumidor, quanto ao sabor geral, pela variedade Rio Grande, a qual apresentou maior número de observações favoráveis quanto a estes aspectos.

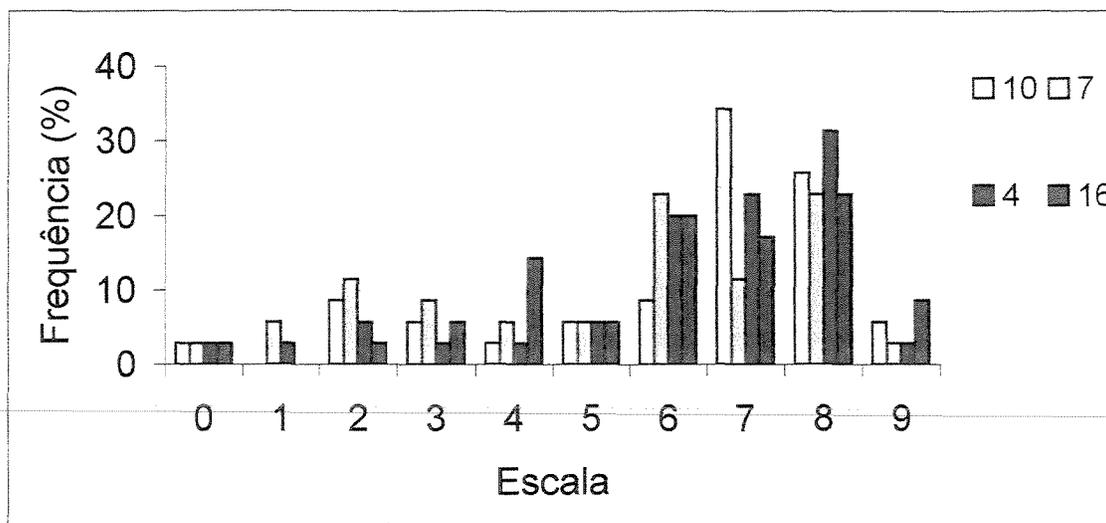
Tabela 16. Observações feitas pelos provadores em relação aos quatro produtos apresentados para a análise sensorial de tomate seco em conserva, no teste de aceitação

Tratamento	Observações (número de observações)	
	+ Gostou	- Gostou
<b>10-Variedade Rio Grande, corte ao meio com semente e umidade final de 35%.</b>	Sabor geral (17), quantidade de sal (7), doçura (4), acidez (2), quantidade de azeite (2), textura (6).	Sabor geral (2), presença de sementes (1), textura dura (11), quantidade de azeite (1), doçura (2), quantidade de sal (2), muita acidez (5).
<b>4-Variedade Plus, corte ao meio sem semente e umidade final de 35%.</b>	Debora Sabor geral (9), sal (5), doçura (1), acidez (1), quantidade de azeite (1).	Sabor geral (2), Pouco sal (4), muito sal (2), doçura (3), textura dura (8).
<b>16-Variedade Rio Grande, corte em quatro partes, sem semente e umidade final de 35%.</b>	Sabor geral (11), textura (9), sal (4), doçura (2), presença de semente (1), acidez (2), quantidade de azeite (1).	Sabor geral (4), textura dura (10), pouco sal (3), muito sal (3), acidez (4), doçura (1).
<b>7-Variedade Plus, corte em quatro partes sem semente e umidade final de 25%.</b>	Débora Sabor geral (3), doçura (1), quantidade de sal (3), acidez (1), textura (2).	Sabor geral (1), Textura dura (17), acidez (5), muito sal (4), quantidade de azeite (2), doçura (2).

A presença de semente, que se esperava prejudicar a preferência do consumidor, não foi um atributo notado, sendo citado somente por uma pessoa. No entanto, é um fator que onera o processo, porque requer maior tempo de secagem.

O perfil de aceitação do produto, Figura 26, mostra a frequência das notas atribuídas às quatro amostras analisadas no teste de aceitação. Avaliando apenas a faixa de aprovação dos provadores, representada pelas as notas acima de 5,0 pontos, pode-se notar que a amostra 10 apresentou maior frequência de notas acima deste valor, seguida pela amostra 4.

A amostra 7 apresentou maior freqüência de notas abaixo de 5,0 do que as demais, além de ser diferente estatisticamente.



**Figura 26. Frequência das notas obtidas no teste de aceitação das amostras de tomate seco.**

O perfil de intenção de compra (Figura 27), mostra que o tratamento 10 apresentou a maioria das notas acima de 6,0 (provavelmente compraria). Esta foi a única amostra em que mais de 50% dos provadores indicaram maior intenção de compra.

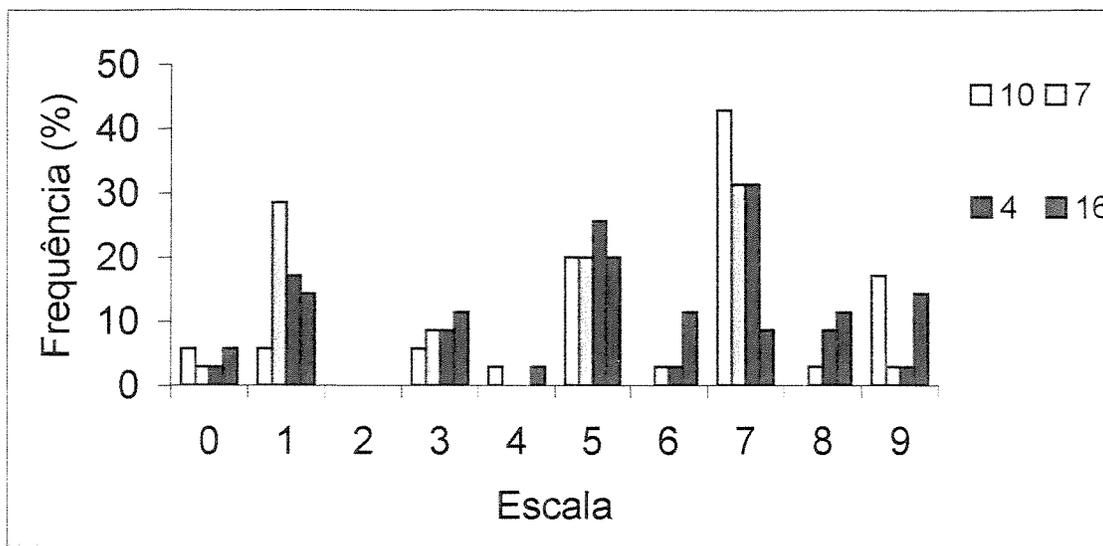


Figura 27. Frequência das notas obtidas na intenção de compra das amostras de tomate seco.

## ***CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES***

### **5.1. Análises químicas das variedades**

- As variedades de mesa Carmem, Debora Plus e Santa Clara não apresentaram diferenças significativas quanto ao teor de sólidos totais e acidez total.
- As variedades Santa Clara e Debora Plus obtiveram maior teor de sólidos solúveis entre as variedades de mesa estudadas.
- A variedade Rio Grande obteve maior teor de sólidos totais, sólidos solúveis e acidez total entre as variedades industriais estudadas.

### **5.2. Secagem**

- O tratamento “corte em quatro partes sem semente” apresentou menor período de secagem.
- De forma geral a ausência de semente e a geometria em quatro partes permitiram uma maior taxa de secagem.

### 5.3. Qualidade final do produto

#### 5.3.1. Medidas instrumentais

- A geometria de corte, a presença de sementes e o teor de umidade final, individualmente ou as interações entre estes fatores, não apresentaram influência na medida instrumental da cor das amostras de tomate seco.
- A variedade Debora Plus apresentou maior valor do parâmetro  $L$ , ou seja, maior susceptibilidade ao escurecimento no processo de secagem.
- O tomate seco da variedade Debora Plus apresentou maior dureza que o da variedade Rio Grande.
- A presença de sementes e a variedade de tomate influenciaram a mastigabilidade do tomate seco;

#### 5.3.2. Avaliação Sensorial

- Os provadores preferiram tomate seco com umidade final de 35%.
- A variedade Rio Grande apresentou melhor aceitação dos consumidores quanto ao "sabor geral";
- A presença de sementes não influenciou a escolha do produto pelos provadores.
- Os provadores demonstraram maior intenção de compra para o tomate seco produzido a partir do tratamento "Rio Grande, corte ao meio com semente e umidade final de 35%".

***CAPÍTULO 6 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA***

AHRENS, M. J. e PAULL. H.E. Storage temperature and ethylene influence on ripening of papaya fruit. **Journal American Society Horticultural Science**. v. 115, n.6, p. 949-953, 1990.

ARGANDONA, E. J. S. **Desidratação de goiaba por imersão e secagem**. 1999. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola , Campinas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO (ABIA). **Comissão Nacional da Legislação de Alimentos: Consolidação das Normas e Padrões de Alimentos**. Resolução 12/78 (12/7 Frutas Secas ou Dessecadas). São Paulo. v.1/A, p.7.5(78), 1985.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, D.C. 13<sup>a</sup> ed., 1018p, 1980.

BALASUBRAMANIAM, T. Studies on quality and nutritional aspects of tomato. **Journal of Food Science and Technology**. v. 21, p. 419-421, 1984.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying Cereal Grain**. Westport: The AVI Publishing Co. 1992.

CAMARGO, G. A.; QUEIROZ, M. R. Curvas experimentais de secagem de tomate, variedade Débora Plus, em duas temperaturas e pré-tratamento com sal e açúcar.

**XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.** Trab. 301, jul. 1999. CD-ROM.

CAMARGO, R. de **Tecnologia dos Produtos Agropecuários-Alimentos.** ESALQ/USP- Piracicaba, 1989, 296p.

CANTO, W. L.; SILVEIRA, E.T.F.; LEITE, R.S.S.F.; MAIA, M.L.; GASPARINO, J. F<sup>o</sup>; YATSUYANAGY, K. **Processamento e Mercado de Frutas Secas. Estudos econômicos - Alimentos Processados.** v.23, 1987, 208p.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. **Análises Químicas de Alimentos (Manual Técnico)** . Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas. 1990,121p.

CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio.** ESAL/FAEPE, Lavras, 1990, 320p.

CHOMCHALOW, S. **Storage conditions and timing of ethylene treatment affect ripening uniformity and marketability of tomato fruit.** University of Florida, 1991, 137 p.

CIVILLE, G. V. e SZCZESNIAK, A. S. Guideline to training a texture profile panel. **J. Texture Stud.** v. 4, 1973, 204p.

COSTELL, E.; FISZMAN, S.M.; DURÁN, L. **Propriedades Físicas I – Reologia de Sólidos y Textura.** Temas em Tecnologia de Alimentos. CYTED – Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnologia para el Desarrollo, v. 1, cap. 6, 1997.

FILGUEIRA, F. A. **Manual de Olericultura: Cultura e Comercialização de Hortaliças.** São Paulo, v.2, , 1982. 584p.

FORTES, M. & OKOS, M.R. Changes in Physical Properties of Corn During Drying. **Transactions of the ASAE.** St. Joseph, v.23, n.4, p.1004-1008, 1972.

GARRUTI, R. S. **Metodologia estatístico-sensorial para avaliação do sabor e textura de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) armazenados.** 1991, 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

GOULD,W. A. Composition of tomatoes. **Tomato Production, Processing and Quality Evaluation.** AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, p. 344-358, 1991.

GULL, D.D. , CARTAGENA, A., FRENCH, E.C. **Análisis de calidad de tomate para lograr un mejor producto.** UFLA, IBTA e PRODES. La Paz, Colombia. 1980.

GUPTA, R. G.; NATH, N. Drying of tomatoes. **Journal of Food Science and Technology.** v. 21, p. 372-376, 1984.

HAWLADER, M. N. A., UDDIN, M. S., HO, J. C. e TENG, A. B. W. Drying characteristics of tomatoes. **Journal of Food Engineering,** v. 14, p. 259-268, 1991.

HUBER, D. J. The role of cell wall hydrolyses in fruit softening. **Horticultural Revision.** v. 5, p.169-219, 1983.

IBGE, Aspectos das Atividades Agropecuárias e Extração Vegetal. In: \_\_\_\_\_ . **Anuário Estatístico.** Rio de Janeiro: v.56, p.28-56,1996.

IGARASHI, L. **Estudo do pré-tratamento osmótico de tomate e seu efeito na secagem.** 1999. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Faculdade de Engenharia Química, Campinas.

IGARASHI, L.; KIECKBUSCH, T. G.; Modelagem da desidratação osmótica de tomate utilizando a atividade de água. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados, 26. 1998, Rio de Janeiro. **Resumos ...** Rio de Janeiro: UFRJ, out. 1998. p. 73.

JAYARAMAB, K. S. e das GUPTA, D. K. Dehydration of fruits and vegetables – Recent developments in principles and techniques. **Drying Technology,** v. 10, n. 1, p. 47-60, 1990.

KADER, A. A. Stevens, M. A. , e Alblight-Holton, M. e Morris, L. L.. Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes. **Journal of American Society Horticultural Sciencei.** v. 102, n. 6, p.724-731, 1977.

KARATAS, S.; ESIN, A. Determination of moisture diffusivity and behavior of tomato concentrate droplets during drying in air. **Drying Technology.** v.12, n. 4, p.799-822, 1994.

KEEY, R. B. **Drying: Principles and Practice,** Oxford, 1975. 358p.

MACFIE, H.J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in Hall Testes. **Journal of Sensory Studies** . v.4,p.129-148, 1989.

MINANI, K. FONSECA, H. **Tomate: Produção, Pré-Processamento e Transformação Agroindustrial**. Série Extensão Agroindustrial. ESALQ, 1985. 92p.

MIRANDA, K.E.S. **Estudo de parâmetros que influenciam na elaboração de uva-passa**. UFPB, João Pessoa. 1991. 153p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA. **Relatório preliminar da comissão técnica para redução das perdas na Agropecuária**. maio, 1993.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Norma de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do Tomate para Indústria**. Portaria número 278, 30/11/1988.

MOURA, M. A.; ZANIN, S. R.; FINGER, F. L. Amadurecimento de tomate com pulverização de diferentes doses de Ethephon associado com espalhante adesivo. **Revista Brasileira de Armazenamento**. v. 23, 11-14, 1998.

OKADA, M.; VITALI, A. A.; TEIXEIRA NETO, R. O.; CARVALHO, R.; JARDIM, D. C. P. Fundamentos sobre a secagem de sólidos. In: \_\_\_\_\_. **Desidratação de Frutas e Hortaliças-Manual Técnico**. p.1-29, 1997.

OLORUNDA, A. O., AWORH, C. O. e ONUOHA, C. M. Upgrading quality of dried tomato: effects of drying methods, conditions and pre-drying treatments. **Journal Science Food Agriculture**, v. 52, p. 447-454, 1990.

PASCHOALETI, C.C. **Secagem de cogumelos (*Agaricus bisporus*)**. 1991. 61 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

PEARSON, D. **Laboratory Techniques in food Analysis**. Butter Worths, London, 1973.

PÉREZ, V. H. **Estudo do comportamento da temperatura de bananas durante o processo de secagem**. 1998. 101 p. Dissertação (Mestrado de Engenharia Agrícola), Campinas.

PINO, F. A. **Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA, CATI, SAA. v. 4, 1997.

PINTO, L. A. A.; TOBINAGA, S. Secagem e encolhimento de materiais fibrosos: músculos de peixes. In: Encontro sobre escoamento em meios porosos. 1991. **Resumos...** Campinas: Unicamp, v.2, p.568-579, 1991.

QUEIROZ, M. R. **Estudo teórico – experimental da cinética de secagem de bananas**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas.

RATTANAPANT, O; LEBERT, A; LAGUERRE, J.C.; BIMBENET, J.J. Simulation of deep bed drying of particles. In: SPIES, W.E.; SCHUBERT, H. ed. **Engineering and Food**. Elsevier Appl. Sci. v.1, p.579-591, 1990.

RHODES, M. J. C.. The maturation and ripening of fruits. **Senescence in plants**. Academic Press, New york. p. 157-205, 1980.

RICHARDSON, C. e HOBSON, G. E.. Compositional changes in normal and mutant tomato fruit during ripening and storage. **Journal of Science Food and Agriculture**. v. 40, p. 245-252, 1987.

ROMERO, L. M. **Estudo de pré-tratamentos para obtenção de tomate desidratado em fatias**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, maio, 1999. 129p. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Química).

ROMERO, L. M.; MIGUEL, M. H.; SPOGIS, N.; KIECKBUSCH, T. G. Cinética de secagem de tomates em fatias pré-tratadas: resultados preliminares. In: **Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados (XXV ENENP)**. v. 2, p.620 – 627, out,1997.

ROSSI, S.J.; ROA, S. **Secagem e Armazenamento de Produtos Agropecuário com Uso de Energia Solar e Ar Natural**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. ACIESP, 295p, 1980.

SANGUANRI, L.; FOSTER, M.; DREW, P.; GUIRGUIS, N.; e GOULD, I. Feasibility studies on Processing tomato waste and dried tomato product. **Food Research Institute**, Werribee, 1993.

SHIBLI, R. A.; EREIFEJ, K.I.;AJLOUNI, M. A.; HUSSAIN, A. Physic-chemical proprieties of fruits of four open pollinated tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)

cultivars grown under rainfed conditions in Jordan. **Journal of Food Science and Technology-Mysore**. v. 32(6), p.489-492,1995.

SINGH, K.K. Development of small capacity dryer for vegetables. **Journal of Food Engineering** . v. 21, p.19-30, 1994.

STEVENS, M. A. Citrate and malate concentrations in tomato fruits: genetic control and mutational effects. **Journal of American Society Horticultural Science**. v. 97, p. 655-658, 1972.

STEVENS, M. A. **Tomato Flavor: Effects of Genotype, Cultural Practices, and Maturity at Picking**. In: Ed. Harold E. Patee. Evaluation of quality of fruits and vegetables. AVI Publishing Co, Inc. Westport, Connecticut, 410p,1985.

STONE, C.V. **Sensory Evaluation Practices**. Florida: Academic Press. 311p, 1985.

STRUMILLO, C.; KUDRA. Drying kinetics. In: **Drying: principles, applications and design**. New York. Gordon and Breach Sci. Publ., v. 3, p. 68-98, 1986

SZENTMARJAY, T.; PALLAI, E.; REGÉNYI, Zs. Short-time drying of heat-sensitive, biologically active pulps and pastes. **Drying Technology**. v.14, n.9, p. 2091-2115, 1996.

TRIPATHI, R. N.; NATHI, N. Effect of starch dipping on quality of dehydrated tomato slices. **Journal of Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 137-149, 1989.

VACAREZZA, L. & CHIRIFE, J. On the Mechanism of moisture transport during air drying of sugar beet root. **Journal of Food Science**. v. 40, p. 1285-1289, 1975.

VIEIRA, J.A.G. **Características de secagem e avaliação das propriedades físicas da batata-doce**. ESAL, Lavras. 64p, 1991.

WEITZ, D. A.; LARA, M. A.; PIACETINI, R. D.; FELDMAN,S. Dipping treatment effects on simulated prune solar drying. **Canadian Institute of Food Science and Technology**. v.22, n.2, 133-136p, 1989.

WOODROOF, G. J. & LUH, B. S. **Commercial Fruit Processing**. The AVI. Publishing Co. Inc. Westport. Connecticut. 710p, p. 375-507, 1975.

**Dissertação de mestrado: SECAGEM DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) PARA CONSERVA: ESTUDO DE PARÂMETROS COM BASE NA QUALIDADE FINAL**

**Auotra: GISELE ANNE CAMARGO**

**Orientadora: Profa. Dra. MARLENE RITA DE QUEIROZ**

**Faculdade de Engenharia Agrícola**

Relação com o quantidade e o números das páginas coloridas: 18 páginas

Paginas

~~12~~ 8

~~9~~ 10

~~11~~ 12

~~30~~ 35 36

~~43~~ 44

~~45~~

~~46~~

~~47~~

~~48~~

~~49~~

50

~~51~~ 52

~~53~~ 54

55

~~56~~

~~57~~ 58

~~63~~

64