

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS  
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**DAYANA DE MORAES COSTA**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE TOMATE DESIDRATADO  
POR LIOFILIZAÇÃO E FORMAÇÃO DE ESPUMA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2011**

**DAYANA DE MORAES COSTA**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE TOMATE DESIDRATADO  
POR LIOFILIZAÇÃO E FORMAÇÃO DE ESPUMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, da Coordenação de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr. Maria Helene Giovanetti Canteri

**PONTA GROSSA**

**2011**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Ponta Grossa

Diretoria de Graduação e Educação Profissional



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE TOMATE DESIDRATADO POR LIOFILIZAÇÃO E FORMAÇÃO DE ESPUMA**

**Dayana de Moraes Costa**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 16 de Novembro de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr. Maria Helene Giovanetti Canteri  
Orientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Sabrina Avila Rodrigues  
Membro titular

---

Prof.<sup>o</sup> Luis Alberto Chavez Ayala  
Membro titular

---

Sabrina Avila Rodrigues  
Coordenador do Curso UTFPR – Campos  
Ponta Grossa

---

Julio Cesar Stiirmer  
Responsável pelos Trabalhos

Dedico este trabalho aos meus pais, por  
terem estado do meu lado nos momentos  
mais difíceis da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Em poucos parágrafos é difícil agradecer todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui. Nessa longa jornada foram várias as amizades construídas e, não importando a distância, são pessoas que sempre estarão na minha memória e a quem eu sempre terei os mais sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer meus pais, pois estes me ajudaram desde os meus primeiros passos, sempre acreditaram na minha competência e, não obstante todas as dificuldades pelas quais passamos, sempre estiveram ao meu lado.

A minha família e ao meu marido, pelas horas de felicidade que sempre me proporcionaram e pela paciência e compreensão, as quais, sempre pude encontrar em seus olhares.

A minha mestra e amiga Prof.<sup>a</sup> Maria Helene, que pelo seu conhecimento, profissionalismo e pela sua atenção, tornou esse trabalho realidade.

Aos demais mestres, que contribuíram para minha formação acadêmica e moral.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse sonho.

## RESUMO

COSTA, Dayana De Moraes Costa, Características físico-químicas de tomate desidratado por liofilização e formação de espuma. 2011. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Coordenação de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa 2011.

O tomate de mesa é cultura com maior difusão no mundo, podendo ser considerada a olerícola mais importante tanto em termos de produção quanto em valor econômica. Entretanto há grande perda desta hortaliça, devido a sua sensibilidade e ao seu rápido amadurecimento. A elaboração de produto desidratado apresenta-se como uma alternativa para o aproveitamento do excedente da produção e da comercialização *in natura* do tomate. O objetivo principal deste trabalho é produzir tomate de mesa desidratado em dois métodos de desidratação comparando o método de desidratação foam-mat utilizando emulsificante e um espessante e o método de liofilização técnica de secagem que retira a umidade contida no material através do congelamento da parte líquida e posterior sublimação, contribuindo no estudo de alternativas para manutenção das características do fruto pós-colheita. Nas análises físico-químicas o produto desidratado pelo método foam-mat apresentou menor umidade (13,16%) contendo superior concentração de lipídeos (2,98%). No entanto o liofilizado preservou mais efetivamente o ácido ascórbico (370,6 mg/100g). Os açúcares totais foram superiores no liofilizado (114,70 mg/100g).

Palavras-chave: Tomate; desidratação; foam-mat; liofilização

## **ABSTRACT**

COSTA, Dayana De Moraes, Comparative production of tomatoes dried by lyophilization and foam mat, 2011. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Coordenação de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

The tomato is the culture with more diffusion in the world, can be considered the most important vegetable in terms of both production and in economic value. However there is great loss of this vegetable, because of its sensitivity and its rapidly maturing. The preparation of dehydrated product is presented as an alternative to the use of surplus production and marketing of fresh tomatoes. The main objective of this work is to produce tomato dehydrated in two methods of dehydration comparing method of foam-mat drying using an emulsifier and thickener and the method of lyophilization, drying technique that removes the moisture contained in the material by freezing the liquid part and subsequent sublimation, contributing to the study of alternatives to maintain the characteristics of the fruit after harvest. In the physical-chemical analysis the product dried for method foam-mat had lower moisture (13, 16%) containing higher concentration of lipids (2.98%). However, the lyophilized preserved more effectively ascorbic acid (370.6 mg/100 g). Total sugars were higher in the lyophilisate (114.70 mg/100 g).

Keywords: Tomato, dehydration, foam-mat; lyophilization

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do sistema agroindustrial do tomate.....	17
Figura 2 - Esquema do liofilizador.....	22
Figura 3 - Esquema da desidratação do tomate de mesa pelo método de camada de espuma. ....	26
Figura 4 - Tomate desidratado por camada de espuma.....	27
Figura 5 - Tomate sendo liofilizado .....	28
Figura 6 - Tomate liofilizado .....	28
Figura 7 - Escala L, a, b .....	29



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor nutritivo do tomate de mesa.....	15
Tabela 2 - Produção mundial de tomate no ano de 2005.....	18
Tabela 3 - Resultado das análises físico-químicas do tomate de mesa desidratado por duas metodologias .....	31
Tabela 4 - Resultados da análise de cor do tomate de mesa desidratado.....	33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 OBJETIVO GERAL .....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.3 JUSTIFICATIVA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 TOMATE DE MESA .....	13
2.2 PRODUÇÃO NACIONAL E MUNDIAL .....	16
2.3 DESIDRATAÇÃO .....	19
2.4 LIOFILIZAÇÃO .....	21
2.5 FOAM MAT .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1 MATERIAL .....	25
3.2 MÉTODOS .....	25
3.2.1 Método de Desidratação Foam Mat .....	26
3.2.2 Método de Desidratação Liofilização .....	27
3.2.3 Análises Físico-Químicas Realizadas .....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
4.1 FOAM MAT .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2 LIOFILIZAÇÃO .....	30
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	31
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é cultura com maior difusão no mundo, podendo ser considerada a olerícola mais importante tanto em termos de produção quanto em valor econômico.

O fruto do tomateiro possui em sua composição cerca de 90% água o restante, constituem-se de compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos. Embora as vitaminas estejam presentes em uma pequena proporção do total da matéria seca, essas substâncias são importantes do ponto de vista nutricional.

Entretanto há grande perda desta hortaliça, devido a sua sensibilidade e ao seu rápido amadurecimento. A elaboração de produto desidratado apresenta-se como uma alternativa para o aproveitamento do excedente da produção e da comercialização *in natura* do tomate, possibilitando também ao consumidor o consumo de um alimento sensorialmente diferente e que pode ser comercializado em qualquer época do ano.

A conservação do alimento se impõe em todas as fases que precedem o seu consumo, a partir de vários processos, baseados na eliminação parcial ou total dos microrganismos e enzimas deteriorantes e da anulação dos fatores predisponentes da alteração.

Na polpa seca, elimina-se a necessidade de grandes espaços para o armazenamento do tomate, além de eliminar o inconveniente da vida de prateleira curta. A polpa processada na forma de pó apresenta fácil reconstituição em água, possibilidade de formação com outros produtos e baixa relação volume/massa, com conseqüente economia em custos de embalagem e espaço de armazenamento.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

Realizar a comparação física e química dos produtos obtidos por dois métodos de desidratação do tomate de mesa.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover a desidratação do tomate de mesa pelo método de formação de espuma e por liofilização;
- Analisar físico-quimicamente os diferentes produtos obtidos, por essas técnicas com relação à umidade, cinzas, atividade de água, cor, teor de ácido e açúcares, pH, vitamina C e lipídeos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. TOMATE DE MESA

O tomate é uma dicotiledônea, da família *Solanaceae*, espécie *Lycopersicon esculentum* Mill. O fruto é do tipo baga carnosa e suculenta, com aspecto variável, conforme o cultivar. Em sua maioria, são vermelhos quando maduros, fazendo exceção aos cultivares japoneses do tipo salada, com frutos rosados. O peso unitário médio do fruto varia de menos de 25g (tipo cereja) até mais de 300g, em cultivares de frutos grandes, tipo salada (PEREIRA; QUEIROZ; FIGUEIREDO, 2006).

Segundo SENAI (1991), o tomate é proveniente das Américas, sendo da região da Andina, que vai do norte do Chile, passando pelo Peru até o Equador. Entretanto, a domesticação e o cultivo do tomate foram feitos por tribos indígenas primitivas que habitavam no México. Essa planta recebeu o nome de tomate a partir da palavra “tomatl”, nome pela qual esse fruto é conhecido na língua Nahuatl. Mais tarde o fruto ficou conhecido e então foi levado para o sul da Europa, disseminando sua cultura por todo o continente em pouco tempo. Essa disseminação alcançou também os Estados Unidos (SILVA, 2007).

Por ser sensível às baixas temperaturas e preferir climas com sol e calor (zonas temperadas e quentes do planeta), implantou-se primeiro nos países mediterrâneos e da África do Norte. Pelos colonos, foi levado para a Índia e para as demais regiões da África. À Europa do Norte e outras regiões com climas menos quentes, só chegou mais tarde, após terem sido criadas variedades que se adaptaram melhor a essas condições climáticas. Logo que chegou à Europa, foi primeiro objeto de alguma desconfiança por pertencer à família das *solanáceas* (*Solanaceae*) das quais, cerca de 1720 espécies existentes apresentam efeitos tóxicos devido ao seu conteúdo em substâncias glicoalcalóides, umas mais que outras. As solaninas, com toxicidade, quando ingeridas em doses elevadas, causam danos ao sistema nervoso central (ação alucinógena) e para o sistema digestivo. Por outro lado, há também referência à sua capacidade de baixar o colesterol plasmático, por formação de complexos tomatina – colesterol, insolúveis, formados no tubo digestivo e eliminados nas fezes. São também exemplos desta família, a

batata, o pimentão, a berinjela, a beladona, o tabaco, e a figueira-do-inferno (COSTA, 2009).

Na Inglaterra foi utilizada primeiramente como objeto decorativo. Mas logo lhe encontraram grandes virtudes. Os franceses chamaram-lhe maçã do amor e os austríacos “paradeiser”, por lhe atribuírem qualidades afrodisíacas. Os italianos chamaram-lhe maçã de ouro devido à cor amarela dos primeiros tomates chegados à Europa, nome que também se mantém até hoje: pomodoro (COSTA, 2009).

As temperaturas para o plantio do tomate são moderadas (média de 15 a 19 °C), mas florescem e frutificam em condições climáticas bastantes variáveis. A planta pode se desenvolver em clima tropical de altitude, subtropical e temperado, permitindo seu cultivo em diversas regiões do mundo. O tomate para ser processado industrialmente deve ser plantado em épocas ou locais de pouca precipitação pluvial e baixa umidade relativa do ar (SILVA, 2000).

O fruto do tomateiro possui em sua composição de 93% a 95% de água. Nos 5% a 7% restantes, encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos. Embora as vitaminas estejam presentes em uma pequena proporção do total da matéria seca, essas substâncias são importantes do ponto de vista nutricional (tabela 1). A composição dos frutos de tomate para indústria vem sendo alterada por meio de melhoramento genético com o objetivo de selecionar cultivares com características desejáveis para o processamento. Essa composição também pode ser influenciada pelas condições edafoclimáticas da região produtora. Durante o processo de maturação dos frutos, ocorrem grandes transformações em suas características. Conseqüentemente, para uma comparação mais precisa das características químicas e bioquímicas entre as distintas cultivares, é necessária uma amostragem bastante cuidadosa visando comparar os frutos no mesmo estágio de maturação fisiológica. O processamento industrial também altera a composição da matéria-prima (EMBRAPA, 2008).

De acordo com a TABELA 1 apresenta os valores nutricionais do tomate de mesa.

**Tabela 1 - Valor nutritivo do tomate de mesa**

<b>Componente</b>	<b>(%) massa seca</b>
Glicose	22
Frutose	25
Sacarose	1
<b>Sólidos insolúveis em álcool</b>	
Proteínas	8
Substancias pécticas	7
Hemicelulose	4
Celulose	6
Ácidos orgânicos	
Ácido cítrico	9
Ácido málico	4
Minerais	
Principalmente K, Ca, Mg, P	8
<b>Outros</b>	
Lipídeos	2
Aminoácidos dicarboxílicos	2
Pigmentos	0,4
Ácido ascórbico	0,5
Voláteis	0,1
Aminoácidos, vitaminas e polifenóis	1,0

**Fonte: EMBRAPA, 2006**

O tomate é um das olerícolas mais importantes do mundo. O fruto contém elevados teores de carotenóides, tiamina, niacina, vitamina C e licopeno. A cultura do tomate exige cuidados constantes, tanto em pequenas áreas quanto nas mais extensas, necessitando tecnologia sofisticada, pois está sujeita a ataques de grande número de pragas e doenças (SILVA, 2007).

Pesquisas recentes têm destacado os benefícios do tomate para a saúde humana, focando sua atuação contra o câncer de próstata, doenças cardiovasculares e redução de danos oculares causados por raios ultravioleta. Tais efeitos foram atribuídos ao licopeno, um carotenóide com alto poder antioxidante e presente em quantidade apreciável no tomate (FAGUNDES et al, 2004).

O tomate pode, através de processamento adequado, dar origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil. Assim pode-se obter, do tomate inteiro, o tomate despelado, cortado ou triturado em diversos graus de intensidade, o tomate seco, suco, purê, polpa concentrada, extrato, catchup (ou ketchup), molhos culinários diversos, inclusive tomate em pó. Com a abertura para importação nas décadas de 80 e 90, o tomate seco destacou-se com grande aceite

do consumidor brasileiro. E desde então, o interesse por este produto tem aumentado gradativamente (CAMARGO, 2005).

## 2.2. PRODUÇÃO NACIONAL E MUNDIAL

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), originário da América do Sul, entre as culturas olerícolas, é a que possui maior difusão no mundo, superando 70 milhões de toneladas por ano, podendo assim ser considerada a olerícola mais importante tanto em termos de produção quanto em valor econômico (FAGUNDES *et al.*, 2004).

No Brasil, constitui-se na mais importante hortaliça cultivada, sendo cultivado praticamente em todos os estados da federação, podendo citar como destaques em produção os estados do centro-sul e alguns estados do nordeste (CORRÊA, 2008).

O tomate ocupa um lugar proeminente entre as hortaliças cultivadas no que se refere ao consumo “in natura” e, principalmente, industrializado, sendo então considerado um excelente alimento para produção e utilização universais. Segundo dados do IBGE (2002), o Brasil possuía em 2002 área plantada de 62.647 ha, com produção de 3.692.923 toneladas de tomate. 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 (CAMARGO, 2005).

Em São Paulo no ano de 2002, o tomate de mesa ocupava a décima terceira posição entre os produtos que compunham o *ranking* da produção agrícola. O tomate correspondia a R\$ 325 milhões (SILVA, 2007).

De acordo com Silva (2007), a produção agrícola de tomate no Brasil é bastante desenvolvida, tendo maior importância na economia das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Nestas regiões estão localizadas as maiores empresas de processamento do fruto. A partir de 1995 a produção industrial de tomate saltou 29%, com o desenvolvimento de novos derivados como sopas, sucos, tomates dos mais diferentes tipos, molhos, com crescimento baseado na busca de maior qualidade, o que trouxe boas oportunidades ao setor. A produção anual brasileira do tomate era de três milhões de toneladas em 2003. Cerca de 77% da produção do



Brasil era para consumo *in natura*, sendo o restante utilizado para o processamento de sua polpa, normalmente feito a partir de tomates rasteiros (SEADE, 2003).

Atualmente, a produção brasileira de tomate é de 4.114.312 toneladas, sendo o Sudeste do país o maior produtor com uma produção de 1.472.499 toneladas, seguido da região Centro-Oeste com produção de 1.412.425 toneladas a região norte produziu 604.409 toneladas a região sul produziu 603.291 toneladas. A produção do Paraná de tomate foi de 5.025 toneladas de tomate e a produção de Ponta Grossa foi de 10 toneladas (SIDRA 2010).

O sistema agroindustrial do tomate no país é caracterizado por quatro segmentos funcionais: fornecedor de matéria-prima agrícola (setor agrícola); indústrias de transformação primária e secundária; fornecedor de insumos, máquinas, equipamentos e embalagens; e segmento envolvido na distribuição do produto final, o mercado (FIGURA 1). Esses segmentos se integram e se completam (SILVA, 2007).

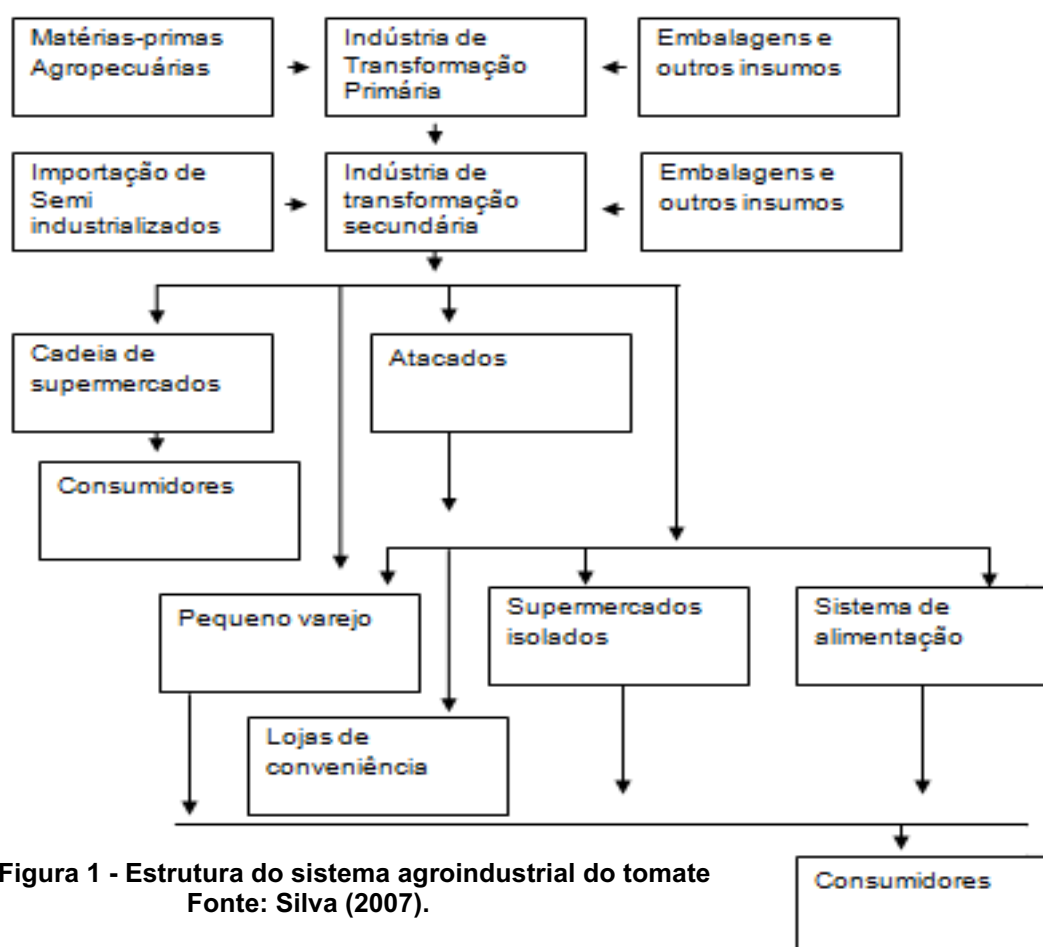


Figura 1 - Estrutura do sistema agroindustrial do tomate  
Fonte: Silva (2007).

Em 2007, o Brasil ocupava a 9ª posição no *ranking* dos maiores produtores mundiais de tomate, segundo a FAO enquanto na Europa e Estados Unidos o crescimento é de 30% e 45%, respectivamente, a produção brasileira de tomate duplicou nos últimos 20 anos. Segundo os dados do Departamento Agrícola dos Estados Unidos (USDA), o Brasil atualmente é o maior produtor de pasta de tomate da América do Sul, ultrapassando o Chile sendo que a produção média Brasileira de pasta foi de aproximadamente de 150 mil toneladas (CAMARGO; PAGUIUCA, 2007).

A produção mundial de tomate nos últimos anos tem variado entre 22,6 e 29,6 milhões de toneladas anuais. Em 1999, essa produção foi de aproximadamente 29,6 toneladas, sendo o Estados Unidos da América o maior produtos mundial, com 9 milhões de toneladas (SILVA, 2007).

Uma importante mudança no mercado global de tomate foi à distribuição das áreas de cultivo, com países desenvolvidos, como América do Norte e Europa perdendo participação para os asiáticos. Os investimentos pesados do governo Chinês no desenvolvimento da região noroeste do país, uma das mais pobres, alavancou a produção do fruto. Em 2005, a China, já era responsável por aproximadamente 25% do tomate produzido no mundo. Mas em termos de crescimento percentual o continente africano ultrapassa o continente asiático, com sua produção se ampliando 150% um período de 20 anos, em 2005 o continente já era responsável por cerca de 12% de todo tomate produzido no mundo, alcançando o valor produzido pela América do Norte (CAMARGO; PAGUIUCA, 2007). Na TABELA 2 mostra os valores de produção mundial de tomate no ano de 2005.

<b>Principais produtores de Tomate</b>	<b>(milhões de ton)</b>
China	31,6
Estados Unidos	12,8
Turquia	9,7
Itália	7,8
Índia	7,6
Egito	7,6
Espanha	4,5
Irã	4,2
Brasil	3,3
México	2,1
Total mundial	125,0

**Fonte: Silva (2007).**

### 2.3. DESIDRATAÇÃO

O nome desidratação só é aplicado ao método de secagem de alimento, baseado na extração de água, por aquecimento, evaporação e/ou sublimação, sob condições controladas (EVANGELISTA, 1994).

A desidratação é uma das técnicas empregadas para manutenção da qualidade pós-colheita de frutas, tem como objetivo diminuir sua atividade de água, com consequente prolongamento da vida de prateleira e do tempo de armazenamento, assim reduzindo os custos de transporte (SILVA; JARDINE; MATTA, 1998). Além de ser utilizada como método de conservação, impedindo a deterioração e perda do valor comercial, resulta ainda em transformação do produto, agregando valor e dando origem a uma nova opção no mercado (MORAES; CAMARGO, 2009).

Os produtos alimentícios podem ser secos com ar, vapor superaquecido, a vácuo, por gás inerte ou pela aplicação direta de calor. A maioria dos métodos de secagem artificial envolve a passagem de ar aquecido, com umidade relativa controlada sobre o alimento a ser desidratado, que pode estar parado ou em movimento, neste processo não há necessidade de nenhum sistema de recuperação de umidade, como se observa na utilização de outros gases (MORAES; CAMARGO, 2009).

A secagem é uma das práticas mais antigas de conservação de alimentos desenvolvida pelo homem. Alimentos de origem vegetal como os cereais feijão e ervilhas, quando são colhidos suficientemente secos e adequadamente armazenados, permanecem em condições de consumo e/ ou industrialização por longos períodos de tempo. Todavia a maioria dos alimentos contém quantidade suficiente umidade para permitir a ação das próprias enzimas e de microrganismos, nestes casos para preservar o alimento o melhor a se fazer é remover a maior quantidade de água possível (SILVA, 2000).

A primeira máquina para desidratar frutas e vegetais por meios artificiais foi construída na França em 1795. Entretanto, a desidratação só passou a ser aplicada de forma significativa na Primeira Guerra Mundial, em razão da necessidade de fornecimento de alimentos em larga escala para suprir as tropas em combate.

Idêntica expansão ocorreu de 1939 a 1944, sendo que na Segunda Guerra Mundial haviam sido desenvolvidas, nos Estados Unidos, técnicas para desidratação de mais de 160 tipos de vegetais (LIOTEC, 2001).

Na desidratação de frutas, há menor perda de açúcares comparada a secagem natural, na qual há maior destruição de açúcares, pela contínua respiração do tecido e pela fermentação que ocorre (EVANGELISTA, 1994).

Nas operações de secagem, o alimento perde naturalmente parte do seu teor de água, com conseqüente concentração dos nutrientes por unidade de peso, quando comparado com um produto fresco. Quando reconstituído ou reidratado, assemelha-se bastante ao produto natural, dificilmente chegando a igualar-se em virtude de alguns constituintes, principalmente as vitaminas. A preservação do teor vitamínico dos cuidados que deveram ser tomados durante as operações de secagem, do processo utilizado e das condições de armazenagem do produto seco (SILVA, 2007). A perda dos valores biológicos das proteínas depende do método de secagem a que o alimento foi submetido. A exposição prolongada a altas temperaturas pode afetar negativamente as proteínas, enquanto que os tratamentos realizados a baixas temperaturas podem aumentar sua digestibilidade, quando comparadas com esse mesmo produto antes da desidratação (SILVA, 2000).

Uma atenção especial tem sido direcionada para o desenvolvimento de técnicas de secagem de frutas para reduzir os desperdícios e as perdas pós-colheita resultando no aproveitamento dos excedentes da safra e na comercialização de “commodities sazonais”. Devido ao seu alto valor nutricional e comercial as frutas requerem uma atenção especial, no sentido de desenvolvimento de técnicas de desidratação, que permita torná-las veículo adequado de nutrientes e vitaminas, enriquecendo produtos existentes no mercado ou ocasionando a criação de novos produtos isentos de conservantes (MARQUES, 2008).

A maior desvantagem concernente à secagem convencional é a degradação de importantes substâncias nutricionais e organolépticas dos alimentos. Para reduzir significativamente a perda dessas substâncias, a secagem por camada de espuma 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 à utilização de temperaturas menores que no processo convencional (CAMARGO, 2005). A

desidratação por liofilização também oferece produtos de grande qualidade. Devido à ausência de água líquida e às baixas temperaturas requeridas no processo (MARQUES, 2008).

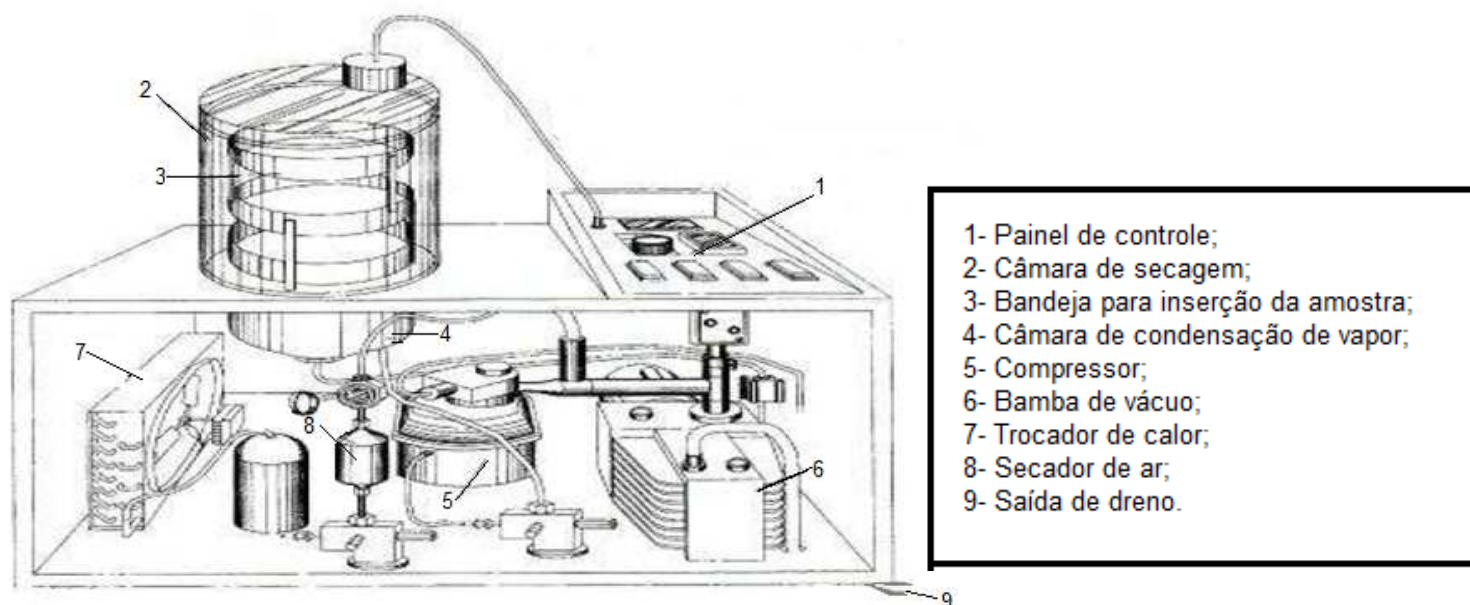
#### 2.4. LIOFILIZAÇÃO

A liofilização é a técnica de secagem que retira a umidade contida no material através do congelamento da parte líquida e posterior sublimação do gelo que passa da fase sólida para gasosa. Por trabalhar com baixas temperaturas e, geralmente sob vácuo, essa técnica é indicada para materiais termosensíveis, materiais biológicos (fungos, enzimas, tecidos, sangue, cobaias), farmacêuticos (antibióticos, vacinas, soros), alimentos (sucos, carnes, legumes e frutas) e produtos químicos, gerando produtos de qualidade superior quando comparados com outras técnicas de secagem (MARQUES, 2008). Segundo a definição na Cátedra de Química Industrial da Faculdade Nacional de Farmácia, significa: desidratar uma solução congelada, impedindo seu descongelamento, enquanto se processa a evaporação; desse modo, a solução reduzida à massa gelada, “sublima” o próprio solvente e se transforma diretamente em substância seca (EVANGELISTA, 1994).

A liofilização é um processo misto, que associa congelação e desidratação, esse processo é classificado, como um processo de conservação pelo frio, não por assegurar o frio em todo o período do processo de conservação, mas sim pelo abaixamento de temperatura em que ele ocorre. A liofilização requer aparelhagem especial a vácuo, o processo é iniciado com o alimento congelado, seguido de sublimação, após a sublimação o alimento fica inteiramente seco, sendo que as características organolépticas e nutritivas do alimento ficam quase intactas após reidratação do alimento (EVANGELISTA, 1994).

A liofilização consiste em um processo de separação por sublimação, onde a água ou a substância aquosa é retirada como vapor do produto congelado passando da fase sólida para a fase gasosa. O processo de liofilização possui várias vantagens ligadas à estrutura do produto, como a característica esponjosa que permite a reconstituição rápida, realce do sabor e aparência fiel ao produto original. Outras vantagens ligadas às baixas temperaturas de operação são a redução de perdas vitamínicas e de constituintes voláteis, diminuição de desnaturação protéica e capacidade digestiva que se torna mais elevada (BORTOLATTO; LARA, 2009).

O processo empregado a liofilização é o freezer-drying, neste método a dessecação ocorre por sublimação do gelo á vácuo. A liofilização é precedida de manobras de resfriamento do produto e se desenvolve através da congelação do alimento, abaixo de seu ponto eutético (figura 2) (EVANGELISTA, 1994).



**Figura 2 - Esquema do liofilizador**  
Fonte: Marques (2008).

O processo de liofilização apresenta várias vantagens em relação às outras técnicas de desidratação, quando se fala em estrutura do produto, como a característica esponjosa que permite a reconstituição rápida, realce do sabor e aparência fiel a do produto original. Outras vantagens relacionadas às baixas temperaturas de operação são a redução de perdas vitamínicas e de constituintes voláteis, diminuição de desnaturação protéica e capacidade digestiva que se torna mais elevada (BORTTOLATO; LORA, 2009).

Não se sabe ao certo desde quando existe a liofilização nem o local onde essa técnica surgiu. Sugere-se que está técnica surgiu de preservação de peixes pelos esquimós pela desidratação dos mesmos pelos ventos árticos secos. Em 1993 o laboratório de Flasdorf da Universidade da Pensilvânia preparou, através da liofilização, os primeiros produtos utilizados clinicamente (MOIA, 1994).

Na segunda guerra mundial a liofilização auxiliava na preservação de sangue e tecidos humanos e, em 1942 Greaves produziu plasma sanguíneo para o exercito. A liofilização também foi utilizada na alimentação de astronautas e muitas vezes nas

missões espaciais da NASA. A partir daí, a liofilização passou a despertar o interesse das indústrias, já que o processo poderia trazer vantagens na qualidade, estocagem e transporte do produto (MARQUES, 2008).

## 2.5. CAMADA DE ESPUMA

O método de desidratação por camada de espuma permite a transformação de material líquido ou semi-líquido em pó, pela transformação do produto em espuma a partir do uso de agente emulsificante, a baixo custo e que podem ser adquiridos no comércio local, além de equipamentos como batedeira doméstica e estufa com circulação de ar (MORAES; CAMARGO, 2009).

A desidratação por camada de espuma tem a característica de manter a alta qualidade dos produtos, oferecendo grande possibilidade comercial, sendo que essa técnica vem sendo aplicada em café, sucos de laranja, uva, carambola, abacaxi entre outros produtos instantâneos. Além disso, pode se citar a baixa temperatura e o menor tempo empregados a este método de desidratação, devido à maior área de superfície exposta ao ar (SILVA et al, 2008).

Dentre as técnicas empregadas para obtenção de produtos alimentícios em pó, a secagem em camada de espuma, destaca-se por ser um método em que os alimentos são transformados em espumas estáveis, através de vigorosa agitação e incorporação de agentes espumantes para, posteriormente serem desidratados (MORAES; CAMARGO, 2009).

O processo de secagem em camada de espuma consiste basicamente em três etapas: transformação do suco ou da polpa em espuma estável; desidratação do material em camada fina até massa Constante; desintegração da massa seca em pó. Sendo que essa técnica pode ser realizada em temperatura baixa 70° ou menos, mantendo a boa qualidade do produto (MORAES; CAMARGO, 2009).

Thuwapanichayanan *et al.* (2008) empregaram o processo de desidratação *foam mat* na obtenção de banana em pó, em seus estudos os autores observaram que a temperatura, a densidade da espuma e a concentração do agente espumante não apresentam grande influência no processo de secagem.

Bastos (2005), ao estudar a desidratação da polpa da manga "Tommy Atkins", pela mesma técnica, observaram influência da temperatura em alguns dos constituintes nutricionais, tais como açúcares redutores, ácido ascórbico, e da polpa em pó obtida.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. MATERIAL

Para realização deste trabalho, cerca de 4 Kg de tomate de mesa foram adquiridos no comércio do município de Ponta Grossa. Para aplicação do método de camada de espuma, foram utilizados tomates de mesa triturados, emulsificante (Emustab®) e um espessante (Liga neutra®). Para a liofilização foram utilizados tomates de mesa e liofilizador que é composto por: painel de controle, câmara de secagem, bandeja de aquecimento, câmara de condensação de vapor, compressor, sistema de vácuo, trocador de calor, secador de ar e saída de dreno.

Os equipamentos e materiais necessários para a elaboração dos métodos de desidratação por camada de espuma e liofilização foram disponibilizados pelos laboratórios de Bioquímica, Físico-química e Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

#### 3.2. MÉTODOS

Após adquiridos, os 4 Kg tomates de mesa foram higienizados e na sequência realizou-se a preparação das amostras, onde se cortou os tomates e retiraram-se as sementes (o tomate foi cortado em quatro partes iguais, sendo o corte realizado em sentido vertical, após corte os pedaços do tomate ficaram com aproximadamente 4 cm de largura e 6 cm de comprimento e o peso da amostra após a retirada das sementes passou de 4 Kg para 3, 200 Kg). Em seguida, os tomates foram submetidos ao branqueamento com vapor por cinco minutos e resfriados rapidamente com imersão em água gelada, com objetivo de inativar as enzimas. Logo após, metade das amostras foi congelada em ultra-freezer a aproximadamente  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  e posteriormente levadas para o liofilizador para completar a desidratação. A outra metade foi triturada até virar uma massa homogênea e levada para a desidratação em estufa de circulação de ar a  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.2.1. Método de Desidratação por camada de espuma

A massa pré triturada em liquidificador foi submetida ao processo por camada de espuma, utilizando 1% de emulsificante (Emustab®, composto de monoglicerídeos, monoestearato de sorbina e polisorbato); 1% de espessante (Liga neutra®, composto de carboximetil-celulose e goma guar) e homogeneizado por 30 minutos em batedeira doméstica.

A espuma formada (espuma similar ao sorvete) foi espalhada em papel manteiga e levado para desidratação em estufa de circulação de ar a 45 °C por 24 horas, até massa constante (figura 3). O produto da desidratação (figura 4) foi retirado do papel manteiga e triturado em liquidificador doméstico, para obtenção de produto pulverizado.

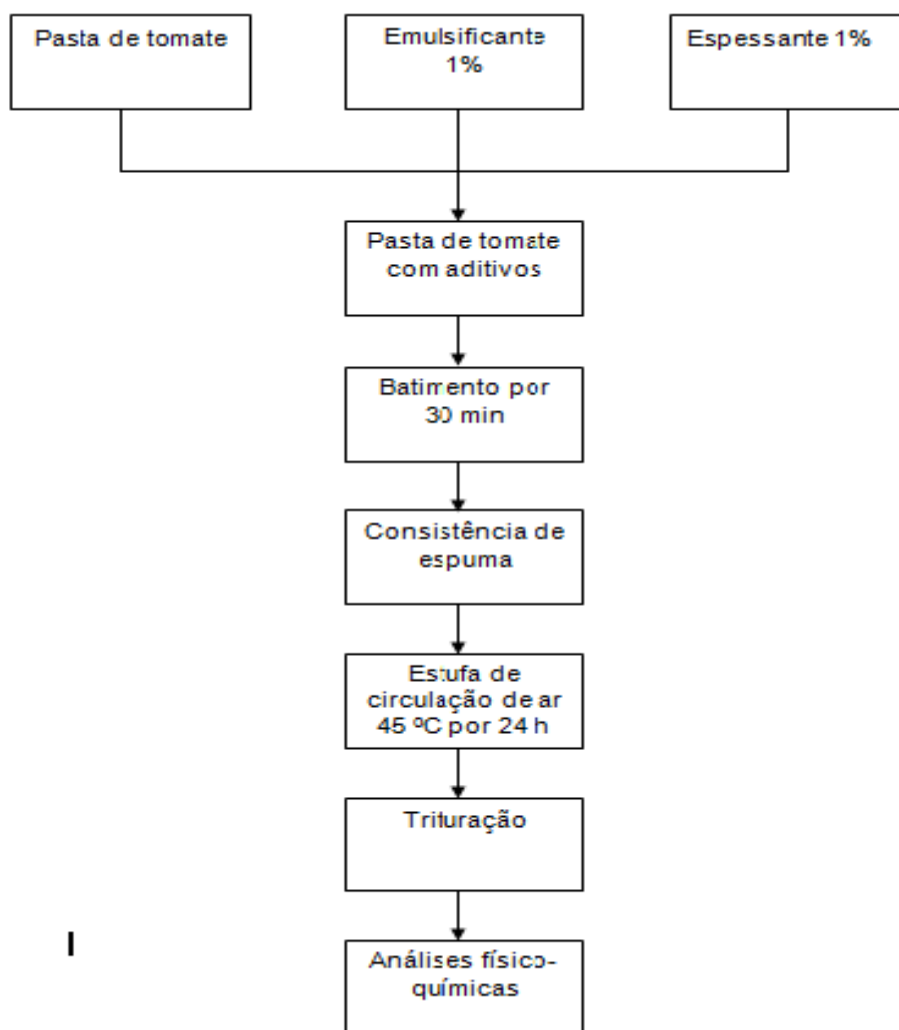


Figura 3 - Esquema da desidratação do tomate de mesa pelo método de camada de espuma.



**Figura 4 - Tomate desidratado por camada de espuma**

### 3.2.2. Método de Desidratação Liofilização

O tomate foi congelado a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O liofilizador utilizado foi o L 101 Liotop®, composto basicamente por painel de controle, câmara de secagem, bandeja de aquecimento, câmara de condensação de vapor, compressor, sistema de vácuo, trocador de calor, secador de ar e saída de dreno. O tipo de congelamento nesse método foi o congelamento no ultra-freezer, que congela os alimentos em temperaturas extremamente baixas.

Após o congelamento a amostra foi inserida nas bandejas do liofilizador, dando início ao processo de liofilização propriamente dita. A pressão final era cerca de 200 mmHg e a temperatura da câmara de secagem de  $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com tempo total de desidratação de 48 horas. Após desidratação tomate liofilizado apresentou uma aparência esponjosa (figura 5).



Figura 5 - Tomate sendo liofilizado



Figura 6 - Tomate liofilizado

### 3.2.3. Análises Físico-Químicas Realizadas

Realizaram-se as seguintes análises físico-químicas no produto em camada de espuma e no produto liofilização: acidez titulável; vitamina C; pH; açúcares totais; lipídeos; umidade; cinzas; cor e atividade de água.

O teor de lipídeos dos desidratados por camada de espuma e liofilizado foram determinados através da extração em aparelho soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente, seguida da remoção do mesmo por evaporação (LUTZ, 1985).

O pH das amostras foi realizado em potenciômetro digital TEC-2 mp Tecnal. A atividade de água foi determinada em aparelho Aqua Lab 4 TE, com aproximadamente 3 gramas de cada amostra acondicionados em cápsula própria para a análise, encaixada em local apropriado no equipamento para medição INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

A cor foi analisada para três diferentes parâmetros (figura 7) no colorímetro Hunter Lab, em um diagrama tridimensional onde  $L^*$  representa a luminosidade, variando de 0 a 100, em que 0 corresponde ao preto e 100 corresponde ao branco. Os valores de  $a^*$  variam do verde ( $-a^*$ ) até o vermelho ( $+a^*$ ), e os de  $b^*$  variam do azul ( $-b^*$ ) até o amarelo ( $+b^*$ ). As amostras foram avaliadas em triplicata, em diferentes pontos da mesma (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

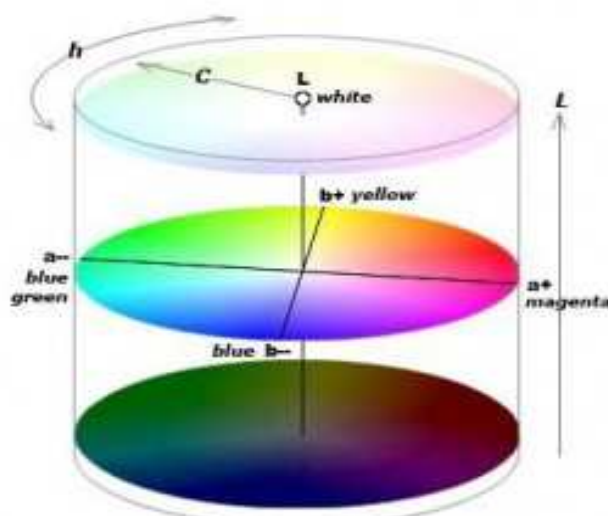


Figura 7 - Escala L, a, b  
Fonte TRIPRINCETON (2011)

A umidade foi realizada por perda por dessecação (Umidade) – Secagem direta em estufa a 105 °C por 3 h (IAL, 2008). Para análise de cinzas foram utilizadas as amostras sem umidade, incineradas a 530°C, por 24 horas. (IAL, 2008).

O teor de vitamina C foi determinado por titulação de acordo com o método descrito por Moretto et al. (2002). O método consiste em calcular o volume de iodato de potássio gasto na titulação, multiplicado pelo fator do ácido ascórbico e dividir pelo peso da amostra.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. CAMADA DE ESPUMA

Para desidratação em camada de espuma foi utilizado 1,600 Kg de amostra, sendo que após o término da desidratação obteve-se 70 g de produto final, alcançando-se, assim, um rendimento de 4,4 %.

O produto final do processo por camada de espuma apresentou-se higroscópico, ou seja, tornando difícil sua trituração para transformação em pó. O produto mostrou-se mais escurecido do que o produto liofilizado. Uma das hipóteses da causa disso é a elevada quantidade de açúcares e proteínas contidos neste fruto, ocasionando a reação de Maillard, resultando na caramelização e escurecimento do alimento.

O produto desidratado por camada de espuma apresentou boa dissolução em água, sendo assim um produto de fácil utilização. BASTOS et al. (2005) citam que dentre as vantagens desse método está a obtenção de um produto poroso e de fácil reidratação.

### 4.2. LIOFILIZAÇÃO

Na desidratação por liofilização foi utilizado 1, 600 Kg de amostra, contendo após o término da desidratação 40 g de produto final, tendo assim rendimento de 2,5%.

Durante a manipulação do produto liofilizado ao pressioná-lo, verificou-se que a textura apresentava-se esponjosa, entretanto sua característica visual era similar ao tomate *in natura*. Pode-se perceber também que o produto final era higroscópico, assim como a amostra citada anteriormente. Uma das hipóteses é que como o tomate liofilizado adquire uma característica esponjosa, reidrata-se facilmente. O produto desidratado por liofilização apresentou boa reidratação em presença de água e características semelhantes à de um tomate *in natura*, como citado para produtos liofilizados por Evangelista (1998).

#### 4.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A Tabela 3 apresenta as médias obtidas das análises físico-químicas dos desidratados por camada de espuma e liofilizado.

**Tabela 3 - Resultado das análises físico-químicas do tomate de mesa desidratado por duas metodologias**

Análises	Foam mat	Liofilizado
pH	3,76 ± 0,044 <sup>b</sup>	4,04 ± 0,035 <sup>a</sup>
Aw	0,637 ± 0,027 <sup>a</sup>	0,550 ± 0,065 <sup>b</sup>
Umidade (%)	13,16 ± 0,020 <sup>b</sup>	24,43 ± 0,029 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	6,54 ± 0,254 <sup>b</sup>	9,13 ± 0,135 <sup>a</sup>
Açúcares totais (mg/100g)	75,22 ± 0,241 <sup>b</sup>	114,70 ± 2,101 <sup>a</sup>
Lipídeos	2,98 ± 0,622	1,11 ± 0,078
Acidez total (%)	1,20 ± 0,196	1,24 ± 0,196
Ácido ascórbico (mg/100g)	111,5 ± 11,36	370,6 ± 39,77

Pereira; Queiroz; Figueiredo (2006), encontraram pH para tomate em pó desidratado em secadores de bandeja de 3,98. O pH verificado no tomate liofilizado demonstrou-se semelhante ao pH encontrado por Evangelista (1998), para tomate *in natura* (4,02 a 4,03), provavelmente devido à liofilização ser realizada a baixas temperaturas, o que preserva as características do produto mesmo após ter sido desidratado. Também pode-se observar que houve diferença estatística entre as amostras de tomate liofilizado e tomate em camada de espuma.

Andrade (2000) cita que frutas desidratadas apresentam atividade de água abaixo de 0,85, estando os resultados observados no presente trabalho estão de acordo com essa citação.

A umidade do tomate Carmem, analisado por Raupp et al. (2007), apresentou teores no intervalo de 12,5 a 13,3% para tomate longa vida. Segundo Pereira; Queiroz e Figueiredo, (2006) a umidade encontrada para tomate em pó situou-se

entre 13,83 a 14,50% durante o período de armazenamento de 60 dias. Esses teores para o tomate em camada de espuma são semelhantes aos conseguidos em todas as amostras analisadas. Já nas amostras liofilizadas, as taxas de umidade demonstraram-se superiores, podendo ser devido ao método de secagem entre as amostras terem sido desenvolvidos com equipamentos distintos. Essa umidade encontrada pelo presente trabalho é relativamente elevada para produtos em pó. Os produtos foram armazenados em vidros hermeticamente fechados, mas se mostraram higroscópicos, com aumento da umidade a cada vez que se coletava amostra para análise. Existe diferença significativa entre as amostras.

Segundo Marques (2008) o teor de cinzas apresentado pelo abacaxi é de 0,24 e o teor de cinzas na goiaba é de 1,39 e ainda na manga o teor de cinzas é de 0,50. Soares et al (2001), encontrou para polpa de acerola porcentagem de cinzas de 6,52. E ainda em Luz; Schemin; Francisco (2001) encontrou-se teor de 3,55 para soja desidratada em camada de espuma.

As cinzas encontradas nas amostras de tomate liofilizado e tomate em camada de espumas no presente trabalho apresentam diferença significativa entre elas ( $p < 0,05$ ), á dificuldade de se explicar. Essa diferença reside no fato de que a amostra do foam mat houve adição de componentes, o que deveria dar resultados mais elevados. Entretanto esse material parece ter diminuído o “material mineral” da amostra.

Os açúcares totais para o liofilizado foram de  $114,70 \pm 2,101$  mg/ 100g e para o foam mat de  $75,22 \pm 0,241$  mg/ 100g, resultados mais elevados que os encontrados em Silva et al (2010) onde os teores foram de 17,56 e 44,11 para tomate doce e salgado respectivamente, 45 dias após desidratação. Os açúcares totais encontrados nas amostras de tomate liofilizado e tomate em camada de espumas no presente trabalho apresentam diferença significativa entre as amostras ( $p < 0,05$ ). Como em cinzas a adição de componentes, parece ter diminuído o “material mineral” da amostra.

Segundo Bortollato; Lora (2009) foi encontrado no abacaxi liofilizado um índice de  $0,24 \pm 0,113$  de lipídeos. Em Luz; Schemin; Francisco (2011) encontrou-se um teor de 23,3 para extrato hidrossolúvel de soja em pó, resultados distintos aos do presente trabalho.



Os teores de lipídeos encontrados para tomate liofilizado e tomate em camada de espuma apresentam diferença significativa entre elas ( $p < 0,05$ ). Essa diferença reside no fato de que a amostra do tomate em camada de espuma teve adição de componentes, o que aumentou o teor de lipídeos presente na amostra.

Soares et al (2001) relatam um percentual entre 10, 24 de acidez total em acerola em pó. Oliveira et al (2006), encontraram teores de 1, 52 pitanga formulada em pó, os teores encontrados por Oliveira et al foram semelhantes aos encontrados pelo presente trabalho.

Pode-se observar que os resultados encontrados por Silva et al (2005), para ácido ascórbico em umbu-cajá em pó foram de 91,6mg 100g<sup>-1</sup> em embalagem laminada e 90,6mg 100g<sup>-1</sup> em embalagem de polietileno. Em Pereira; Queiroz; Figueiredo (2006) foi encontrado teor de 274,22 (mg/100g) para tomate em pó. Nos estudos realizados por Gahler et al (2003), observou-se que o aumento do tempo de aquecimento ocasionou uma contínua perda de vitamina C. Nos produtos em camada de espuma e o liofilizado, os teores de vitamina C foram mais elevados que encontrados por outros autores, indicando que a temperatura ocasiona perda de vitamina C. Isso também justifica os valores menores observados na desidratação por camada de espuma, com significativa perda da ácido ascórbico com relação ao liofilizado.

Na Tabela 4 estão expostos os resultados das análises para determinação de cor do tomate desidratado.

**Tabela 4 - Resultados da análise de cor do tomate de mesa desidratado**

Cor	L*	a*	b*
Liofilizador	48,86 ± 0,444	12,94 ± 0,449	28,48 ± 0,512
Foam mat	44,24 ± 0,169	15,27 ± 0,081	34,96 ± 0,022

Segundo Szeremeta; Siguel; Rodrigues (2011), nos produtos a base de tomate o principal parâmetro a ser analisado é a cor, pois pigmentos como carotenóides estão presentes no tomate, sendo que o licopeno o carotenóide encontrado em maior quantidade, também se encontra o  $\beta$ - caroteno em menor quantidade. O escurecimento do tomate, do vermelho para o marrom, no entanto, é atribuído a formação de polímeros insaturados, sendo que essa mudança ocorre

geralmente pela reação de Maillard. As reações de caramelização e degradação do ácido ascórbico também podem estar ligadas ao escurecimento do tomate. Neste mesmo trabalho foi analisada a determinação de cor para tomate três distintos produtos, sendo encontrados os seguintes resultados: L  $33,22 \pm 0,10$ , a  $21,73 \pm 0,03$ , b  $15,54 \pm 0,04$  para tomate concentrado; L  $26,92 \pm 0,10$ , a  $10,34 \pm 0,09$ , b  $44,43 \pm 0,01$  para catchup; L  $36,41 \pm 0,056$ , a  $18,61 \pm 0,57$ , b  $48,96 \pm 0,062$  para molho de tomate. Segundo Pereira; Queiroz; Figueiredo (2006), os valores médios de L, a, b são respectivamente: 35,56; 15,51 e 22,93 para tomate em pó, os teores de L,a,b estão semelhantes ao tomate em pó. Uma possível explicação para esse fato pode ser a degradação da cor devido ao processo de desidratação, ainda podendo se observar que os resultados do processo de desidratação por camada de espuma apresentam resultado menor para luminosidade (mais escuro) e resultados menores para a, indicando ser o produto menos vermelho e maiores para b indicando ser mais amarelo em relação à polpa de tomate, submetida a um tratamento térmico mais severo. O desidratado foam-mat foi levemente mais escuro que o tomate liofilizado, provavelmente devido ao emprego de temperaturas maiores o que pode ter acarretado um maior escurecimento devido à reação de Maillard, ou ainda reação de caramelização.

## CONCLUSÃO

As amostras de tomate liofilizado e de tomate desidratado por camada de espuma apresentaram alta higroscópia. O tratamento por camada de espuma necessitou de um menor tempo de secagem, porém, apresentou pior aparência, cor mais escura e menor preservação dos compostos voláteis.

O tratamento por liofilização resultou em um produto desidratado de boa aparência, com maior preservação do ácido ascórbico e acidez total, entretanto apresentou-se com um menor rendimento 2, 5%.

Após a conclusão deste trabalho, observou-se viável a utilização dos métodos supracitados para desidratação de tomates, viabilizando, assim, um novo produto com conseqüentes características do tomate *In natura*.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. S. **Tópicos da Tecnologia de Alimentos**. 1. ed. São Paulo: Varela, 2000.

BASTOS, D. S.; SOARES, D. M. B. G.; ARAÚJO, K. G. L.; VERRUMA-BERNADI, M. R. desidratação da polpa de manga “Tommy Atking” utilizando a técnica de foam-mat drying: Avaliações físico-químicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Engineering**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 283-290, 2005.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate**. 2006. 22-120 f. Programa de Pós-graduação em saúde pública. São Paulo, 2006.

BORTOLATTO, J; LORA, J. **Avaliação da composição centesimal de abacaxi liofilizado e *In natura***. 2001. 1-15 f. Trabalho de conclusão de curso. São Paulo, 2001.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**. São Paulo, v. 8, n. 6, p. 6-14, jun. 2007.

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

COSTA, F. F. **Avaliação em composição em micronutrientes do tomate consoante a variedade e modo de colheita**. 2009. 20-98 f. Dissertação de Mestrado em Nutrição Clínica. Coimbra, 2009.

EMBRAPA. **Composição nutricional do tomate**. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/composicao.htm#tabela2](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/composicao.htm#tabela2)> referência> Acesso em: 25-out-2011.

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização**. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/pragas\\_traca.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/pragas_traca.htm)> acesso em: 05-set-2011.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1994.

FAO. **El codex alimentarius**: directrices para La producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos de producción orgánicamente Avilable at. Disponível em: <<http://FAO.org>> acesso em 15-09-2011.

LIOTECNICA. **VEGETAIS DESIDRATADOS**. 1. ed. São Paulo, 2009. 3 p.

LUTZ, I. A. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. São Paulo., 1985.

LUZ, L. M; SCHEMIN, M. H. C., FRANCISCO, A. C. Desidratação do extrato hidrossolúvel de soja pelo método foam-mat. **Série em Ciência e Tecnologia de alimentos: agroindustrial, energia e meio ambiente**. Ponta Grossa, v. 8, n. 13, p. 1-6, 2008.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. 37-280 f. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2008.

MOIA, M. A. S. **influência do congelamento no processo de liofilização**. 1994. 20-24 f. Trabalho de Conclusão de Curso. São Carlos. São Paulo, 1994.

MORAES, C.; CAMARGO, P. **Produção comparativa de suco concentrado de maracujá por crioconcentração e foam-mat**. 2009. 20-25 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Ponta Grossa, 2009.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. T. P. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". **Alimento e nutrição**. Araraquara, v.19, n1, p. 25-31, jan/mar, 2008.

PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. j. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de biotecnologia e ciência da terra**. São Paulo, v. 6, n. 1, p. 83-88, 1º semestre de 2006.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. análise comparativa de polpa de pitanga integral, formulada e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agrícolas**. Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 25-33, 2006.

RAUPP, D. S.; GABRIEL, L. S.; VEZZARO, A. F.; DAROS, P. Á.; CHESTANI, F. GARDINGO, J. R.; BORSATO, A. V. Tomate longa vida em diferentes temperaturas de secagem. **Ciências agrônômica**. Maringá, v. 29, n. 1, p. 33-39, 2007.

SENAI. **Tecnologia de conservação: vegetais**. Rio de Janeiro, p. 22-34, 1991.

SIDRA. **Produção brasileira de tomate no ano de 2010**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=24&i=P>>. Acesso em: 01-nov-2011.

SILVA, J. A. **Tópicos de Tecnologia em Alimentos**. São Paulo: Varela, p. 161-165, 2000.

SILVA, K. A. S. **Curva de secagem de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) nas temperaturas 50 °C, 60 °C e 70 °C**. 2007. 1-24 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2007.

SILVA, F. T.; JARDINE, J. G.; MATTA, V. M. Concentração de suco de laranja (*Citrus sinnensis*) por osmoze inversa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 18, n. 1, jan/abr 1998.

SILVA, V. K. L. S.; PINHEIRO, Érika Souza; DOMINGUES, Maria Alcione F.; AQUINO, Andréa Cardoso; FIGUEIREDO, José Maria C. C.; CONSTANT, Patrícia Beltrão Lessa. Efeito da pressão osmótica no processamento e avaliação da vida de prateleira de tomate seco. **Semana da ciência agrária**, v. 31, n. 1, p. 55-66, jan/mar 2007.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, J. C. S. M. Desidratação da polpa da acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) pelo processamento foam-mat. **Ciência e tecnologia de alimentos**. Campinas, p. 164-170, maio-ago, 2006.

SZEREMETA, J. S.; SIGUEL, G.; RODRIGUES, S. Á. Avaliação físico-química e sensorial de catchup, molho e concentrado de tomate. **VIII semana de Tecnologia de Alimentos**. Ponta Grossa, p. 1-6, jun. 2011.]

TRIPRINCETON. **Scale L, a, b**. Disponível em: <<http://www.triprinceton.org/testing/hair-testing-services/color-fade>>. Acesso em: 21-out-2011.

THUWAPANICHAYANAN, R; PRACHAYAWARAKORN.S.; SOPONRONNARIT, S. drying characteristics and quality of banana foam mat. **Journal of Food Engineering**. Amsterdam, v. 86, n. 4, p. 573-583, 2008.

VENSKE, C.; SANTOS, J.; RAUPP, D. S.; GARDINO, J. R.; BORSATO, A. V. Influência do grau de maturação nas características sensoriais de tomate seco envasado em óleo. **Ciências exatas da terra**. Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 33-40, dez. 2005.