

NORBERTO PELENTIR

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA MICROENCAPSULADA
DE SEMENTES DE PÊSSEGO (*Prunus persica*)**

FLORIANÓPOLIS, SC

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA MICROENCAPSULADA
DE SEMENTES DE PÊSSEGO (*Prunus persica*)

NORBERTO PELENTIR

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos. Área de Concentração: Processos da Indústria de Alimentos

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Edna Regina Amante

Florianópolis

2007

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA
MICROENCAPSULADA DE SEMENTES DE PÊSSEGO (*Prunus persica*)**

Por

Norberto Pelentir

Dissertação julgada para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Alimentos**, área de Processos da Indústria de Alimentos, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof^a. Dr^a. Edna Regina Amante

Orientadora

Prof. Dr. José Carlos Cunha Petrus

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Edna Regina Amante

Prof^a. Dr^a. Alcilene Rodrigues Monteiro Fritz

Dr^a. Valéria Reginato Spiller

Florianópolis, 30 de agosto de 2007

AGRADECIMENTOS

A Deus

À minha esposa Daniela e a meus filhos: Gabriel e Miguel

Aos meus pais

À Professora Edna

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Estados brasileiros produtores de pêssego (toneladas)	06
Tabela 2 Situação do Pêssego nos principais municípios catarinense produtores de pêssego, safra 02/03	08
Tabela 3 Situação do Pêssego nos principais municípios catarinenses produtores de pêssego, safra 03/04	08
Tabela 4 Mudanças no produto submetido ao processo de desidratação	17
Tabela 5 Exemplos de aplicações de microcápsulas e seus respectivos processos de produção	22
Tabela 6 Estrutura dos principais ácidos graxos	29
Tabela 7 Quantidade de ácido oléico em alguns alimentos	33
Tabela 8 Conteúdo de ácido linoléico em alguns alimentos	34
Tabela 9 Umidade das sementes de pêssego submetidas a diferentes tratamentos	41
Tabela 10 Velocidade de secagem das farinhas de amêndoa de pêssego em diferentes condições	50
Tabela 11 Composição centesimal das farinhas de sementes de pêssego, produzidas em diferentes temperaturas, com e sem microencapsulação com maltodextrina	52
Tabela 12 Teor de proteína em alguns alimentos usuais (modificada)	53
Tabela 13 Composição em ácidos graxos em lipídeos da farinha microencapsulada de sementes de pêssego	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estrutura do pêsego, apresentando a característica de drupa	04
Figura 2 Curva de secagem típica em condições constantes de secagem; teor de umidade em função do tempo	14
Figura 3 Curva de taxa de secagem típica em condições constantes de secagem; taxa (velocidade) de secagem em função do teor de umidade	14
Figura 4 Estrutura de Microcápsula	19
Figura 5 Estrutura geral para a indicação da nomenclatura dos ácidos graxos ω -3, 6 e 9	28
Figura 6 – Variedades utilizadas – chiripá e ágata	35
Figura 7 Fluxograma de obtenção das amostras de farinha microencapsulada de semente de pêsego (45, 55, 65; 45MD, 55MD e 65MD, secagem nas diferentes temperaturas com e sem maltodextrina)	37
Figura 8 Curva de secagem da semente de pêsego a 45 °C sem maltodextrina	43
Figura 9 Curva de secagem da semente de pêsego a 45 °C com maltodextrina	43
Figura 10 Curva de secagem da semente de pêsego a 55 °C sem maltodextrina	44
Figura 11 Curva de secagem da semente de pêsego a 55 °C com maltodextrina	44
Figura 12 Curva de secagem da semente de pêsego a 65 °C sem maltodextrina	45
Figura 13 Curva de secagem da semente de pêsego a 65 °C com maltodextrina	45
Figura 14 Taxa de secagem da semente de pêsego, sem maltodextrina a 45 °C	47
Figura 15 Taxa de secagem semente de pêsego a 45 °C com maltodextrina	47

Figura 16 Taxa de secagem semente de pêssego a 55 °C sem maltodextrina	48
Figura 17 Taxa de secagem da semente de pêssego a 55 °C com maltodextrina	48
Figura 18 Taxa de secagem da semente de pêssego a 65 °C sem maltodextrina	49
Figura 19 Taxa de secagem da semente de pêssego a 65 °C com maltodextrina	49
Figura 20 Microscopia eletrônica de varredura da farinha de semente de pêssego, obtida a 45° C, com maltodextrina (A) e sem maltodextrina (B)(1000X)	51
Figura 21 Microscopia eletrônica de varredura da farinha de semente de pêssego, obtida a 55° C, com maltodextrina (A) e sem maltodextrina (B)(1000X)	51
Figura 22 Microscopia eletrônica de varredura da farinha de semente de pêssego, obtida a 65° C, com maltodextrina (A) e sem maltodextrina (B)(1000X)	51

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	03
2.1 Objetivos gerais	03
2.2 Objetivos específicos	03
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1 Pêssego	04
3.2 Resíduos do processamento de alimentos	09
3.3 Desidratação de alimentos	12
3.4 Microencapsulação	17
3.4.1 Métodos de caracterização da microencapsulação	23
3.5 Amido	24
3.5.1 Maltodextrina	25
3.6 Ácidos graxos	28
3.6.1 Ômega 3, 6 e 9	28
3.6.2 Ácidos graxos essenciais	31
4 MATERIAL E MÉTODOS	35

4.1 Resíduos do processamento de pêssego	35
4.2 Curvas de secagem	36
4.3 Microencapsulação	36
4.4 Análises químicas	38
4.5 Microscopia eletrônica de varredura	38
4.6 Análise estatística	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Curvas de secagem	40
5.2 Composição química das farinhas de caroço de pêssego microencapsulada	52
5.3 Perspectivas para a utilização da farinha de caroço de pêssego microencapsulada	56
6 CONCLUSÕES	57
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

PELENTIR, NORBERTO. Caracterização química da farinha microencapsulada de sementes de pêssego (*Prunus pérsica*). Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. 2007.

RESUMO

A semente do pêssego é um resíduo agroindustrial que corresponde a cerca de 10% do peso da fruta. Através do presente trabalho foi produzida a farinha de semente de pêssego, mediante secagem nas temperaturas de 45, 55 e 65 °C, com e sem a adição de maltodextrina, em um processo acessível para as pequenas agroindústrias. Foram construídas as curvas de secagem e as farinhas caracterizadas quanto ao teor de proteínas, extrato etéreo, perfil de ácidos graxos, fibras brutas, umidade e cinzas. A presença de maltodextrina interfere no regime de secagem, mas o efeito das temperaturas é significativo, com e sem maltodextrina. As farinhas das sementes de pêssego apresentaram valores de extrato etéreo entre $23,86 \pm 0,03$ a $27,15 \pm 0,47$ g/100g. A composição em ácidos graxos do óleo de caroço de pêssego possui características únicas, pois contém quantidades altas dos ácidos graxos: oléico (ω -9) e linoléico (ω -6) (cerca de 50% de cada), fato muito raro nos óleos vegetais. O conteúdo de cinzas foi de $4,62 \pm 0,08$ a $6,52 \pm 0,17$ g/100g. O teor de proteínas foi de $17,11 \pm 0,55$ a $21,33 \pm 5,56$ g/100g, concentrações comparáveis aos das leguminosas de consumo.

Palavras-chaves: semente, pêssego, farinha, resíduo, secagem.

PELENTIR, NORBERTO. Chemical characterization of microencapsulated peach (*Prunus persica*) seed flour. Magister Dissertation in Food Engineer. Food Engineer Post-Graduation Program. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil. 2007.

ABSTRACT

Peach seed is an agro-industrial residue that corresponds to around 10% of the fruit weight. By this work was produced the peach seeds flour, across drying at 45, 55 and 65 °C, with and without maltodextrin, in a process accessible for small agro-industries. Were constructed drying curves and the flours characterized to protein, ether extract, fat acids, fibres and minerals. The presence of maltodextrin interferes on the drying rhythm. Temperature increasing affects the drying regime with and without maltodextrin treatment. Peach seed flour presented values to ether extract between 23.86 ± 0.03 a 27.15 ± 0.47 g/100g. Peach seeds fat acids presents unique characteristics, very high quantities of oleic (ω -9) and linoleic (ω -6) acids (around 50% of each), what is rare in vegetable oils. Ash values were from 4.62 ± 0.08 to 6.52 ± 0.17 g/100g. Protein values from 17.11 ± 0.55 to 21.33 ± 5.56 g/100g, concentrations comparables with commons legumes (black bean, soy bean and peanut).

Key words: peach, seed, flour, residue, drying.

1 INTRODUÇÃO

O pêssego (*Prunus pérsica*) é uma fruta de clima temperado, bem adaptado aos Estados da Região Sul do Brasil. A China é o maior produtor mundial e o Chile é o maior produtor na América Latina. No Mercado Comum do Cone Sul, destaca-se ainda a Argentina e o Brasil como maiores produtores (EMBRAPA, 2005). Apesar da importância da fruta, ainda é a polpa, a parte mais apreciada e utilizada pela agroindústria. Os caroços e as amêndoas são considerados resíduos agroindustriais, ainda pouco valorizados. A porção celulósica da semente foi estudada para a produção de carvão ativado pela indústria TANAC, de Montenegro, Rio Grande do Sul, na década de 90 e existe um estudo sobre a produção de energia (KAYNAK et al., 2005). No entanto, no Brasil, na atualidade, não são disponíveis estudos para a valorização das amêndoas, apesar desta apresentar indicação de uso pela medicina chinesa.

Perdas no processo são causadas pela retirada da casca e do caroço, variando em torno de 10% para pêssegos com diâmetro acima de 7,0 cm até 25% para pêssegos com diâmetro abaixo de 4,5 cm, com rendimento nominal entre 90% e 75% (EMBRAPA, PELOTAS, 1984).

A presença de cianeto nas amêndoas do caroço de pêssego corresponde ao maior volume de informações na literatura (HAQUE; BRADBURY, 2002). Porém não existem trabalhos sobre a composição centesimal ou a presença de qualquer componente que justifique o seu valor conforme usado na medicina chinesa.

Diversas sementes vêm sendo estudadas, quanto à sua composição nutricional, visando converter resíduos em importantes matérias-primas para diferentes setores industriais. As sementes de abóbora associadas à proteção contra o câncer de próstata, as sementes de uva, sendo já valorizadas na produção de óleos para cosméticos e muitas outras pesquisas têm se dedicado a

apresentar o potencial tecnológico de matérias-primas tradicionalmente consideradas como resíduos, disponibilizando alimentos funcionais, contribuindo para a minimização do uso de medicamentos, mediante o hábito saudável do consumo de produtos naturais.

As características da amêndoa do caroço de pêsego correspondem a uma barreira ao seu processamento, quando a finalidade for a disponibilidade do valor nutricional do produto integral para o consumo humano, devido ao elevado teor de compostos instáveis na estocagem, dos quais, os lipídeos correspondem ao maior percentual.

Uma das recentes alternativas para proteger, prolongar a funcionalidade e controlar a liberação de um ingrediente de alimentos é o uso da microencapsulação (SHAHIDI; HAN, 1993). O interesse industrial por essa tecnologia deve crescer rapidamente nos próximos anos, porque ela pode levar a produtos com novas propriedades funcionais, mais estáveis e assim com maior vida útil. A incorporação de novas tecnologias é hoje no Brasil, essencial para que as mais variadas indústrias ofereçam produtos com maior valor agregado, o que representa uma vantagem na disputa por mercados internos e externos (RÉ, 2000).

Com a finalidade de produzir um produto estável para alimentação humana, o presente trabalho se propõe a desenvolver uma farinha microencapsulada e a realizar caracterização nutricional, visando trabalhos futuros de avaliação toxicológica para alimentação humana.

O processo de microencapsulação envolve o emprego de atomizadores, o que não corresponde à escala das agroindústrias que viriam a utilizar as amêndoas no Brasil. Por esta restrição, o presente trabalho se propõe a uma nova alternativa para a proteção dos compostos de interesse na farinha produzida. Para a microencapsulação de material lipofílico tem sido usado matriz de carboidrato e proteína (DRUSCH, 2006). Neste trabalho, as amêndoas contêm material protéico natural e a maltodextrina foi empregada como carboidrato encapsulante auxiliar para a proteção dos componentes mais instáveis da farinha produzida.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Utilizando uma técnica simples e econômica, produzir a partir de amêndoas do caroço de pêssego uma farinha microencapsulada, avaliando a composição centesimal e a composição em ácidos graxos.

2.2 Objetivos específicos

Determinar a composição centesimal da farinha de amêndoas de caroço de pêssego;

Avaliar o efeito da microencapsulação com maltodextrina sobre o regime de secagem na obtenção da farinha de amêndoas de caroço de pêssego;

Determinar o efeito das condições de secagem sobre a fração extrato etéreo da farinha de amêndoa de caroço de pêssego;

Determinar o perfil em ácidos graxos dos lipídeos da farinha obtida;

Verificar o efeito da microencapsulação sobre a microestrutura da farinha.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Pêssego

O pessegueiro é uma planta pertencente à família Rosaceae, cujos cultivares comerciais são da espécie *Prunus persica* (L.) Batsch. É originário da China, apesar de seu nome derivar da Pércia, que foi considerado, inicialmente, como país de origem do pessegueiro, mas que na verdade foi de onde originalmente se espalhou pela Europa (DUCROQUET et al., 1997).

O pêssego é uma fruta que serve como exemplo de drupa, fruto proveniente de gineceu monocarpelar e uniovulado. Possui epicarpo membranáceo, mesocarpo carnudo e endocarpo esclerificado (frequente nas espécies da sub-família Prunoideae das Rosaceae) (DUCROQUET et al., 1997). A Figura 1 ilustra a estrutura da fruta.

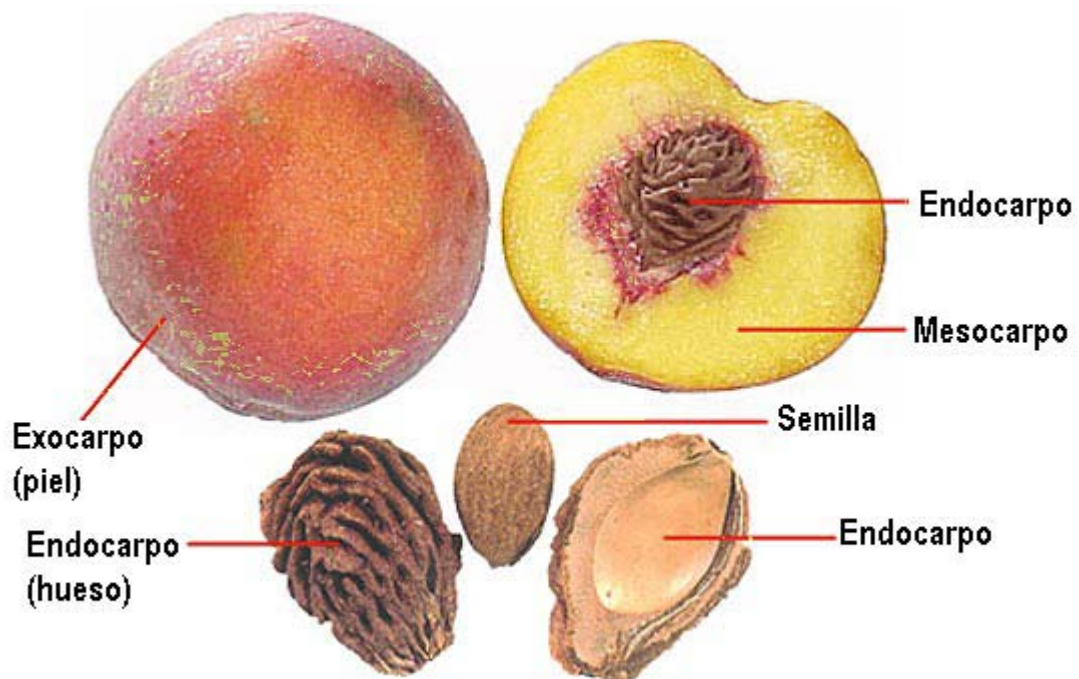


Figura 1 Estrutura do pêssego, apresentando a característica de drupa

(www.euita.upv.es/varios/biologia/Web_Frutos/i...)

A fruta é muito atrativa em todo o mundo, sendo o mesocarpo o seu principal produto, com descarte de sementes e cascas.

A produção mundial de pêssegos e nectarinas estão em torno de 12 milhões de toneladas, crescendo ao redor de 20% a cada 10 anos. A China é o maior produtor mundial, com cerca de 27% de participação na oferta global, seguida da Itália e dos Estados Unidos, que produziram em 1998, 1,4 milhão e 1,3 milhão de toneladas, respectivamente. China, Itália, Estados Unidos e Espanha juntos produzem 60% da oferta mundial, o que caracteriza uma forte concentração da produção (EMBRAPA, 2005).

A área colhida com pêssogo no Brasil evoluiu de 17,5 mil hectares em 1996, para 23,9 mil hectares em 2004, uma variação anual muito pequena, principalmente após 2000 (PEREZ, 2006).

A União Européia, em 1998, produziu 30% da fruta consumida no mundo. No âmbito do Mercado Comum do Cone Sul – Mercosul destaca-se a Argentina e o Brasil com produções de 280 mil e 146 mil toneladas, respectivamente. Em termos de América Latina, o Chile é o maior produtor, com produções ao redor de 285 mil toneladas. Outros destaques na produção encontram-se na Europa Oriental, onde os países árabes, a África do Sul e a Turquia têm produção ao redor de 200 mil toneladas (EMBRAPA, 2005).

No Brasil, o pêssogo é produzido nos estados das Regiões Sul e Sudeste, onde as condições naturais, sobretudo o clima temperado, favorecem a exploração comercial.

O Rio Grande do Sul é o principal produtor, com cerca de 46% da produção nacional, ocupando uma área superior a 10 mil hectares.

Toda a produção nacional de pêssogo se destina ao mercado interno. O Brasil não exporta esta fruta, sendo considerado um grande mercado para os principais produtores mundiais, principalmente para o Chile, país vizinho, e tradicional exportador da América Latina.

Embora o consumo *per capita* de pêssegos no Brasil seja baixo, em torno de 0,25 kg/hab/ano, comparado aos 5 kg/hab/ano de países como Itália, Espanha, França e Inglaterra, houve crescimento da demanda desta fruta. Em algumas regiões, como a de Porto Alegre, atingiu em 2000 cerca de 1 kg/hab/ano (MARODIN; SARTORI, 2000).

O abastecimento nacional provém de cinco pólos nacionais de produção: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. O período de oferta inicia em setembro com a produção paulista e conclui em fevereiro com a produção gaúcha.

A Tabela 1 ilustra a distribuição por estados brasileiros produtores de pêssego, com superioridade da produção gaúcha e paulista.

Tabela 1 Estados brasileiros produtores de pêssego (toneladas)

Estados	Área (ha)	Produção	% Participação
Rio Grande do Sul	13.000,00	80.000	46,53
Santa Catarina	4.187,2	30.190	17,56
São Paulo	3.266,0	35.184	20,46
Paraná	1.985,0	18.317	10,65
Minas Gerais	700,0	8.000	4,65
Outros	26,0	254	0,15

Fonte: Embrapa (2005)

O cultivar é um dos componentes mais importantes do sistema de produção e um dos poucos que podem ser modificados, sem alterar o custo de implantação do pomar. O custo de plantio de uma cultivar adaptada e com boa resistência a doenças, produtora de frutas de

qualidade é igual ao de uma cultivar mal adaptada, suscetível a doenças, produtora de frutas de baixa qualidade (EMBRAPA, 2005).

Os cultivares existentes no Brasil, principalmente na região Sul, não estão perfeitamente adaptados às condições edafoclimáticas, pois tendem a florescer antes de 30 de agosto, quando riscos de geadas com temperaturas abaixo de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ são da ordem de 30%. Não são resistentes às podridões que tendem a proliferar com as altas temperaturas e precipitações que ocorrem no período de colheita. Outros problemas comuns para a produção do pêssego são os ventos, estresse hídrico e o granizo, que normalmente provocam perdas consideráveis de produção. Essas dificuldades encontradas na produção do pêssego exigem pesquisas para o desenvolvimento de cultivares mais resistentes (DUCROQUET et al., 1997).

As regiões produtoras de pêssego no Sul do Brasil são caracterizadas pela alta precipitação pluviométrica, acima de 1500 mm/ano, alta umidade relativa do ar e ventos fortes durante a primavera e verão, o que favorece o aparecimento de doenças e pragas (FACHINELLO et al, 2003).

O cultivo comercial de pessegueiros em regiões de clima quente do Estado de São Paulo é plenamente justificado pela possibilidade de obtenção de produções precoces, com baixo risco de perda por geadas. Sendo a oferta de pêssegos entre a 2^a quinzena de agosto e a 1^a de outubro, muito baixa os preços alcançados têm sido altamente compensadores (PEREIRA, 2003).

No estado de Santa Catarina, para que a fruticultura de clima temperado melhore seu desempenho, principalmente no caso das frutas de caroço, diversos entraves precisam ser solucionados como, por exemplo, concentração de colheita num curto espaço de tempo; cultivares inadequados; manejo incorreto, alto custo dos insumos; perdas com geadas e chuvas de granizo; deficiência do sistema de comercialização, entre outros (EPAGRI-SC, 2004).

As Tabelas 2 e 3 revelam um cenário preocupante em relação ao cultivo de pêssego, nos principais municípios produtores no estado de Santa Catarina, para as safras de 2002 a 2004.

Tabela 2 Situação nos principais municípios catarinenses produtores de pêssego na safra 2002/2003

Município	Nº de Fruticultores	Área (ha)	Produção (kg)	Preço médio (R\$)	Valor Total (R\$)
Videira	365	610	4.514.000	0,41	1.850.740,00
Caçador	305	570	6.900.000	0,45	3.105.000,00
Fraiburgo	160	464,4	3.666.000	0,43	1.576.380,00
Rio das Antas	150	211	1.470.000	0,45	661.500,00
Tangará	150	200	2.200.000	0,40	880.000,00
Arroio Trinta	55	65	900.000	0,60	540.000,00

Fonte: Epagri (2004), safra 02/03

Tabela 3 Situação nos principais municípios catarinenses produtores de pêssego na safra 2003/2004

Município	Nº de Fruticultores	Área (ha)	Produção (kg)	Preço médio (R\$)	Valor Total (R\$)
Videira	294	508	2.745.000	0,41	1.125.450
Caçador	250	470	5.600.000	0,45	2.520.000
Fraiburgo	140	400	3.500.000	0,43	1.505.000
Rio das Antas	75	120	600.000	0,45	270.000
Tangará	150	200	2.250.000	0,40	900.000
Arroio Trinta	55	65	1.040.000	0,60	624.000

Fonte: Epagri (2004), safra 03/04

O cultivo de pêssegos tem uma importante função social por permitir a geração de riquezas e sustentação do homem no meio rural, com bom rendimento mesmo em pequenas áreas, como é característica nas regiões produtoras (EPAGRI, 2004).

A ocupação da mão-de-obra na atividade é mais intensiva e pode-se considerar com boa remuneração para o meio rural. Exige conhecimentos e capacitação constante, elevando o nível sociocultural de seus integrantes (EPAGRI, 2004).

É uma atividade que proporciona um trabalho direto de cerca de 200 a 250 jornadas, no pomar por hectare plantado. Torna-se difícil calcular a ocupação indireta de trabalho que 1 ha de pêssego proporciona, desde o momento que o produtor decidiu plantar, ao atingir a produção e até o final da vida útil deste pomar. Pode-se ter certeza que não é nada desprezível e que muitas pessoas vivem e retiram seu sustento daí (DUCROQUET et al., 1997).

3.2 Resíduos do processamento de alimentos

As características químicas, bioquímicas, nutricionais e farmacológicas de grande parte dos resíduos agrícolas e agroindustriais, têm implementado inúmeras pesquisas sobre valorização desses subprodutos, contribuindo para uma redução significativa da poluição ambiental, retroalimentação das indústrias com novos processos produtivos e a sociedade com novos produtos, além influenciar positivamente na redução da pressão exercida pela demanda global por matérias-primas, preservando desta forma os recursos naturais finitos do planeta, em especial água potável e solos de alta fertilidade (AMANTE, 1997, PANDEY; SOCCOL, 2000; PANDEY et al., 2000 a, b, c).

Qualquer tipo de resíduo da indústria ainda pode ser fonte potencial de nutrientes, embora nem sempre adequados para o consumo convencional para humanos ou animais de criação. Aproveitar ou minimizar a produção destes resíduos é uma questão de crescente preocupação (FURLONG, 1999).

Até a década de 80, os componentes não digestíveis dos alimentos foram descartados como resíduos (ASP, 1985 apud NAWIRSKA; KWASNIEWSKA, 2005), desde então vem aumentando o interesse das fibras dietéticas na saúde humana e animal. A principal aplicação para estes resíduos sólidos de vegetais tem sido na exploração das fibras dietéticas e substâncias antioxidantes (NAWIRSKA; KWASNIEWSKA, 2005; PESCHEL et al., 2006).

Inúmeras fontes residuais de antioxidantes têm sido investigadas, o que contribui para aumentar o valor agregado dos resíduos do processamento de vegetais e os efeitos do processamento sobre a quantidade de compostos antioxidantes nos resíduos. Apesar da vasta quantidade de plantas residuais, e dos estudos crescentes, ainda restam muitas plantas a serem investigadas. De acordo com diversas pesquisas citadas por Peschel et al. (2006), os resíduos já confirmados com propriedades antioxidantes são: maçãs, tomates e alcachofra. O recente trabalho desenvolvido por Baggio (2006), indica que os resíduos do processamento do café encerram excelentes propriedades antioxidantes. Esta busca por matérias-primas com propriedades antioxidantes está apoiada no interesse por aditivos naturais em substituição aos sintéticos. A maioria dos trabalhos com antioxidantes de resíduos agroindustriais têm estudado as cascas (PESCHEL et al., 2006; RODRIGUES; PINTO, 2006).

Abdalla et al. (2006), estudaram as amêndoas da manga, que representam de 45 a 75 % do caroço, segundo a variedade em estudo, e cerca de 20 % de toda a fruta, onde encontraram significativas quantidades de compostos fenólicos, lipídeos totais, baixa quantidade de proteína, porém com significativa proporção em aminoácidos essenciais. Oito compostos fenólicos foram

identificados, vanilina e taninos foram os predominantes. Matéria insaponificável mostrou alta quantidade de esteróis e tocoferóis. Foi encontrado também ácido esteárico, como o principal ácido graxo saturado e o oléico o principal insaturado. A quantidade de lipídeos neutros e totais foi similar, enquanto os fosfolipídeos ocorreram como ácido palmítico, linoléico e linolênico.

Em outro estudo, Abdalla et al. (2006), investigaram a atividade antimicrobiana e antioxidante do extrato e do óleo de amêndoa do caroço da manga, resultados positivos, que indicam o emprego deste resíduo agroindustrial em novos produtos.

Uma das nove plantas medicinais incluídas em um coquetel usado para a cura de doenças cardiovasculares (Mistura Protetora Cardiovascular – CVPM), está presente a semente do pêssego (TU et al., 2003).

Há pelo menos 2650 espécies de plantas que produzem cianoglicosídeos e as correspondentes enzimas hidrolíticas que estão constituindo a estrutura celular vegetal, protegendo-a quando rompida por qualquer predador, com a geração de um açúcar e uma cianohidrina que, rapidamente se decompõem em ácido cianídrico, um aldeído ou uma cetona (HOSEL, 1981; MOLLER; SEIGLER, 1999, citados por HAQUE; BRADBURY, 2002). As amêndoas do pêssego apresentam o cianoglicosídeo amigdalina e podem apresentar de 710 a 720 ppm de ácido cianídrico, de acordo com Haque e Bradbury, 2002.

Óleos essenciais das amêndoas do pêssego apresentam potente toxicidade como fumigantes, devido à presença de benzaldeído, portanto, estes resíduos podem apresentar aplicação no desenvolvimento de protetores naturais para a lavoura (LEE et al., 2001).

Estudos de toxicidade fazem-se necessários para o conhecimento dos efeitos do consumo das amêndoas do caroço de pêssego.

3.3 Desidratação de alimentos

O principal objetivo da secagem está na diminuição do teor de água. Essa redução deve ser efetuada até a umidade na qual a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes sejam suficientemente elevadas para reduzir a atividade de água, e conseqüentemente, retardar ou até inibir os processos de deterioração dos alimentos (TRAVAGLINI et al. 1981)

As vantagens da desidratação são várias dentre elas: facilidade na conservação; estabilidade dos componentes aromáticos e outros, contra degradação enzimática e oxidativa; redução de peso e economia de energia (PARK, 2001).

A secagem é uma das tecnologias mais importantes e antigas para a preservação de alimentos, que devem ser secos até os níveis de umidade aceitáveis para estocagem e preservação. É uma operação complexa envolvendo transferência de calor e massa, com possíveis transformações físicas e químicas sobre a qualidade do produto e também nos mecanismos envolvidos (MUJUMDAR; BEKE, 2003).

Durante a secagem de um sólido úmido em ar quente, o ar fornece o calor sensível e latente necessário para a evaporação da umidade e também atua como um carreador de gás para a remoção do vapor de água formado nas vizinhanças da superfície do material evaporando (BRENNAN et al., 1976).

A mudança do conteúdo de umidade no alimento é expressa na forma de curvas. Estudos das curvas de secagem de alimentos mostram que a secagem consiste em diferentes estágios (Figura 2). Estágio A-B representa o período de adaptação, durante o qual a superfície dos sólidos atinge uma condição de equilíbrio com o ar de secagem. Ele é freqüentemente uma proporção negligenciada do ciclo total de secagem, mas em alguns casos pode ser significativo (BRENNAN et al., 1976). Estágio B-C representa o período de velocidade constante de secagem. Durante este

período a superfície do sólido permanece saturada com a água líquida porque o movimento da água do interior do sólido para a superfície ocorre a velocidade tão grande quanto a velocidade de evaporação da superfície. Na superfície do sólido ocorre transferência de calor e massa e ela se comporta como o chumaço de algodão do termômetro de bulbo úmido. Sob condições especificadas, a temperatura constante da superfície corresponde à temperatura do bulbo úmido do ar de secagem (BRENNAN et al., 1976). Toda a superfície exposta do sólido está saturada de água. A secagem ocorre como se fosse a evaporação de uma massa de líquido, sem haver influência direta do sólido na taxa de secagem. É possível que a aspereza da superfície sólida, sobre a qual se estende a película líquida, provoque aumento dos coeficientes de transferência de massa e calor, mas este efeito não está firmemente estabelecido. O regime de secagem a taxa constante continua, com a massa subtraída da superfície sendo substituída pelo líquido que vem do interior do sólido. O mecanismo do deslocamento do líquido, e por isso a velocidade deste movimento varia acentuadamente com a própria estrutura do sólido. Nos sólidos que têm espaços vazios e abertos relativamente grandes, o movimento será, possivelmente, controlado pela tensão superficial e pelas forças da gravidade no interior do sólido. Nos sólidos com estruturas fibrosas, ou amorfas, o movimento do líquido ocorre por difusão através do sólido. Desde que as taxas de difusão são menores que o escoamento por gravidade ou por capilaridade, os sólidos nos quais a difusão controla o movimento do líquido tendem a ter períodos mais curtos de velocidade constante, ou mesmo a secagem sem que haja um período de taxa constante perceptível. (FOUST et al., 1982).

As Figuras 2 e 3 mostram curvas típicas de secagem, uma na base do teor de umidade contra o tempo e a outra na base da velocidade de secagem contra o tempo.

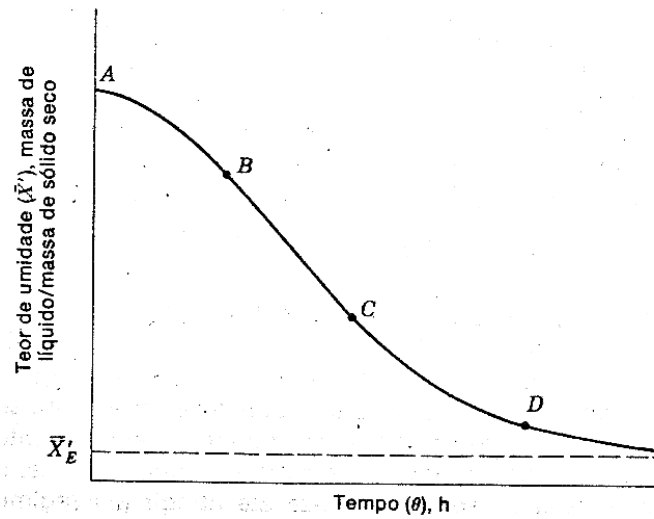


Figura 2 Curva de secagem típica em condições constantes de secagem; teor de umidade em função do tempo (FOUST et al., 1982).

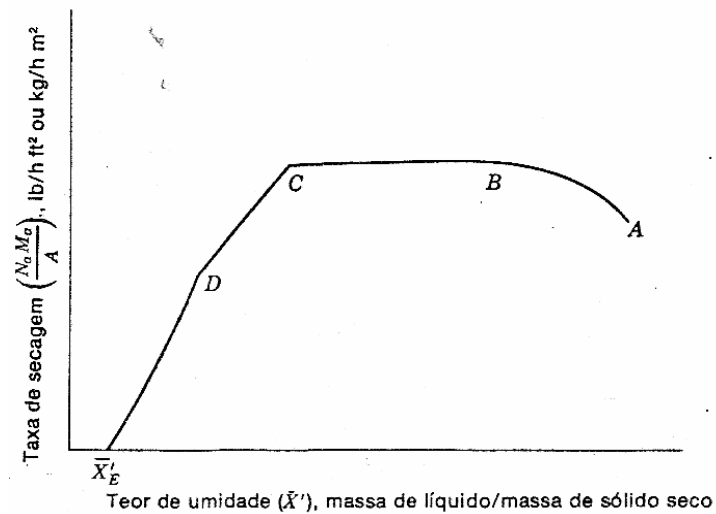


Figura 3 Curva de taxa de secagem típica em condições constantes de secagem; taxa (velocidade) de secagem em função do teor de umidade (FOUST et al., 1982).

A Figura 3 que representa a velocidade de secagem em função do teor de umidade, é muito mais descritivo do processo de secagem (FOUST et al., 1982).

Durante o período de secagem, entre os pontos C e D da Figura 3, denominado o “primeiro período de taxa decrescente”, a superfície fica paulatinamente mais pobre em líquido, pois a velocidade do movimento do líquido para a superfície é menor que a velocidade com que a massa é transferida da superfície. No ponto D não há, na superfície, qualquer área significativamente saturada no líquido. A parte da superfície que está saturada seca pela transferência convectiva de calor para a corrente gasosa e pela transferência de massa para a corrente do gás secante. O vapor, nos níveis mais internos da amostra sólida, difunde-se para a parte da superfície que não está saturada e continua a difundir-se para a corrente gasosa. Este mecanismo é muito lento em comparação com a transferência convectiva que ocorre na superfície saturada (FOUST et al., 1982).

No estágio C-D da curva de secagem (Figura 2), ocorre redução da velocidade de eliminação de umidade e a superfície fica mais seca. O conteúdo de umidade no ponto C da curva corresponde ao que se denomina umidade crítica (W_c). Deste ponto em diante, a temperatura da superfície começa a aumentar e assim continua o processo de secagem e a temperatura do ar se aproxima da temperatura do bulbo seco (PERRY e CHILTON citados por BRENNAN et al., 1976)

A eliminação de água, nas temperaturas praticadas em secadores a pressão atmosférica, pode carrear compostos de menor ponto de ebulição, importantes constituintes dos alimentos.

Ohara et al. (2004), propuseram um modelo tridimensional para a desidratação de alimentos. Obtiveram um modelo de resposta rápida.

De acordo com Garau et al. (2006), modelagem matemática e simulação das curvas de secagem sob diferentes condições são importantes para obter o melhor controle desta operação unitária e melhorias na qualidade do produto final.

Aversa et al. (2006), procuraram melhorar os modelos matemáticos para secagem de vegetais, que pudessem servir para diversos tipos de alimentos, procurando minimizar gastos com testes piloto. Basearam-se nas seguintes hipóteses: transferência de calor no produto por condução; transferência de massa no produto por difusão; o transporte de vapor de água dentro do produto foi negligenciado; não foi considerado encolhimento do material. Foi considerado um corpo bidimensional, de 0,6 cm de comprimento, com espessura de 0,3 a 1,5 cm. O ar de secagem foi soprado continuamente no produto, com fluxo paralelo à principal superfície; a resistência a transferência de calor e massa foi negligenciada através do suporte do alimento. Obtiveram um modelo geral pela capacidade de descrever o transporte da água livre e da água ligada do alimento e o fenômeno da evaporação e condensação. O modelo resultou flexível e pode ser facilmente adaptado a diferentes geometrias.

A qualidade de alimentos desidratados depende, em parte, das alterações que ocorrem durante o processamento e a armazenagem. Algumas dessas alterações envolvem modificações na estrutura física, as quais afetam a textura, a re-hidratação e a aparência. Outras alterações são também devidas a reações químicas (NIHJHUIS et al., 1996). No alimento desidratado, a atividade enzimática residual, a atividade microbiana e a re-hidratação são parâmetros de grande importância. Durante o processo de secagem com ar aquecido, o alimento sofre perdas de qualidade, dentre elas, na cor, no sabor e na textura. A contração de volume e o endurecimento do produto são também considerados problemas de grande importância na desidratação. Atualmente, as pesquisas estão voltadas para o aumento da retenção das propriedades nutritivas e sensoriais

do produto desidratado, mediante alterações das condições de processo e o uso de pré-tratamento (Tabela 4) (STRUMILLO; ADAMIEC,1996).

Tabela 4 Mudanças que ocorrem no produto submetido ao processo de desidratação

Física	Química	Bioquímica
Encolhimento	Diminuição e perdas das atividades dos reagentes	Oxidação de lipídeos
Perda de elasticidade	Quebra de alguns componentes químicos	Desnaturação de proteínas
Alteração de tamanho e forma	Reação Maillard	Escurecimento enzimático
Cristalização e alteração na estrutura cristalina	Oxidação de lipídeos	Degradação de vitaminas
Alteração de solubilidade		
Reidratação limitada		

Fonte: Strumillo e Adamiec (1996), modificada

3.4 Microencapsulação

No atual contexto mundial em que a competitividade industrial é crescente, o domínio da tecnologia, ou seja, a aplicação de princípios, métodos, instrumentos ou processos elaborados a partir da pesquisa científica, para desenvolver e aperfeiçoar produtos, é essencial para qualquer país. Entre as tecnologias a serem utilizadas, a microencapsulação se destaca por permitir um controle sofisticado de certas propriedades do produto, por ser uma tecnologia que envolve

processos complexos que permitem incorporar a um material ativo, novas propriedades funcionais e "inteligentes" como a liberação ou atuação controlada em um meio específico ou sob condições apropriadas, tornando mais eficaz o produto final do qual esse material fará parte (RÉ, 2000).

A idealização do modelo celular, no qual o núcleo é envolvido por uma membrana semipermeável que o protege do meio externo e ao mesmo tempo controla a entrada e saída de substâncias na célula, deu origem ao conceito da microencapsulação, que, de maneira similar, tem uma parede que isola o material ativo e controla a liberação sob estímulo específico. Portanto, o propósito da microencapsulação é proteger seu conteúdo do ambiente que pode ser destrutivo, permitindo trocas pela membrana (JIZOMOTO et al.,1993).

Os primeiros registros de tentativa de aplicação dessa idéia datam dos anos 30. O primeiro produto com material microencapsulado, surgiu em 1954 com a patente do papel de cópia sem carbono comercializado pela empresa norte-americana *National Cash Register*, que consistia no recobrimento de papel comum por uma fina camada de microcápsulas contendo tinta incolor. As microcápsulas quando rompidas (por pressão) liberavam a tinta que, ao entrar em contato com uma segunda folha previamente banhada num revelador, produzia a cópia nos pontos pressionados. As primeiras pesquisas na área farmacêutica, realizadas pela Universidade de Wisconsin (Estados Unidos), também datam dos anos 50 (RÉ, 2003 citado por PRATA, 2006).

Microencapsulação é um processo através do qual ingredientes ativos de gases, líquidos e sólidos são empacotados em um segundo material para protegê-los do ambiente ou das condições de processamento. Estas cápsulas que variam de tamanho de 0,2 a 5000 μm , podem ter diversas formas, dependendo dos materiais e métodos empregados para prepará-las, liberam os seus conteúdos tardiamente, em aplicações apropriadas (FRANJIONE; VASISHTHA, 1995; SHAIKH

et al., 2006). Para minimizar o risco de perda de compostos biológicos de interesse, em processos industriais, a microencapsulação também é empregada na indústria de aromas para aprisionar substâncias líquidas aromáticas (JACKSON; LEE, 1991; SHAHIDI; HAN, 1993; BERISTAIN; GARCIA; VERNON-CARTER, 2001; GOUIN, 2004; JEON et al., 2003, citados por BARANAUSKIENÉ et al., 2006). É uma técnica de aprisionamento de ingredientes sensíveis em cápsulas. Este processo é muito utilizado para proteger os compostos voláteis durante seu processamento e armazenamento (BALASSA et al., 1971; DZIEZAK, 1988; PATANEN et al., 2002).

O modelo de uma célula, onde uma membrana não só protege seus componentes, mas, também controla a entrada e saída de materiais, inspirou o conceito de "microcápsula" (Figura 4). Trata-se de um filme que envolve uma substância ativa e que se desfaz sob estímulo específico, liberando a substância no local ou momento adequado. Ideal para remédios que não podem ser consumidos assim que ingeridos ou que só podem agir quando chegarem em algum órgão do corpo, ou ainda para armazenar aromas, condimentos e bioinseticidas (RÉ, 2003).

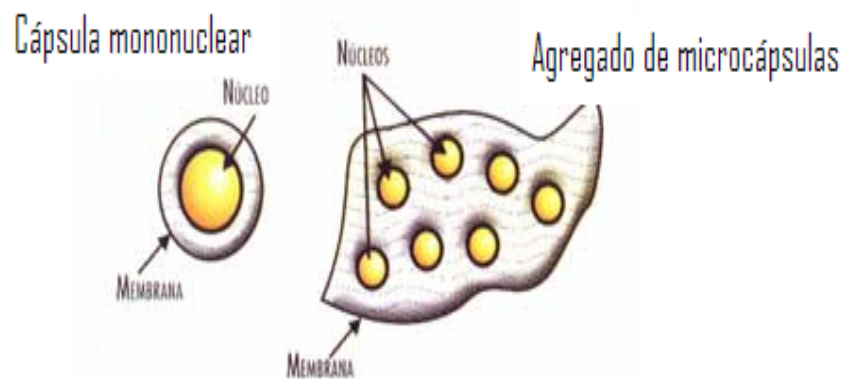


Figura 4 Estrutura de Microcápsula

(<http://www.quimica.com.br/revista/qd388/microencap2.htm>)

De acordo com Pérez-Alonso et al. (2003), a microencapsulação de aditivos e aromas envolve um procedimento a dois passos:

1) emulsificação de um material central e 2) desidratação das microcápsulas.

As mais simples das microcápsulas podem consistir de um centro rodeado por uma parede ou barreira de espessura uniforme ou não. O centro pode estar formado por um ou mais ingredientes de diferentes tipos e a parede pode ser mono ou bicamada. A retenção destes centros está governada por fatores tais como a sua natureza química, incluindo funcionalidade, volatilidade relativa e polaridade (GOUBET; LEOUERE; VOILLEY, 1998, citados por SHAIKH et al., 2006).

A natureza da matriz polimérica e a tecnologia da microencapsulação devem manter o composto ativo (drogas, vírus, células viáveis e outros), não apresentar toxicidade para o organismo e funcionalidade em ser solúvel ou insolúvel quando necessário, inchar ou degradar propositalmente para a liberação do composto de interesse no local e no momento adequado (VILESOV et al., 2002). A microencapsulação pode converter líquidos em pós facilmente manipuláveis (LOKSUWAN, 2006).

Microencapsulação por atomização é um método econômico para a preservação de corantes naturais pelo aprisionamento do ingrediente em um material de cobertura (CAI; CORKE, 2000, citados por ERSUS; YURDAGEL, 2006).

A microencapsulação de sólidos, líquidos ou gases em corpos que liberam gradualmente os elementos imobilizados é empregada, sobretudo, pelas indústrias farmacêuticas e químicas. Na indústria de alimentos a encapsulação tem vasta aplicação, e está exigindo novas pesquisas porque o mercado de produtos amplia-se com velocidade (ABURTO et al, 1998).

A microencapsulação de alimentos emprega formulações contendo o ingrediente a ser preservado em mistura com agentes encapsulantes dos mais variados: amido ou seus derivados,

proteínas, gomas, lipídeos, ou combinações entre estes agentes. A tecnologia de secagem é o segundo passo de escolha: secagem atomizada, extrusão, inclusão molecular, cocristalização e muitos outros (SHAHIDI & HAN, 1993).

Diferentes biopolímeros têm sido usados no desenvolvimento de microcápsulas para a liberação controlada de vários conteúdos. Cada substância possui propriedades únicas de emulsificação e formadoras de filmes, que definem a sua habilidade para funcionar como encapsulante, por isso a escolha do material adequado é um desafio importante (KIM; MORR, 1996, citados por BARANAUSKIENÉ et al., 2006).

Matrizes baseadas em carboidratos, tais como amido, maltodextrina, goma arábica e outras, são comumente usadas como encapsulantes de aromas (REINECCIUS, 1989; REINECCIUS, 1991; SHAHIDI; HAN, 1993; GOUIN, 2004, citados por BARANAUSKIENÉ et al., 2006).

Apesar da ausência de estudos sobre a composição química das amêndoas do caroço de pêssego, estima-se que seja elevado o teor de lipídeos e que predominem os ácidos graxos insaturados. A microencapsulação de lipídeos é uma tecnologia promissora para a indústria de alimentos e outras (GIBBS et al., 1999, citados por WATANABE et al., 2004). Microencapsulação de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) ou seus acilgliceróis, suspende ou retarda a oxidação (MALONEY et al., 1966; LIN et al., 1995; MOREAU; ROSENBERG, 1996; NINEMOTO et al., 2002, citados por WATANABE et al., 2004). A microencapsulação consiste na emulsificação de um material central, tal como um lipídeo, em uma densa solução de um material de parede como um polissacarídeo, seguido pela secagem das emulsões (RÉ, 1998, citado por WATANABE et al., 2004).

Os materiais constituintes das paredes das microcápsulas consistem de gomas, maltodextrinas de diferentes DE (dextrose equivalente), algumas proteínas e suas misturas, tendo forte influência na estabilidade e solubilidade do ingrediente central (BARBOSA et al., 2005).

Pérez-Alonso et al. (2003), determinaram a energia de ativação para diversas misturas de biopolímeros, dada a importância da formação da parede na proteção do ingrediente ativo, para prover parâmetro quantitativo para a seleção do material mais indicado para a proteção de lipídeos insaturados contra a oxidação. Maltodextrina mostrou ser um fraco agente de emulsificação quando empregada sozinha.

Quando o objetivo foi a proteção de ingredientes na própria matriz vegetal, a determinação do polímero ideal na elaboração da microcápsula provavelmente, não depende apenas da natureza deste, mas também da habilidade dos demais ingredientes associados aos adicionados (SOUZA, 2006).

Tabela 5 Exemplos de aplicações de microcápsulas e seus respectivos processos de produção

Aplicação Industrial	Processo de Encapsulação	Material de Membrana
Aromas alimentícios	<i>Spray Drying</i> e desolvatação	Maltodextrinas
	<i>Spray Drying</i>	Goma arábica
Vitaminas	<i>Spray Drying</i>	Gelatina
Papel de cópias sem carbono	Coacervação complexa	Gelatina / goma arábica
	Polimerização interfacial	Poliuréia ou poliamida
Fármacos de uso geral	Incompatibilidade polímero-polímero	Éter de celulose
Agroquímicos	Polimerização interfacial	Poliuréia ou poliamida

Fonte: Souza, 2006.

A desidratação das microcápsulas por secadores atomizadores é a mais citada na literatura, no entanto, quando se trata de ingrediente ativo na partícula da matriz vegetal a ser protegida, a própria umidade do vegetal poderia contribuir para a incorporação do polímero encapsulante, em geral com alta higroscopicidade. Proteção por microencapsulação, dentro deste conceito, não foi encontrada na literatura.

3.4.1 Métodos de caracterização da microencapsulação

Os métodos mais importantes para caracterização das microcápsulas e posterior avaliação do processo de encapsulação incluem: a microscopia ótica e eletrônica de varredura que avaliam as estruturas, geral, externa e interna; raios-X e a análise térmica que avaliam a estrutura fina; a microscopia e o analisador de tamanho de partículas, que analisam o tamanho e a distribuição de tamanho; a análise térmica, a cromatografia e a espectroscopia avaliam a composição da casca e do recheio; a compressão estática, a resistência ao cisalhamento; a mobilidade eletroforética avalia a mudança de peso; a cromatografia e a espectroscopia, o comportamento de liberação; e propriedades físicas relacionadas à estabilidade das mesmas (THIES, 1995, citado por SANTOS, 2003).

A caracterização morfológica das microcápsulas é uma análise essencial, pois analisa se o processo de encapsulação foi eficiente ou não, através da qual se pode observar visualmente se ocorreu a formação das cápsulas, a integridade das paredes e também a distribuição de tamanho das mesmas. Variações nos parâmetros do processamento tais como temperaturas e tipo de atomizador podem acarretar mudanças na morfologia das cápsulas que por sua vez podem interferir nas importantes características do produto final e na estabilidade das microcápsulas (ROSENBERG *et al.*, 1988).

3.5 Amido

O amido é a substância de reserva predominante nas plantas e proporciona de 70 a 80 % das calorias consumidas por humanos no mundo todo. Tanto o amido como os produtos de sua hidrólise constituem a maior parte dos carboidratos digeríveis de uma dieta normal. O amido se diferencia de todos os demais carboidratos existentes na natureza por se apresentar como complexas partículas denominadas grânulos (FENNEMA, 1996).

Dois tipos de moléculas ocorrem no amido:

- Amilose: polissacarídeo de cadeia reta (linear) constituído por unidades de glicose unidas entre si por ligações α (1 \rightarrow 4) em número que pode variar de 300 a 2000.

- Amilopectina: polissacarídeo de cadeias ramificadas (a ramificação ocorre a intervalos de 15 e 30 resíduos de glicose) unidas por ligações glicosídicas α (1 \rightarrow 4) e ligações glicosídicas α (1 \rightarrow 6).

O amido não é solúvel em água fria, porém quando se aumenta a temperatura, as moléculas de amido vibram, rompendo as ligações intermoleculares e permitindo a formação de ligações de hidrogênio com água, formando a gelatinização, que nada mais é que um inchamento do grânulo de amido que passa a formar soluções viscosas (WHISTLER; PACHALL, 1965).

O amido é empregado na moderna tecnologia de alimentos pelas suas qualidades de espessante, umectante, estabilizante e agente de ligação, nas diversas indústrias, como as que fabricam alimentos prontos desidratados ou liofilizados (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

As propriedades do amido e suas frações (amilose e amilopectina) podem melhorar ou adaptar-se às necessidades tecnológicas específicas por modificações químicas ou físicas. As necessidades industriais de amidos com propriedades especiais levaram à produção de amidos

modificados. Cada amido pode adquirir diversas propriedades, em maior ou menor grau, prestando-se assim para usos específicos na indústria de alimentos (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

As propriedades geleificantes dos amidos são dependentes do componente amilose, pois sua estrutura pode formar ligações por pontes de hidrogênio com as moléculas vizinhas e construir uma rede tridimensional. A amilopectina é altamente ramificada, está presente em todos os amidos e constitui 75% dos amidos mais comuns, tais como milho, batata, mandioca e trigo (FENNEMA, 1996).

Por aquecimento das suspensões de amido e posterior dessecação, se obtém produtos solúveis em água fria e, capazes de formar géis. Estes se utilizam em produtos alimentícios instantâneos (BELITZ e GROSCH, 1997).

Por hidrólise parcial do amido se obtém produtos pouco solúveis em água fria, porém de boa solubilidade em água quente. As dissoluções possuem uma viscosidade menor que a do amido original e permanecem muito fluidas também ao esfriar. Sua tendência a retrogradação é muito pequena. Este tipo de amido se utiliza fundamentalmente como espessante e para preparação de películas protetoras (BELITZ e GROSCH, 1997).

3.5.1 Maltodextrina

As dextrinas são produtos resultantes da degradação parcial do amido. Se a hidrólise continuar, as dextrinas se transformam em maltose e finalmente em glicose (WHISTLER; PASCHALL, 1965).

O aquecimento do amido a 100 – 200 °C com pequenas quantidades de catalisadores ácidos ou básicos, conduzem a uma degradação mais ou menos extensa. Se obtém pós brancos ou

amarelos, que formarão soluções límpidas ou turvas, muito pegajosas de diferentes viscosidades. Estes produtos se empregam como aglutinantes em doces e como substituintes de gorduras (BELITZ e GROSCH, 1997).

Maltodextrinas são definidas como produtos da hidrólise do amido com dextrose equivalente (DE) menor do que 20. DE é a medida do poder redutor de oligossacarídeos derivados do amido expressa como a percentagem de D-glicose na matéria seca do hidrolisado e é o valor inverso do grau de polimerização (DP) das unidades de glicose anidra (DOKIC-BAUCAL; DOKIC; JAKOVLJEVIC, 2004).

Como produto da hidrólise do amido, maltodextrinas contém produtos da degradação lineares, da amilose e ramificados, da amilopectina, considerados polímeros de D-glicose, ligados por ligações α -(1,4) e α -(1,6). Produtos da degradação do amido em maltodextrinas têm diferentes propriedades físico-químicas tais como solubilidade, temperatura de congelamento, viscosidade, entre outras (DOKIC; JAKOVLJEVIC; DOKIC-BAUCAL, 1998; WANG; WANG, 2000 citados por DOKIC-BAUCAL; DOKIC; JAKOVLJEVIC, 2004; MOORE et al., 2005).

Maltodextrinas com o mesmo DE podem ter diferentes propriedades dependendo do procedimento de hidrólise, fonte botânica do amido (milho, batata, arroz), relação amilose/amilopectina etc. (DOKIC-BAUCAL; DOKIC; JAKOVLJEVIC, 2004; MOORE et al., 2005). Maltodextrinas podem formar géis fracos, resultantes de interações entre frações de amilose caracterizadas por regiões helicoidais e ramificadas e cadeias lineares da molécula de amilopectina (CHRONAKIS, 1998, citado por DOKIC-BAUCAL; DOKIC; JAKOVLJEVIC, 2004). Maltodextrinas têm sido empregadas como substituintes de gordura, mas as características dos produtos são influenciadas pelas características dos carboidratos (CHRONAKIS, 1997).

A adição de maltodextrinas em emulsões óleo em água de óleo de girassol, influencia na dinâmica de emulsificação. Adicionar maltodextrina contribui para a formação da emulsão (DOKIC-BAUCAL; DOKIC; JAKOVLJEVIC, 2004).

A habilidade dos carboidratos em absorver compostos voláteis do ambiente e de retê-los durante o processamento faz com que eles se tornem agentes de encapsulação muito utilizados (PARTANEN et al., 2002). A maltodextrina é uma substância muito utilizada como agente de encapsulação devido à sua funcionalidade, baixo custo e segurança (KENYON, M.M., 1995).

A maltodextrina é usada para microencapsulação, porque além do baixo custo, apresenta baixa higroscopicidade, evitando a aglomeração das partículas; tem efeito antioxidante e mostra retenção de voláteis na faixa de 65 a 80% (KENYON & ANDERSON, 1988, REINECCIUS, 1991 e SHAHIDI & HAN, 1993).

Outros trabalhos têm mostrado que a adição com um outro agente de revestimento pode contribuir melhor para a proteção de lipídeos do que apenas a maltodextrina. Quanto à quantidade empregada, ela também varia com o DE e a procedência do oligossacarídeo (CHRONAKIS, 1997; YOSHII et al., 2001; DOKIC-BAUCAL; DOKIC; JAKOVLJEVIC, 2004).

3.6 Ácidos graxos

3.6.1 Ômega 3, 6 e 9

As propriedades funcionais dos ácidos graxos insaturados dependem da posição das duplas ligações, a primeira insaturação relativa à posição final e não à carboxila é representada por ω . Por exemplo, ω -3 significa que a primeira dupla ligação está na terceira ligação carbono-carbono a partir do final CH_3 da cadeia carbonada, seguindo as mesmas regras para os ácidos graxos ω -6 e ω -9 (Figura 5)

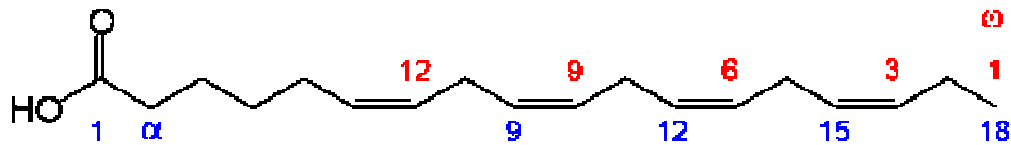


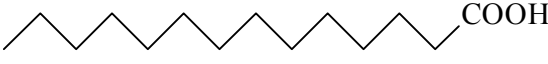
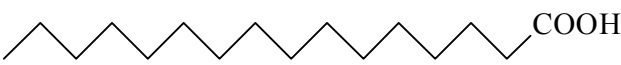


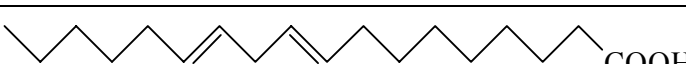
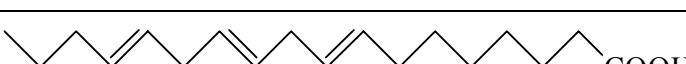
Figura 5 Estrutura geral para a indicação da nomenclatura dos ácidos graxos ω -3, 6 e 9 (http://en.wikipedia.org/wiki/Essential_fatty_acid#Nomenclature_and_terminology...)

Os ácidos graxos ômega-3, 6 e 9, apresentam efeitos hipocolesterolêmicos e reduzem os níveis da lipoproteína de alta densidade (LDL), através de modificação na composição das membranas celulares e das lipoproteínas, além de induzir o aumento das excreções biliar e fecal do colesterol, reduzindo a síntese das lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) no fígado (BRITISH NUTRITION FOUNDATIONS, 1994). São os precursores de um conjunto de substâncias com atividades fisiológicas e farmacológicas denominadas eicosanóides, que

abrangem as tromboxanas, prostaglandinas (que possuem efeitos hipotensores), prostaciclina (inibem a agregação plaquetária e aumenta o HDL) e leucotrienos. O equilíbrio entre a produção de prostaglandinas e tromboxanas inibe o aparecimento de doenças cardiovasculares (TURATTI, GOMES, ATHIÉ, 2002 citados por LIRA et al., 2004).

A Tabela 6 mostra as estruturas dos principais ácidos graxos.

Tabela 6 Estrutura dos principais ácidos graxos

Abreviatura	Estrutura	Nome
14:0		Ácido mirístico
16:0		Ácido palmítico
18:0		Ácido esteárico
18:1 (9)		Ácido oléico
18:2 (9,12)		Ácido linoléico
18:3 (9,12,15)		Ácido linolénico

Fonte: Belitz e Grosch, 1997.

Recente simpósio reuniu, em maio de 2005, diferentes especialidades médicas, incluindo cardiologistas, ginecologistas, obstetras, pediatras, geriatras, psiquiatras e reumatologistas, para discutirem evidências e experiências sobre os ômega 3. Além da redução do risco cardiovascular, benefícios na gestação, no desenvolvimento visual e cognitivo na infância, na prevenção da

demência senil e da doença de Alzheimer, na redução de mecanismos pró-inflamatórios (beneficiando portadores da Síndrome Metabólica e doenças reumáticas), foram apresentados. Uma das expressões criadas pelo grupo de especialistas é a de que os ácidos graxos ômega 3 parecem ser importantes “*from womb to tomb*”, ou seja, “do útero à sepultura”. Pesquisas demonstraram que os possíveis mecanismos que promovem a redução do risco cardiovascular estejam relacionadas às propriedades anti-arrítmicas, anti-hipertensivas, redutoras dos níveis de triglicerídeos, estimuladoras da função endotelial, redutoras da agregação plaquetária e dos mecanismos pró-inflamatórios (RAMOS; RAMOS, 2005).

Na manutenção da higidez da pele os ácidos graxos ômega-3, como os ômega-6, são importantes, integrando *o stratus corneum* através das ceramidas, evitando a perda de água transepidérmica, garantindo, assim, sua elasticidade e integridade. Evidências falam em favor de que os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 sejam protetores contra o envelhecimento. São essenciais às membranas, ao bom funcionamento da vista, através da retina, ao desenvolvimento do cérebro e do sistema nervoso e dos fosfolípidos existentes no organismo, entre outros. Para controle de fatores de risco das moléstias cardíacas e vasculares, destaca-se o ácido graxo ômega-3, desde que em proporções adequadas (BELDA, POUCHET-CAMPOS, 1991; citado por LIRA et al 2004).

Epidemiologicamente, os ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 mostram efeito benéfico na prevenção de vários tipos de câncer. Os ômega-6 exercem importante papel fisiológico como potentes mediadores da inflamação e efeito benéfico sobre o sistema imune (POMPÉIA et al., 1999, citados por LIRA et al., 2004).

Devido à disponibilidade dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 depender do fornecimento alimentar, é importante conhecer, dentre os alimentos, aqueles que podem ser fonte, mais ou menos valiosa, desses ácidos graxos essenciais (LIRA et al., 2004).

3.6.2 Ácidos graxos essenciais

O valor alimentício, isto é, energético, de todos os ácidos graxos é praticamente igual. Existem, entretanto, entre eles diferenças quanto ao efeito fisiológico. Alguns dos ácidos graxos insaturados, os chamados essenciais, produzem efeitos especiais no organismo vivo. Ácidos graxos essenciais são aqueles que não podem ser produzidos pelo homem em seu organismo, através de metabolismo próprio. Em vista destes ácidos graxos não serem produzidos pelo organismo e essenciais à vida, os mesmos devem ser administrados pelos alimentos (MORETTO; FETT, 1998).

A importância dos lipídeos na nutrição e desenvolvimento humano é reconhecida há muitas décadas. Os ácidos graxos (AG) são constituintes estruturais das membranas celulares, cumprem funções energéticas e de reservas metabólicas, além de formarem hormônios e sais biliares.(VALENZUELA, A.B.; NIETO, S.K., 2003). Dentro da diversidade dos AG, existem aqueles que o organismo tem capacidade de síntese, porém outros não. Esses AG cuja biossíntese é inadequada são denominados ácidos graxos essenciais (AGE): ácido linolênico (ω -3) e ácido linoléico (ω -6). Para suprir a demanda orgânica, os mesmos devem estar em quantidades suficientes na alimentação. Vários estudos apontam que sua utilização traz benefícios para a saúde humana, prevenindo enfermidades cardiovasculares, câncer de cólon, doenças imunológicas e favorecendo o desenvolvimento cerebral e da retina. (VALENZUELA; NIETO, 2003, VALENZUELA; NIETO, 2001).

O ácido graxo essencial mais conhecido e o mais importante é o ácido linoléico. O ácido linoléico é transformado em ácido araquidônico, ácido graxo esse, 4 vezes mais insaturado com

20 átomos de carbono em sua cadeia linear. O ácido graxo verdadeiramente “essencial” para o organismo humano (MORETTO; FETT, 1998).

Ácido oléico C 18:1 – destaca-se como um dos ácidos mais amplamente distribuídos na natureza, encontrado praticamente em todos os óleos e gorduras. Poucos os lipídeos simples, provenientes de plantas ou animais, produzem menos de 10% desse ácido (MORETTO; FETT, 1998).

Em humanos, os ácidos linoléico (18:2n-6, AL) e alfa-linolênico (18:3n-3, AAL) são necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular, sendo denominados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo a partir dos ácidos graxos provenientes da síntese *de novo* (YODIM et al, 2000; YEHUDA et al, 2002, citados por MARTIM et al, 2006).

Observou-se que se a dieta de ratos em crescimento, não contém os ácidos graxos essenciais, os animais para de crescer, apresentam descamação da pele, necrose da cauda, aumento do volume do coração e do fígado, degeneração testicular, alteração do metabolismo da água e aumento do metabolismo basal (ARANHA, 1998).

Os óleos e gorduras são componentes essenciais para a dieta humana. Desempenham diferentes papéis no organismo humano, isto é, como reserva de energia, de fosfolipídeos e de esteróis; contêm ácidos graxos essenciais, que não são produzidos pelos mamíferos, mas precisam estar presentes na dieta; auxiliam no transporte e absorção das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K, pelo intestino, bem como, conferem sabor ao alimento (BELITZ; GROSCH, 1997).

As Tabelas 7 e 8 ilustram a quantidade de ácido oléico e linoléico em alguns alimentos.

Tabela 7 Quantidade de ácido oléico em alguns alimentos

Alimentos	Quantidade de ácido oléico (g/100 da porção comestível)
Azeite de oliva	72
Óleo de amendoim	46
Banha	41
Óleo de farelo de arroz	39
Azeite de dendê	38
Gordura de cacau	38
Sebo bovino	36
Castanha de caju	26
Óleo de milho	25
Óleo de soja	23
Manteiga	20
Ovo de galinha	6
Leite humano	1
Leite de vaca	0,9

Fonte: Moretto e Fett, 1998.

Tabela 8 Conteúdo de ácido linoléico em alguns alimentos.

Alimentos	Quantidade de ácido linoléico (g/100 da porção comestível)
Óleo de açafrão	73
Óleo de germe de milho	57
Óleo de soja	51
Óleo de caroço de algodão	50
Óleo de gergelim	40
Óleo de farelo de arroz	33
Óleo de amendoim	29
Castanha do Pará	25
Óleo de colza comestível	22
Banha	10
Carne de peru	4
Carne de porco	4
Manteiga	1,8
Ovo de galinha	1,3
Leite humano	0,3
Filé de peixe	0,2
Leite de Vaca	0,1

Fonte: Moretto e Fett, 1998.

Os ácidos graxos insaturados vêm ganhando importância na dieta, o que justifica estudos sobre novas fontes destes ácidos graxos (RAMOS; RAMOS, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Resíduos do processamento de pêssego

Endocarpos (caroços) de pêssegos das variedades chiripá e ágata (Figura 6) provenientes das agroindústrias processadoras de pêssego do Meio-Oeste Catarinense foram coletados e, embalados em sacos de polietileno de alta densidade, selados e conservados em congelador doméstico a -18 ± 2 °C, até a coleta de amostras suficientes para a elaboração de um *pool* (mistura homogênea), que consistiu na amostra do presente experimento. Os endocarpos foram processados para a elaboração da farinha das sementes conforme sintetizado na Figura 6, através da metodologia de Pelentir e Amante (2007). Foram estudadas as farinhas obtidas por seis tratamentos: 45 – desidratação a 45 °C; 45MD – desidratação a 45 °C com maltodextrina; 55 – desidratação a 55 °C; 55MD – desidratação a 55 °C com maltodextrina; 65 – desidratação a 65 °C; 65 MD – desidratação a 65 °C com maltodextrina.



Figura 6 – Variedades utilizadas – chiripá e ágata

(<http://www.cnpuv.embrapa.br/sprod/pessego/cultivar.htm>)

4.2 Curvas de secagem

As curvas de secagem foram construídas através da pesagem das sementes frescas no início e no final de cada tempo, em estufa com circulação forçada de ar marca Quimis, modelo Q314M, em dez repetições para cada ponto de coleta, para cada um dos tratamentos (45, 55, 65, 45MD, 55MD, 65MD). Os resultados médios foram expressos em gráficos em kg de água/kg de sólidos x tempo (minutos).

Através dos estudos dos dados das curvas de secagem foram comparados os regimes de secagem das sementes de pêsego na elaboração de farinhas.

4.3 Microencapsulação

As amêndoas foram trituradas até tamanho de partículas em torno de 3 mm; depois disso adicionou-se 2 % de maltodextrina em relação ao peso das amêndoas.

Devido a ausência de estudos sobre composição das amêndoas de caroço de pêsego, estima-se que seja elevado o teor de lipídeos e que predominem ácidos graxos poliinsaturados. Ácidos graxos quando submetidos à temperaturas mais elevadas oxidam-se com facilidade, mas a microencapsulação suspende ou retarda a oxidação (MAROUSIS et al.,1989).

Optou-se pela adição de 2 % de maltodextrina e não mais, como citam outros autores, por que se imaginou inicialmente que a quantidade de proteína na amêndoa do caroço de pêsego, apresentasse percentagens comparáveis a outras sementes, como visto na Tabela 11.

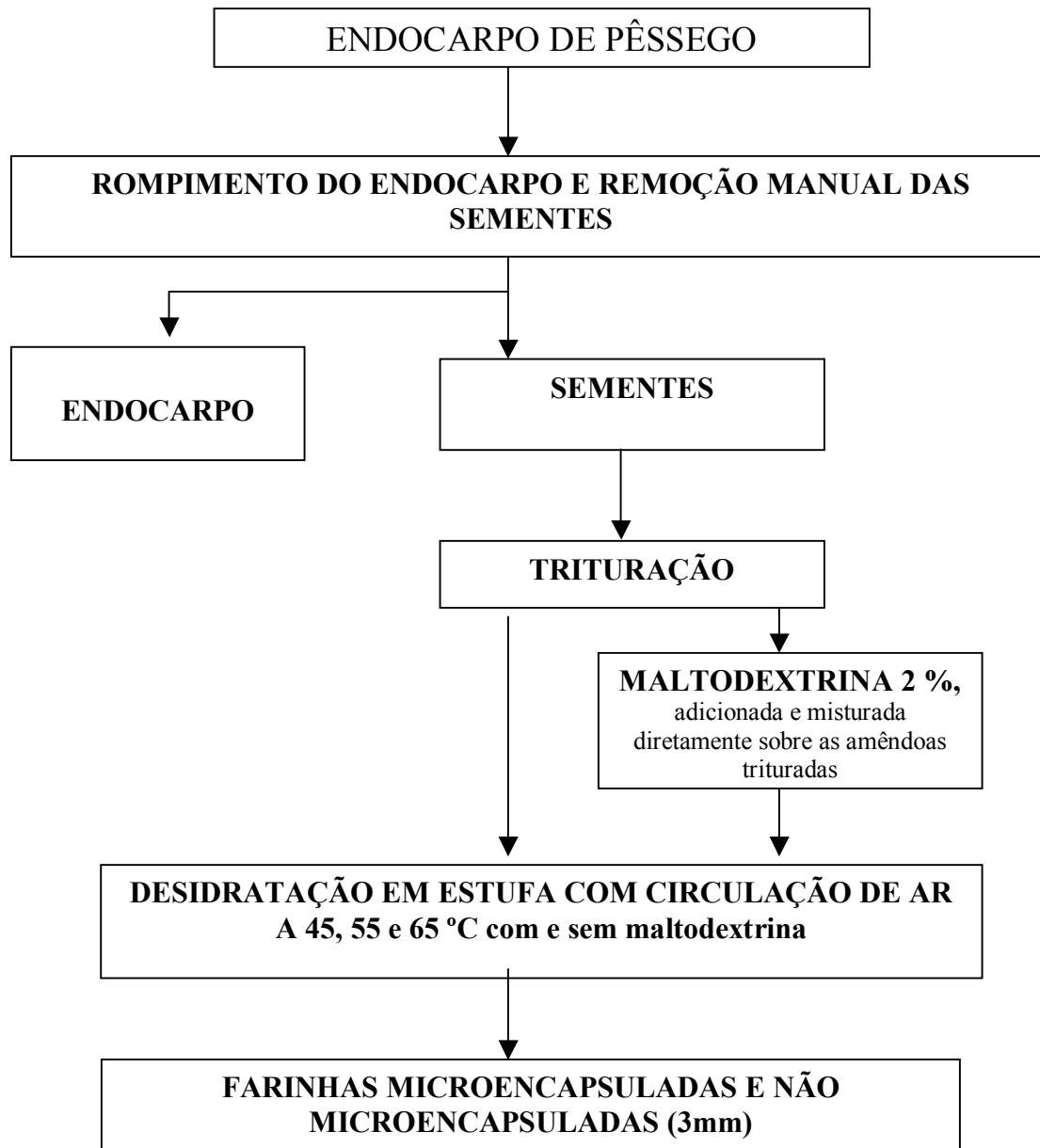


Figura 7 Fluxograma de obtenção das amostras de farinha microencapsulada de semente de pêsego (45, 55, 65; 45MD, 55MD e 65MD), secagem nas diferentes temperaturas com e sem maltodextrina) (MD – maltodextrina).

4.4 Análises químicas

Os teores de umidade, resíduo mineral fixo (cinzas), extrato etéreo e proteínas (N x 6,25), foram determinados de acordo com o método recomendado pela *Association of Official Analytical Chemists*, (métodos, 925.09, 923.03, 920.85 e 920.87, respectivamente) (AOAC, 2005). O perfil de ácidos graxos foi determinado através de cromatografia gasosa, segundo o método oficial da AOCS (Ce 1f-96).

4.5 Microscopia eletrônica de varredura

As microestruturas das farinhas de amêndoa de caroço de pêssego microencapsuladas e não microencapsuladas, obtidas a 45, 55 e 65 °C foram avaliadas por Microscopia Eletrônica de Varredura com um microscópio Phillips, modelo XL 30. As amostras foram fixadas em um suporte de amostras, de alumínio e cobertas com uma fina camada de ouro, usando um metalizador modelo D2 *Diode Sputtering System*, da ISI (*International Scientific Instruments*).

4.6 Análise estatística

As análises foram todas conduzidas em triplicatas. As médias e desvios-padrões da composição química das farinhas foram calculados e os valores submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5 % de significância, seguido pelo teste de Tukey para a comparação das médias.

As curvas de secagem foram construídas em dez repetições por ponto de peso de água/peso de matéria seca no tempo. Foram plotadas as médias obtidas para cada tratamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Curvas de secagem

A secagem de material microencapsulado, normalmente realizada em secador atomizador (*spray-dryer*), consiste na segunda etapa do processo de microencapsulação. No presente trabalho, a matriz vegetal das sementes de pêssego, no estado úmido, moídas até o diâmetro médio de partículas de 2 mm, foi misturada à maltodextrina com DE 20. Esta operação visa a hidratação do pó do oligossacarídeo e revestimento das partículas. A opção por este processo e não pela tradicional hidratação da maltodextrina para posterior secagem por atomização, é devida ao tipo de matéria-prima, ainda, considerada resíduo agroindustrial que provavelmente será processada em pequenas agroindústrias, onde a aquisição do atomizador não compensaria dentro da escala real de produção de sementes residuais do processamento do pêssego para outras finalidades.

Foi fixado o percentual de 2 % de maltodextrina e não os valores maiores utilizados em inúmeros trabalhos citados (VILESOV et al., 2002; LOKSUWAN, 2006) para compostos puros, porque o vegetal apresenta os outros ingredientes que naturalmente protegem os compostos instáveis da semente.

Os resultados apresentados na Tabela 9 são referentes à umidade das sementes e das farinhas, com e sem maltodextrina. Pode ser observado que a presença do oligossacarídeo, nas secagens a temperaturas de 45 e 55 °C, interfere significativamente na retenção de umidade das partículas, enquanto a 65° C, a saída de água ocorre sem diferença significativa entre as amostras com e sem maltodextrina, provavelmente porque a umidade é liberada antes da fixação da película. Apesar destes resultados, a umidade final, de equilíbrio, da farinha, não apresenta

relação direta com a presença de maltodextrina. A semente desidratada a 45 °C com maltodextrina apresentou umidade na mesma faixa que a semente sem maltodextrina desidratada na mesma temperatura. As farinhas obtidas na desidratação a 55 °C, diferem estatisticamente, desde a matéria-prima, o que pode ser resultante do efeito da maior velocidade de secagem, comparativamente a 45 °C. Esta aproximação de valores aumenta com a temperatura, o que é comprovado a 65 °C. No entanto, não procede a discussão quanto à formação da película de proteção retendo umidade, uma vez que a presença de maltodextrina resultou na farinha com menor umidade final a 65 °C. Outra discussão poderia estar baseada na presença de um agente hidrofílico carreador de água, porém esta discussão também deveria ser válida para 55° C, onde a farinha com maltodextrina obteve maior umidade.

Tabela 9 Umidade das sementes e das farinhas de sementes de pêssgo submetidas a diferentes tratamentos

Tratamentos	Umidade (g/100g)	
	Semente	Farinha
45MD	71,20±0,24 ^d	6,26 ± 0,01 ^c
45	87,11±0,24 ^a	6,67 ± 0,01 ^b
55MD	71,08±0,13 ^d	7,64 ± 0,23 ^a
55	74,17±0,17 ^c	6,35 ± 0,06 ^c
65MD	74,75±0,09 ^b	5,68 ± 0,08 ^d
65	75,06±0,10 ^b	7,75 ± 0,12 ^a

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$), segundo o teste Tukey. Resultados são médias \pm desvios padrões de três determinações ($n = 3$). 45, 55, 65 – sem maltodextrina; 45MD, 55MD, 65MD – com maltodextrina.

As Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13 apresentam as curvas de secagem para as farinhas microencapsuladas de semente de pêssego nas temperaturas de 45, 55 e 65 °C sem e com a adição de maltodextrina, respectivamente.

A cinética de secagem dentro da faixa do conteúdo médio de umidade considerada, mostrou a existência tanto do período de taxa decrescente quanto o período de taxa constante para todos os tratamentos estudados. Entretanto, observa-se que o período de taxa decrescente mostrou um comportamento bem definido em função do baixo conteúdo de umidade da farinha. Prevalendo, portanto a difusão do líquido no interior do sólido.

Nos tratamento usando a maltodextrina, o tempo de secagem foi mais longo e como consequência umidade crítica e foi decrescente com o aumento da temperatura, sem e com maltodextrina, conforme indicado nas curvas de secagem.

A velocidade de secagem a 45° C foi de $1,27 \times 10^{-2} \text{ Kg.s}^{-1}$ sem maltodextrina e $3,33 \times 10^{-4} \text{ Kg.s}^{-1}$ com maltodextrina, o que pode ser observado na fase de eliminação constante de umidade, das Figuras 7 e 8. Estes resultados indicam que a maltodextrina pode interferir na velocidade de eliminação de água na elaboração da farinha de sementes de pêssego, em função do tamanho de suas das moléculas . Os resultados obtidos neste trabalho são semelhantes aos obtidos por Marousis et al. (1989) usando 25% de maltodextrina em amido de mandioca.

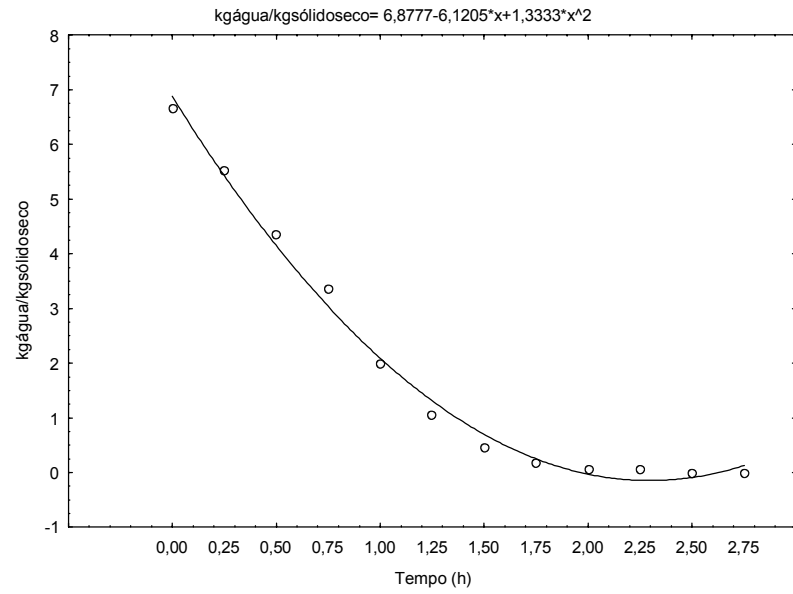


Figura 8 Curva de secagem da farinha da semente de p essego a 45  C, sem maltodextrina.

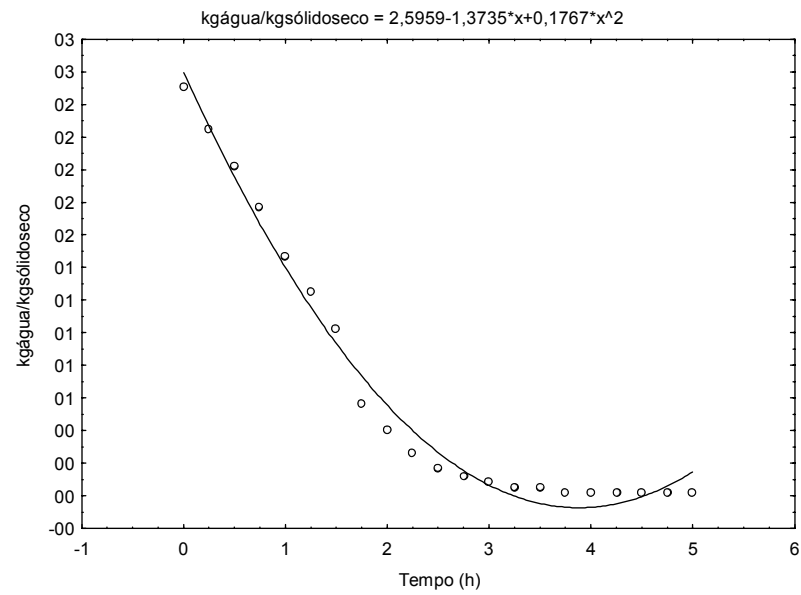


Figura 9 Curva de secagem da farinha da semente de p essego a 45  C com maltodextrina.

A partir dos resultados apresentados nas Figuras 9 e 10, analisando a taxa constante de umidade, a secagem a 55° C sem maltodextrina, a velocidade é de $6,67 \times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, enquanto que na presença de maltodextrina foi de $4,44 \times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$.

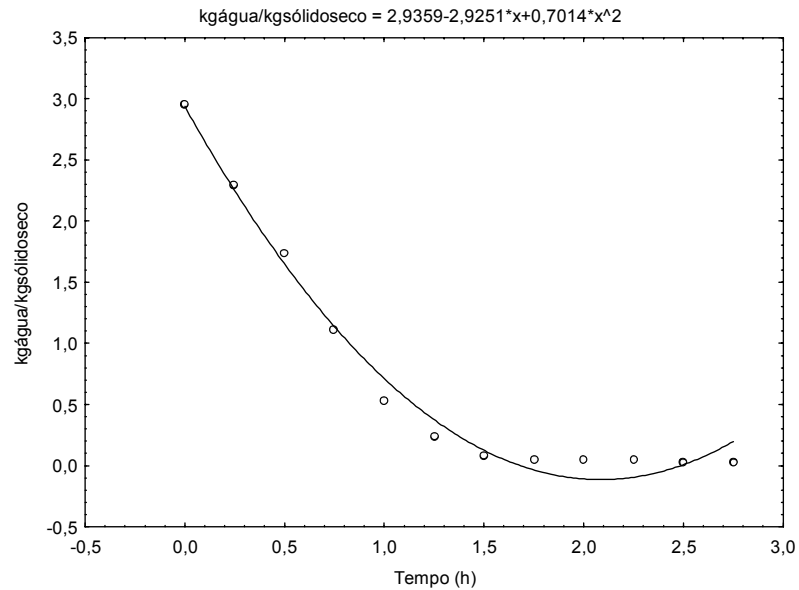


Figura 10 Curva de secagem da farinha de semente de pêssigo a 55 °C, sem maltodextrina.

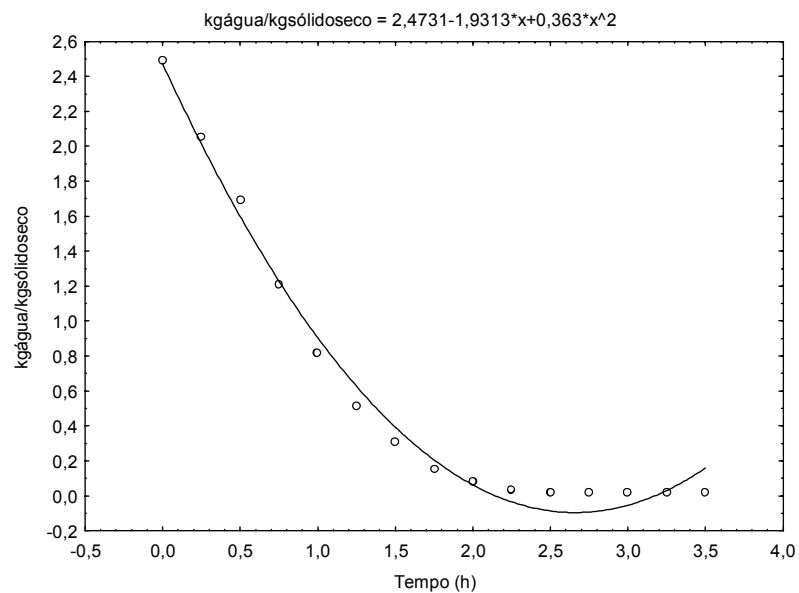


Figura 11 Curva de secagem da semente de pêssigo a 55 °C com maltodextrina

A velocidade de eliminação de umidade no tempo para a temperatura de 65° C foi de $5 \times 10^{-4} \text{ kg.s}^{-1}$, enquanto na presença de maltodextrina foi de $4,17 \times 10^{-4} \text{ kg.s}^{-1}$.

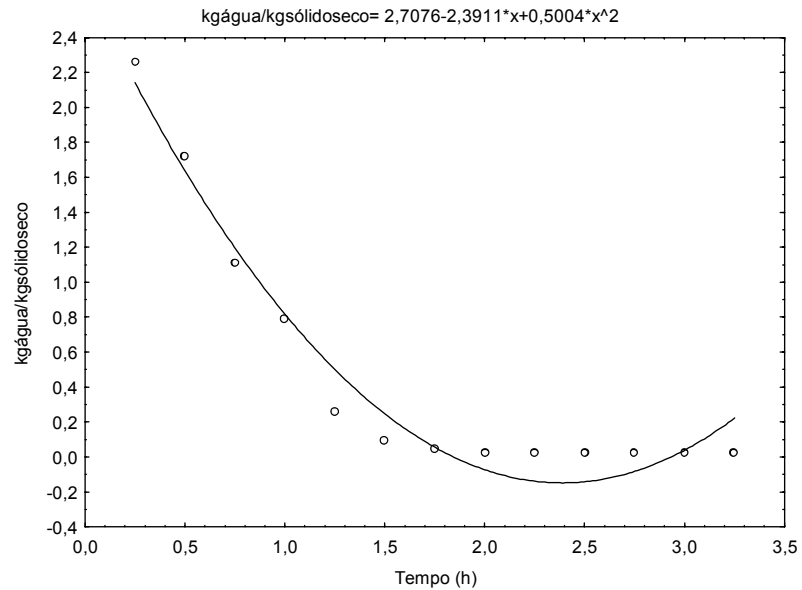


Figura 12 Curva de secagem da semente de pêssigo a 65 °C, sem maltodextrina.

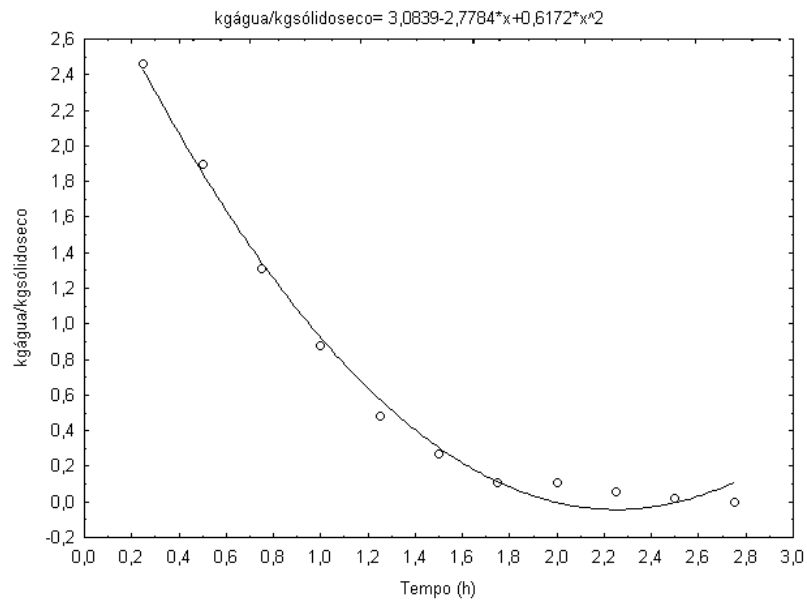


Figura 13 Curva de secagem da semente de pêssigo a 65 °C com maltodextrina.

A interferência da maltodextrina no processo de secagem é confirmada através das curvas de taxa de secagem e pelos resultados na velocidade de secagem visto na Tabela 10. Na temperatura de 45 °C a presença da maltodextrina interfere positivamente na velocidade de remoção de umidade, a 55 e 65° C, a maltodextrina funciona como uma barreira à eliminação de umidade, apresentando menores velocidades de secagem. Este comportamento é, provavelmente, devido à higroscopicidade da maltodextrina, pois em temperaturas menores, ocorre o tempo suficiente para que a maltodextrina remova a umidade da amostra e facilite a sua eliminação, enquanto nas temperaturas maiores, o filme é formado antes que a umidade migre para o oligossacarídeo. As Figuras 14 e 15 ilustram, respectivamente, a taxa de secagem para a semente de pêssego sem e com a adição de maltodextrina, na temperatura de 45 °C. Observa-se um comportamento diferente tanto para o período de taxa decrescente quanto para o período de taxa constante. Este fato está relacionado, segundo Marousis et al. (1989), com o tamanho das moléculas e seu grau de cristalinidade que interferem na remoção da água. Observa-se que a 45°C a maltodextrina interfere mais pronunciadamente no processo que nas temperaturas de 55°C e 65°C.

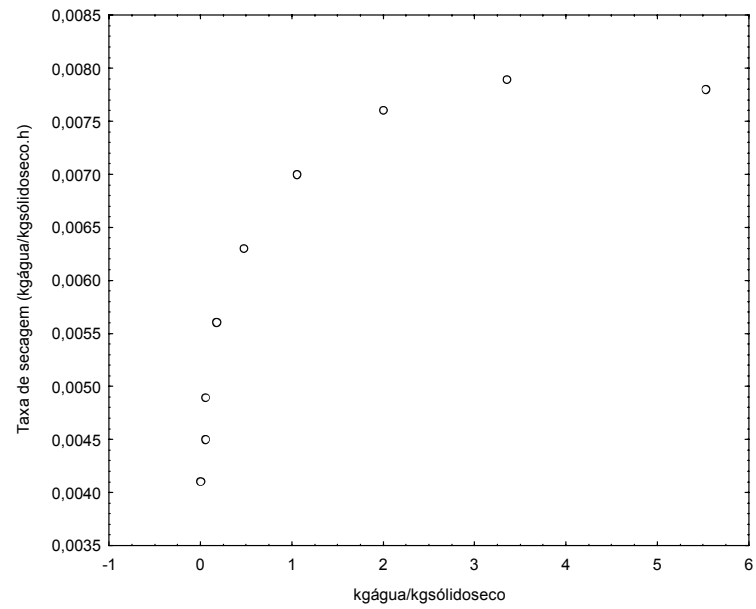


Figura 14 Taxa de secagem da farinha de semente de pêsego, sem maltodextrina a 45 °C.

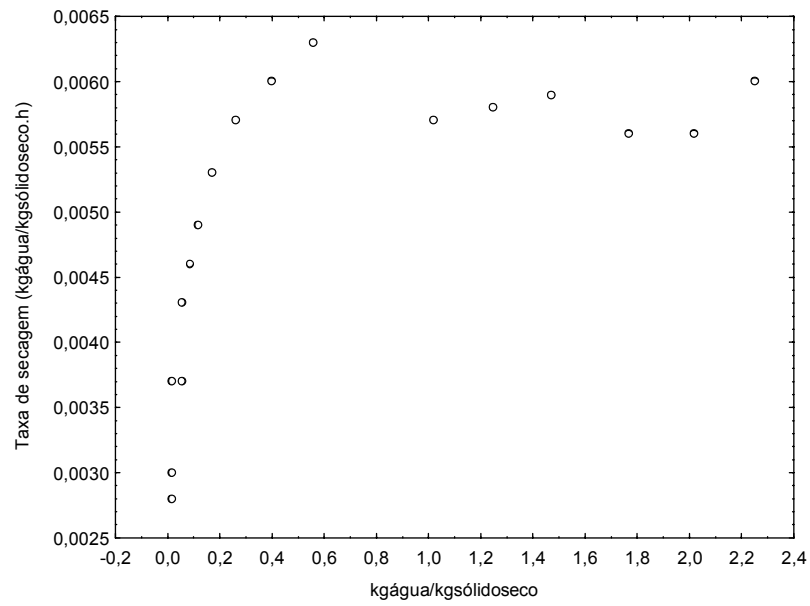


Figura 15 Taxa de secagem semente de pêsego a 45 °C com maltodextrina.

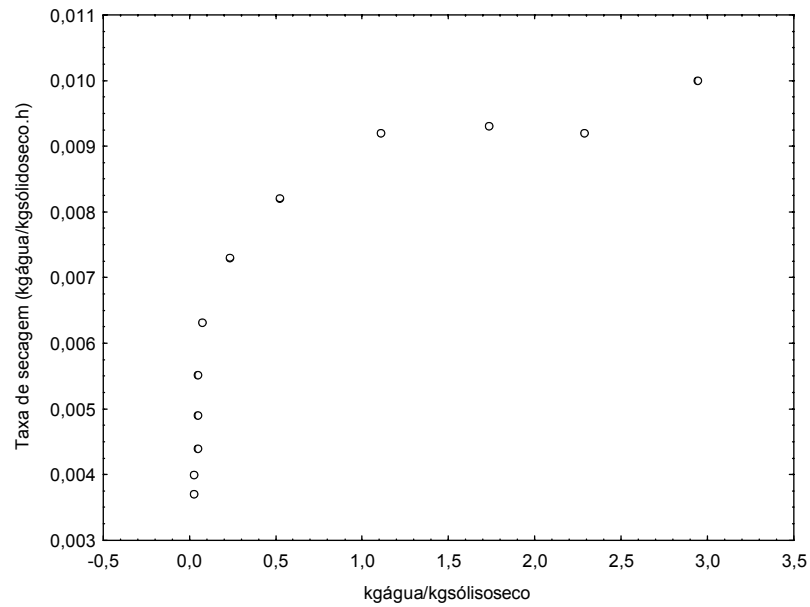


Figura 16 Taxa de secagem semente de pêsego a 55 °C sem maltodextrina.

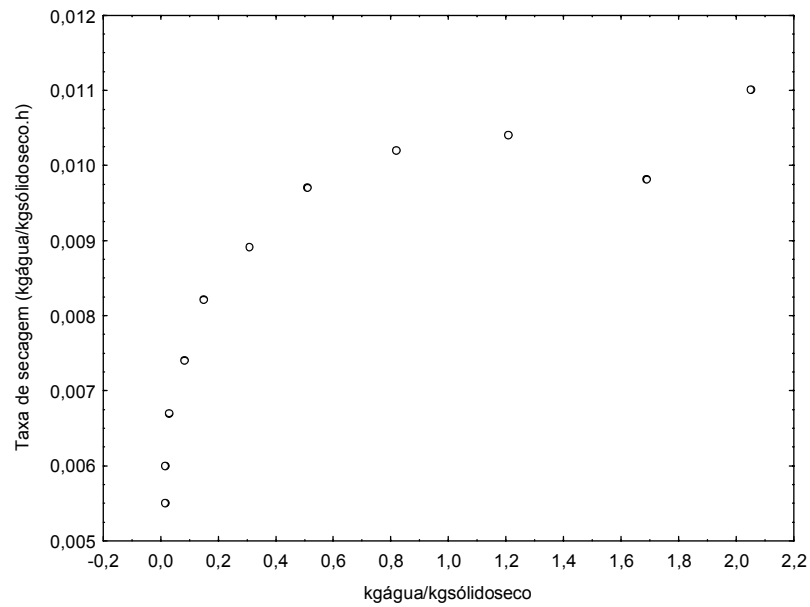


Figura 17 Taxa de secagem para a semente de pêsego a 55 °C com maltodextrina.

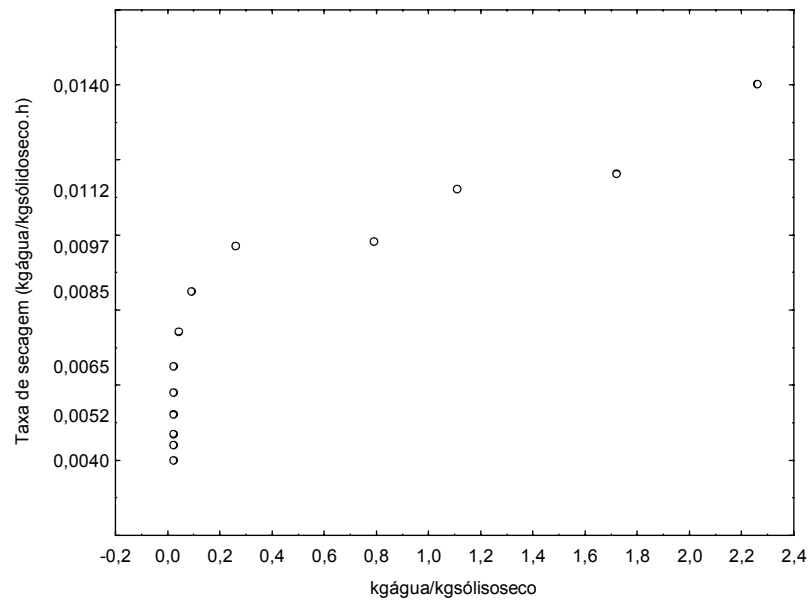


Figura 18 Taxa de secagem da semente de pêsego a 65 °C sem maltodextrina.

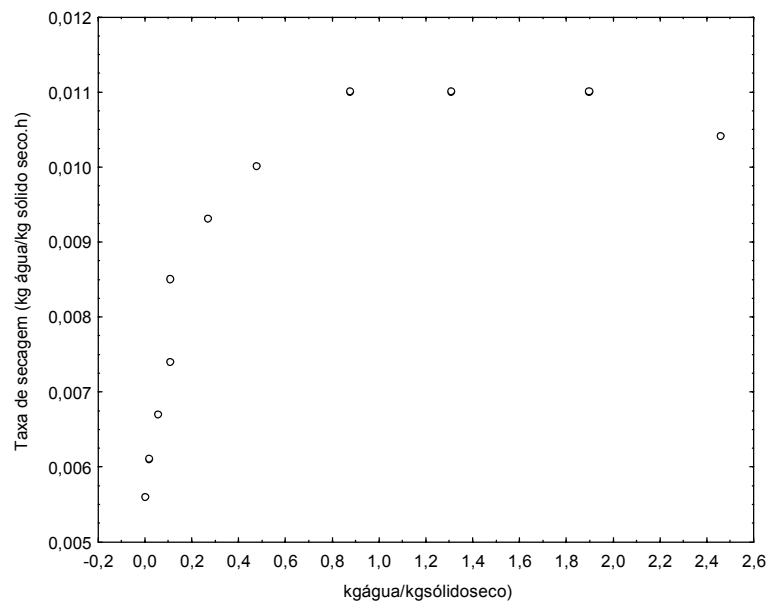


Figura 19 Taxa de secagem da semente de pêsego a 65° C com maltodextrina

Tabela 10 Velocidade de secagem das farinhas de amêndoa de pêsego em diferentes condições.

Temperatura (°C)	Velocidade (Kg/s) (Sem maltodextrina)	Velocidade (Kg/s) (Com maltodextrina)
45	$1,27 * 10^{-2}$	$3,33 * 10^{-2}$
55	$6,67 * 10^{-4}$	$4,44 * 10^{-4}$
65	$5,00 * 10^{-4}$	$4,17 * 10^{-4}$

Para o melhor entendimento do processo de secagem, estudos posteriores sobre difusividade a diferentes temperaturas e concentrações do microencapsulante são indicados, uma vez que neste trabalho a proposta foi a elaboração e caracterização da farinha. Tanto as curvas de secagem quanto as de taxa de secagem não são suficientes para a discussão mais profunda sobre a influencia da temperatura no processo e características estruturais do produto. Parâmetros tais como a atividade de água e difusividade efetiva, devem ser estudados.

A microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para a observação do efeito dos regimes de secagem sobre a estrutura das farinhas. As Figuras 20, 21 e 22 correspondem às fotomicrografias para as farinhas obtidas a 45, 55 e 65° C, com e sem maltodextrina, respectivamente.

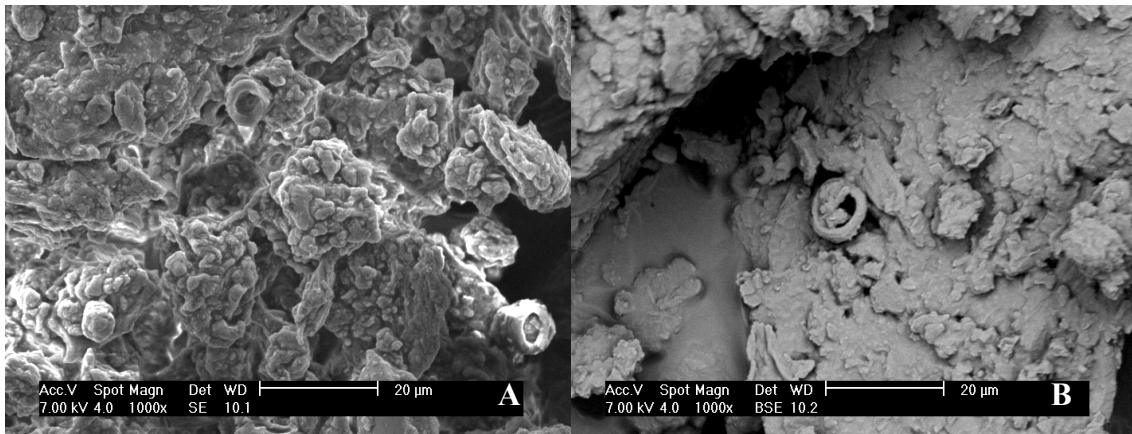


Figura 20 Microscopia eletrônica de varredura da farinha de semente de pêsego, obtida a 45° C, com maltodextrina (A) e sem maltodextrina (B) (1000 X).

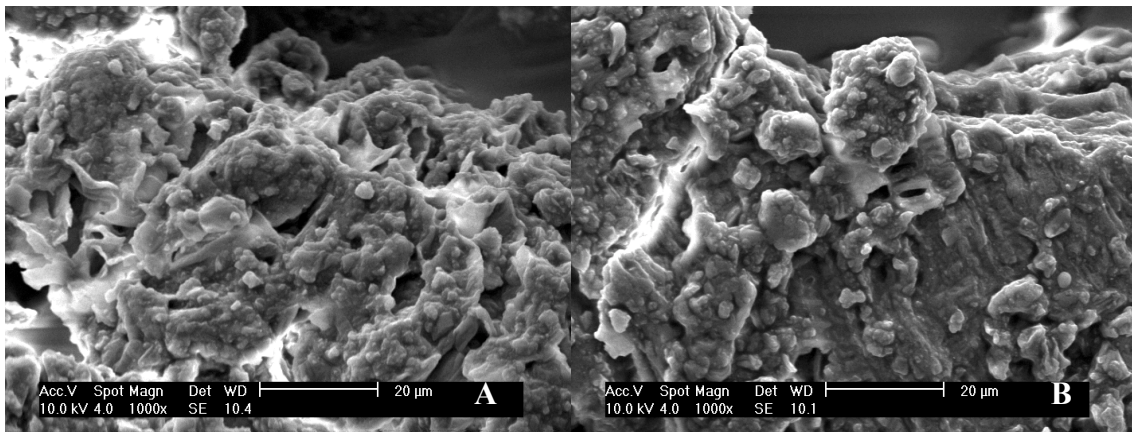


Figura 21 Microscopia eletrônica de varredura da farinha de semente de pêsego, obtida a 55° C, com maltodextrina (A) e sem maltodextrina (B) (1000 X).

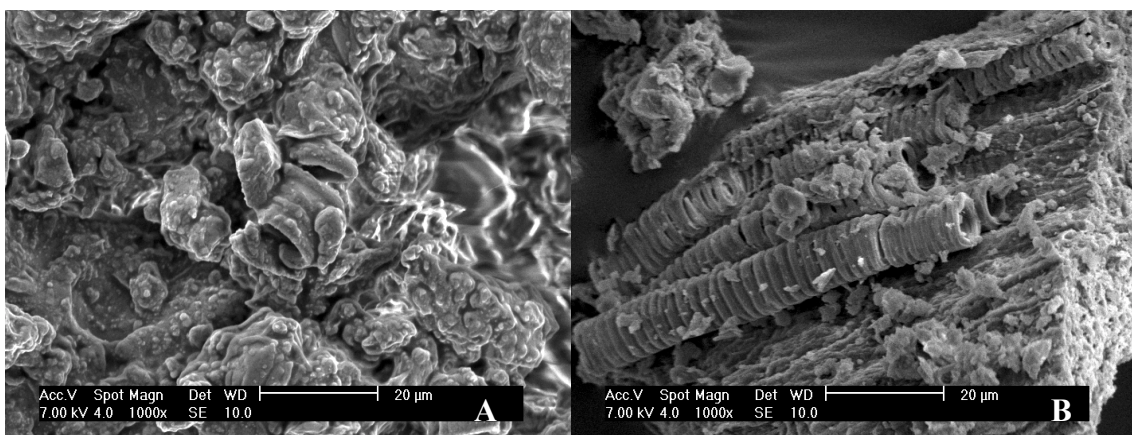


Figura 22 Microscopia eletrônica de varredura da farinha de semente de pêsego, obtida a 65° C, com maltodextrina (A) e sem maltodextrina (B) (1000 X).

As estruturas apresentadas na Figura 20 revelam que a temperatura de 45 °C, sem maltodextrina (B), apresenta diferença que poderia revelar a inversão da menor velocidade de secagem para esta amostra. Este fato é corroborado com as informações de que secagem lenta de alimentos reduz o tamanho das partículas, quando comparada à secagem rápida (POTTER, 1968).

5.2 Composição química das farinhas de semente de pêsego

A composição química das farinhas de semente de pêsego está apresentada na Tabela 10.

Tabela 11 Composição centesimal das farinhas de sementes de pêsego, produzidas em diferentes temperaturas, com e sem microencapsulação com maltodextrina.

Tratamentos	Umidade*	Cinzas*	Proteína*	Extrato Etéreo*	Fibra*
	g.(100 g) ⁻¹				
45MD	6,26 ± 0,01 ^c	6,21± 0,02 ^b	18,39 ± 3,90 ^a	24,34 ± 0,12 ^{bc}	8,26 ± 0,27 ^{ab}
45	6,67 ± 0,01 ^b	5,05± 0,07 ^d	17,48 ± 0,66 ^a	24,03 ± 0,16 ^c	7,24 ± 1,33 ^b
55MD	7,64 ± 0,23 ^a	4,96± 0,02 ^d	17,11 ± 0,55 ^a	27,15 ± 0,47 ^a	8,39 ± 0,35 ^{ab}
55	6,35 ± 0,06 ^c	6,52± 0,17 ^a	19,72 ± 3,10 ^a	23,86 ± 0,03 ^c	9,36 ± 0,78 ^a
65MD	5,68 ± 0,08 ^d	4,62± 0,08 ^c	17,95 ± 0,65 ^a	26,26 ± 0,64 ^{ab}	8,60 ± 0,48 ^{ab}
65	7,75 ± 0,12 ^a	5,50± 0,11 ^c	21,33 ± 5,56 ^a	24,30 ± 1,18 ^{bc}	8,92 ± 0,29 ^{ab}

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$), segundo o teste Tukey. Resultados são médias ± desvios padrões de três determinações ($n = 3$). 45, 55, 65 – sem maltodextrina 45MD, 55MD, 65MD – com maltodextrina * Base peso seco

A farinha das sementes de pêsego apresentou valores de extrato etéreo entre $23,86 \pm 0,03$ e $27,15 \pm 0,47$ g/100g. Comparativamente à soja, este valor pode ser considerado elevado, devido

à origem residual deste material e, relativamente baixo, em comparação ao amendoim e as castanhas brasileiras (em torno de 50 g/100g) (BRASIL, 2006).

Analisando qualitativamente a fração lipídica da farinha de semente de pêssego, a Tabela 12 ilustra o perfil de ácidos graxos. A concentração do ácido oléico supera em cerca de 50%, o normalmente encontrado em óleo de soja. Ácidos graxos trans estão ausentes, como em qualquer óleo vegetal bruto. A composição em ácidos graxos do óleo da semente de pêssego possui características únicas, pois contém quantidades altas dos ácidos graxos oléico (ω -9) e linoléico (ω -6) (quase 50% de cada), fato muito raro nos óleos vegetais.

O conteúdo de cinzas foi de $5,05 \pm 0,07$ a $6,52 \pm 0,17$ g/100g, valores que estimulam a iniciativa para estudos posteriores de identificação dos elementos minerais presentes nesta farinha.

O teor de proteínas foi de $17,48 \pm 0,66$ a $21,33 \pm 5,56$ g/100g, concentrações comparáveis às do feijão e não distantes dos valores para soja e amendoim (Tabela 11).

Tabela 12 Teor de proteína em alguns alimentos usuais (modificada)

% de proteína	Alimento
30 - 44	Soja
20 - 25	Feijão
20 - 35	Amendoim

Fonte:BOBBIO, 1992

A propriedade hidrofílica da maltodextrina com o equivalente de dextrose (DE = 20) empregado neste estudo, devido à presença de grupos hidroxila e comportamento típico de açúcar, permitiu com que atuasse como um captador de água, desde o início do processo de produção de farinha de semente de pêssego. Os resultados da composição das sementes de

pêssego, ricas em lipídeos, proteínas e minerais, podem indicar que a água está presente em uma matriz de natureza predominantemente hidrofóbica, tendo a maltodextrina adicionada nas partículas danificadas pela moagem, facilitado a remoção de umidade. Maiores estudos estruturais nas micropartículas são necessários para conclusões sobre a velocidade de eliminação de umidade e a formação da película de proteção sobre os componentes da farinha obtida.

A umidade das farinhas obtidas não apresenta relação direta com a presença do microencapsulante, o que significa a influência da maltodextrina no regime de secagem mas não na umidade final do produto.

Considerando as umidades médias das sementes 55MD e 65MD, calculadas a partir dos resultados apresentados na Tabela 9 (71,08 g/100g), e a umidade média final das farinhas obtidas nestes mesmos regimes de secagem (6,66 g/100g), o rendimento médio do produto resulta em 33,75 %, sobre as sementes. No entanto, o rendimento deve ser considerado sobre as frutas. Os resultados encontrados no presente trabalho indicaram o rendimento médio em sementes, de 10% sobre a fruta, portanto com o processo proposto, é possível converter 100 Kg de resíduo em 30,84 kg de farinha, por tonelada de fruta processada.

Os resultados para lipídeos sem maltodextrina não diferem estatisticamente nas diferentes temperaturas de secagem, porém foram superiores nas temperaturas de 55 e 65 °C com maltodextrina. Para a temperatura de 45° C, a diferença não foi significativa com e sem a adição do oligossacarídeo. O maior tempo de secagem, provavelmente provoca danos à fração lipídica antes da fixação do agente de proteção ser completada. Já as secagens a temperaturas mais altas, realizadas, portanto, mais rapidamente, danificam os lipídeos na ausência da maltodextrina.

A farinha de semente de pêsssego apresentou proteína na matriz vegetal, o que associado com a maltodextrina, pode ter contribuído para a proteção dos lipídeos durante a secagem a 55 e 65 °C. Outros autores empregando material protéico e carboidratos, obtiveram resultados de

proteção aos constituintes lipídicos em alimentos (CHRONAKIS, 1997; WATANABE et al., 2004; BARBOSA et al., 2005).

A Tabela 12 ilustra o perfil de ácidos graxos para o óleo da semente de pêssego, onde se comprova a presença dos ácidos graxos essenciais, oléico e linoléico. Os resultados para as diversas temperaturas não apresentaram diferenças significativas, e os resultados colocados na Tabela 12, são para as temperaturas de 55 e 65°C com microencapsulação.

Tabela 13 Composição em ácidos graxos em lipídeos da farinha microencapsulada de sementes de pêssego

Ácido graxo		% (m/m)
C14:0	Mirístico	-
C16:0	Palmítico	8,39
C16:1	Palmitoléico	0,32
C18:0	Esteárico	1,18
C18:1 Trans	Elaídico	-
C18:1	Oléico	41,08
C18:2 Trans	Linoelaídico	-
C18:2	Linoléico	48,36
C18:3 Trans	Translinolênico	-
C18:3	Linolênico	0,32
C20:0	Araquídico	0,19
C20:1	Gadoléico	0,11
C22:0	Behênico	0,06
C24:0	Lignocérico	-

O emprego das sementes de pêssego é desconhecido no Brasil, sendo considerado resíduo agroindustrial. O percentual de farinha de amêndoas corresponde a menos de 10% do resíduo sólido gerado, porém pode resultar em importante alimento funcional, dependendo dos trabalhos futuros, incluindo ensaios biológicos e desenvolvimento de produtos.

5.3 Perspectivas para a utilização da farinha de caroço de pêssego microencapsulada

Considerando um rendimento mínimo em sementes, de 50% daquele obtido neste trabalho, correspondente a aproximadamente 5% da fruta, sobre a produção mundial de pêssego, estimada em 12 milhões de toneladas, dependendo da variedade, poderia resultar em 600.000 toneladas de sementes, correspondente a 202.500 toneladas de farinha, com potencial para produzir, estimando o rendimento mínimo em 30%, 60.750 toneladas de óleo, sendo hoje desperdiçadas.

A partir dos resultados obtidos e o emprego das sementes na medicina chinesa, sabe-se dos benefícios dos componentes deste óleo, sendo necessária a realização de outros trabalhos no sentido de verificar os efeitos benéficos à saúde e segurança toxicológica da farinha microencapsulada para possível uso como alimento ou medicamento.

A safra do pêssego é muito curta, dependendo das condições climáticas e dos estados produtores, pode durar de um a dois meses, a farinha obtida representa uma forma estabilizada para o transporte e armazenamento das sementes como matéria-prima com potencial para a geração de outros produtos adicionalmente ao óleo, atendendo a demanda pelos novos produtos durante todo o ano.

6 CONCLUSÕES

A maltodextrina empregada como microencapsulante na farinha de semente de pêsego, interfere no ritmo de secagem, assim como as temperaturas de 45, 55 e 65 °C.

As temperaturas de 55 e 65 °C, com adição de maltodextrina a 2%, podem ser indicadas para a obtenção comparativamente às fontes tradicionais de ácidos graxos essenciais.

A metodologia de produção adotada é acessível para pequenas agroindústrias, facilitando a transferência de tecnologia dentro da realidade do setor.

Para o melhor entendimento do processo de secagem, estudos posteriores sobre difusividade nas diferentes temperaturas e concentração do microencapsulante são indicados, também parâmetros como a atividade de água e difusividade efetiva e estrutura do material por DSC devem ser estudados da farinha de sementes de pêsego.

A microencapsulação com maltodextrina exerceu proteção sobre os lipídeos da farinha de semente de pêsego a partir da temperatura de 55° C.

A farinha de semente de pêsego pode ser uma importante fonte alternativa de minerais, proteínas e lipídeos, para alimentação humana.

Os lipídeos da farinha de semente de pêsego são superiores em ácidos graxos oléico e linoléico,

O estudo sobre a toxicidade da farinha produzida e a utilização do endocarpo como fonte de nova matéria-prima, também deve gerar trabalhos futuros.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18th ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

ABDALLA, A. E. M.; DARWISH, S. M.; AYAD, E. H. E.; EL-HAMAHMY, R. M. Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. **Food Chemistry**, 2006, in press Doi: 101016/j.foodchem.2006.10.017.

ABDALLA, A. E. M.; DARWISH, S. M.; AYAD, E. H. E.; EL-HAMAHMY, R. M. Egyptian mango by-product 2. Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. **Food Chemistry**, 2006, in press. Doi: 101016/j.foodchem.2006.10.026.

ABURTO, Lucy C.; TAVARES, Débora de Queiroz; MARTUCCI, Enny Therezinha. Microencapsulation of orange essential oil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, 1998

AMANTE, E. R. **Proposições Metodológicas para a Minimização e Valorização de Resíduos de Fecularias e das Indústrias Processadoras de Aves, Suínos e Pescados do Estado de Santa Catarina**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. 1997.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY - AOCS (1989). **Official Methods and Recommended Practices**. 4^a. ed. Champaign. p. irreg.

ARANHA, F.L. **Bioquímica Didática**: volume único, Campinas, SP: Copola Livros, 1998.

AVERSA, M.; CURCIO, S.; CALABRÒ, V.; IORIO, G. An analysis of the transport phenomena occurring during food drying process. **Journal of Food Engineering**, 2006, in press. Doi: 101016/j.j.foodeng.2005.12.005.

BAGGIO, J. **Avaliação dos resíduos (casca e pó orgânico) de café (Coffea arábica L.) como provável fonte de substâncias bioativas**. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006. 77p.

BALASSA, L. L.; FANGER, G. O. Microencapsulation in the food industry. **CRC Critical Review Food Technology**, p. 245-265, 1971.

BARANAUSKIENÉ, R.; VENSKUTONIS, P. R.; DEWETTINCK, K.; VERHÉ, R. Properties of orégano (*Origanum vulgare* L.) and marjoram (*Majorana hortensis* L.) flavours encapsulated into milk protein-based matrices. **Food Research International**, v. 39, p. 413 – 425, 2006.

BARBOSA, M. I. M. J.; BORSARELLI, C. D.; MERCADANTE, A. Z. Light stability of spray-drying bixin encapsulated with different edible polysaccharide preparation. **Food Research International**, v. 38, p. 989 – 994, 2005.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W. **Química de los Alimentos**. 2ª ed. Ed, Acribia, S.A. Zaragoza, 1997.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O.; **Química do Processamento de Alimentos**. 2ª ed. – São Paulo: Varela, 1992, p. 68-69.

BRASIL – Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Tabelas para o cálculo da composição nutricional de alimentos (www.anvisa.gov.br), consultado em 19 de fevereiro de 2007.

BRENNAN, J. G.; BUTTERS, J. R.; COWELL, N. D.; LILLY, A. E. V. **Food Engineering Operations**. Applied Sciences Publishers Limited, London, 1976, 2th Ed. 532p.

CHRONAKIS, I. Structural-functional and water-holding studies of biopolymers in low fat content spreads. **Lensm.-Wiss. U.-Technology**, v. 30, p. 36 – 44, 1997.

DOKIC-BAUCAL, L.; DOKIC, P.; JAKOVLJEVIC, J. Influence of different maltodextrins on properties of O/W emulsions. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 233 – 239, 2004.

DRUSCH, S. Sugar beet pectin: a novel emulsifying wall component for microencapsulation of lipophilic food ingredients by spray-drying. **Food Hydrocolloids**, 2006. Doi: 10.1016/j.foodhyd.2006.08.007.

DUCROQUET, J.P.H.J.; MONDIN, V.P. **Cadeias produtivas do estado de Santa Catarina: Pêssego e ameixa**. Florianópolis: EPAGRI. 1997. 73p. (EPAGRI. Boletim Técnico,80).

DZIEZAK, J. D. Microencapsulation and encapsulated ingredients. **Food Technology**, v. 42, p. 136-151, 1988.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Pelotas, RS. **A cultura do Pessegueiro**. Comitê de Publicações, 1984.

EPAGRI. **Frutas de Clima Temperado**. Gerência Regional de Videira, 2004.

ERSUS, S.; YURDAGEL, U. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray dryer. **Journal of Food Engineering**. 2006. Doi: 10.1016/j.foodeng.2006.07.009.

FACHINELLO, J. C.; TIBOLA, C. S.; VICENZI, M.; PARISOTTO, E.; PICOLOTTO, L.; MATTOS, M. L. T. *Produção integrada de pêssegos: três anos de experiência na região de Pelotas - RS*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2003, vol.25, n. 2.

FENNEMA, O. **Food Chemistry**. New York: Marcel Dekker Inc. 1996, 1069p.

FOUST, A.S.; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L.B. **Princípios das Operações Unitárias**. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982. p.401 – 402.

FRANJIONE, J.; VASISHTHA, N. **The Art and Science of Microencapsulation**. Summer 1995 Technology Today® SRI Publications.

FURLONG, E.B. Aproveitamento de Resíduos da Indústria de Alimentos: Perspectivas em Ensino e Pesquisa. **III Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**. Rio Grande: FURGR, p.252, 1999.

GARAU, M. C.; SIMAL, S.; FEMENIA, A.; ROSSELÓ, C. Drying of orange skin: drying kinetics modeling and functional properties. **Journal of Food Engineering**, v. 75, p. 288 – 295, 2006.

HAQUE, M. R.; BRADBURY, J. H. Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. **Food Chemistry**, v. 77, p. 107 – 114, 2002.

http://en.wikipedia.org/wiki/Essential_fatty_acid#Nomenclature_and_terminology... Consultado em 12 de fevereiro de 2007, 11:00.

KAYNAK, B.; TOPAL, H.; ATIMTAY, A. T. Peach and apricot stone combustion in a bubbling fluidized bed. **Fuel Processing Technology**, v. 86, p. 1175 – 1193, 2005.

KENYON, M. M. Modified starch, maltodextrin, and corn syrup solids as wall materials for food encapsulation. In: RISCH, S. J.; REINECCIUS, G. A. (Eds.). **Encapsulation and controlled release of food ingredients**, Washington, 1995. p. 161-168.

KENYON, M.M. & ANDERSON, R.J. Maltodextrins and low-dextrose-equivalence with syrup solids. In: **Flavor encapsulation** (RISCH & REINECCIUS), 7-11, ACS Symposium series nº 370, American Chemical Society, 1988.

LEDOUX M, LALOUX L, WOLFF R. Analytical methods for determination of trans-C18 fatty acids isomers in milk fat. A review. **Analysis** 2000; 28(5):402-12.

LEE, B.; CHOI, W.; LEE, S.; PARK, B. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). **Crop Protection**, v. 20, p. 217 – 320, 2001.

LIRA, G.M.; FILHO,J.M.; SANT'ANA,L.S.; TORRES,R.P.;OLIVEIRA DE, A.C.; OMENA DE, C,M,B.; NETA, M,L,S. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-Al. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n.4, out./dez. 2004

LOKSUWAN, J. Characteristics of microencapsulated β -carotene formed by spray drying with modified tapioca starch, native tapioca starch and maltodextrin. **Food Hydrocolloids**. 2006. Doi: 10.1016/j.foodhyd.2006.1.011.

MARODIN, G. A. B.; SARTORI, I. A.; Situação das frutas de caroço no Brasil e no mundo. In: **Simpósio Internacional de Frutas de Caroço: Pêssegos, Nectarinas e Ameixas**,1., 2000, Porto Alegre. **Anais....**Porto Alegre: UFRGS - DHS, 2000.p. 7-16.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.D.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. D.; VISENTAINER, J. V. *Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos*. **Revista de Nutrição**, 2006, vol.19, n. 6

MAROUSIS, S. N.; KARATHANOS, V. T. ; SARAVACOS, G. D. Effect of sugars on the water diffusivity in hydrated granular starches. **Journal of Food Science**. V.54(6), 1989, 1496-1502.

MOORE, G. P.; CANTO, L. R.; AMANTE, E. R.; SOLDI, V. Cassava and corn starch in maltodextrin production. **Química Nova**, July/Aug., vol.28, no.4, p.596-600, 2005.

MORETTO, E.; FETT, R.; **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos**. Livraria Varela, São Paulo, 1998. p. 7 p. 31

MUJUMDAR, A. S.; BEKE, J. Grain Drying: Basic Principles. In: CHAKRAVERTY, A.; MUJUMDAR, A. S.; RAGHAVAN, G. S. V.; RAMASWAMY, H. S. **Handbook of Postharvest Technology**. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, 2003, 884 p.

NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, v. 91, p. 221 – 225, 2005.

NIHJHUIS, H., TOORRI, E., LUYTEN, H., RENE, F., JONES, P., FUNEBO, T., OHLSSON, T. Reserch needs and opportunities in the dry conservation of fruit and vegetables. **Drying Technology**, v.14, n.6, p.1429-1457,1996.

OHARA, A. P.; SPOGIS, N.; NUNHEZ, J. R. Development of a 3D software for the drying of food using a computacional fluid dynamic (CFD) approach. **Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)**, São Paulo, Brazil, 22 -25 August 2004, v. A, pp. 274 – 380.

PANDEY, A and SOCCOL, C.R. Economic utilization of crop residues for residues for value addition: A futuristic approach. **Journal of Scientific and Industrial Research**, vol. 59 : 12-22, 2000.

PANDEY, A ; SOCCOL, C.R ; NIGAM, P ; SOCCOL, V. T ; VANDENBERGHE, L.P ; Mohan, R. Biotechnology potential of agro-industrial residues: II. Cassava bagasse. **Bioresource Technology**, vol. 74 (1) : 81-87, 2000a.

PANDEY , A ; SOCCOL, C.R : NIGAM, P ; MOHAN, P ; ROUSSOS, S . Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocess. **Biochemical Engineering Journal**, vol. 6 (2) : 153-162, 2000b.

PANDEY, A.; SOCCOL, C. R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V. T.; VANDENBERGHE, L. P. S.; MOHAN, R. Biotechnological potential of agro-industrial residues. II: cassava bagasse. **Bioresource Technology**. v.74, p.81-87, 2000c.

PANDEY, A.; SOCCOL, C. R.; RODRIGUEZ-LEON, J. A.; NIGAM, P. **Solid-state fermentation in biotechnology – fundamentals and applications**. New Delli: Asistech Publishers, 2001. 221p.

PARTANEN, R.; YOSHII, H.; KALLIO, H.; YANG, B.; FORSSELL, P. Encapsulation of sea buckthorn kernel oil in modified starches. **Journal American Oil Chemical Society**, v. 79, n. 3, p. 219-223, 2002.

PELENTIR, N.; AMANTE, E. R. **Farinha microencapsulada de caroço de pêsego**. Pedido de privilégio de invenção, INPI-SC, em andamento, 2007.

PEREIRA, F. M. *Produção de pêsego em regiões de clima tropical e subtropical*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2003, vol.25, n. 2.

PÉREZ-ALONSO, C.; BÁEZ-GONZÁLEZ, J. G.; BARISTAIN, C. I.; VERNON-CARTER, E. J.; WISCARRA-MENDOZA, M. G. Estimation of the activation energy of carbohydrate polymers blends as selection criteria for their use as wall material for spray-dried microcapsules. **Carbohydrate Polymers**, v. 53, p. 197 – 2003, 2003.

PERES, L.H. Frutas de caroço: Produção e importação em 1996-2005. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.11, nov.2006.

PESCHEL, W.; SÁNCHEZ-RABANEDA, F.; DIEKMANN, W.; PLESCHER, A.; GARTZÍA, I.; JIMÉNEZ, D.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.; BUXADERAS, S.; CODINA, C. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. **Food Chemistry**, v. 97, p. 137 – 150, 2006.

POTTER, N. N. **Food Science**. The AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut, USA, 1968, 780 p.

PRATA, A.S. **Estudo dos parâmetros físico-químicos envolvidos na formação de microcápsulas produzidas por coacervação complexa.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 2006.

RAMOS, S.; RAMOS,M.E.E. Dieta e risco cardiovascular: Ômega 3, óleo de oliva, oleaginosas,... O que é fato? **Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul.** Ano XIV, nº6, set/out/nov/dez 2006

RÉ, M.I. **Dominando as pílulas inteligentes.** Scientific American Brasil. Abril 2003 ed. 11

RÉ, M.I. **Microencapsulação: em busca de produtos “inteligentes”.** Ciência Hoje. V.27, n. 162, julho, p. 24-29, 2000.

REINECCIUS, G.A. Carbohydrates for flavor encapsulation. **Food Technology**, p. 144-146, March, 1991.

REVISTA VEJA - As tecnologias dos remédios inteligentes. 24 de agosto de 2005 edição 1919

RODRIGUES, R. A. F. **Preparo, Caracterização e avaliação funcional de microcápsulas obtidas por spray drying, contendo extrato de café crioconcentrado.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 2004.

RODRIGUEZ, S.; PINTO, G. A. S. Ultrasound extraction of phenolic compounds from coconut (*Cocos nucifera*) Shell powder. **Journal of Food Engineering**, 2006, in press. Doi: 10.1016/j.jfoeng.2006.08.009.

SANTOS, A.B. **Encapsulação da oleoresina de pprika por atomizao em goma arábica e em aglomerados porosos de amido/gelatina: estabilidade e aplicao**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2003.

SHAHIDI, F. & HAN, X.Q. Encapsulation of Food Ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **33**(6), p.501-547, 1993.

SHAIKH, J.; BHOSALE, R.; SINGHAL, R. Microencapsulation of black pepper oleoresin. *Food Chemistry*, V. 94, p. 105 – 110, 2006.

SRI Microencapsulation and Controlled Release Technologies
<http://www.sri.com/psd/technologies/biocidylcoatings.html>. 2006.

SILVA DA, J.F.R. **Secagem e reidratao do Pimentão Vermelho (*Capsicum annuum L.*) Desidratado Osmoticamente**. Dissertao de Mestrado em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003. 21p.

TRAVAGLINI, D.A., NETO, M.P., BLEINROTH, E.W., LEITÃO, M.F. **Banana Passa: Princípios de secagem, conservao e produo industrial**. Campinas: ITAL/Rede de Núcleos de informao Tecnológica, 1993. p.73. (Manual Técnico, 12).

TU, Z.; HAN, X.; WANG, X.; HOU, Y.; SHAO, B.; WANG, X.; ZHOU, Q.; FAN, Q. Protective effects of CVPM on vascular endothelium in rats fed cholesterol diet. **Clinica Chimica Acta**, v. 333, p. 85 – 90, 2003.

VALENZUELA AB, NIETO MS. Acido docosahexaenoico (DHA) en el desarrollo fetal y en la nutrición materno-infantil. **Revista Medicina Chile**. 2001; 129: 1203-11

VALENZUELA AB, NIETO SK. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importância em el desarrollo del sistema nervioso y visual. **Revista Chilena de Pediatría**. 2003; 74: 149-57.

VILESOV, A. D.; ZHURAVSKY, E. P.; VILESSOVA, M. S.; NETCHAEVA, E. A.; AYZENSHTADT, N. I.; STANKEVICH, R. P.; ISIDROROV, R. V. New-types of apparatus for producing microcapsules and microgranules. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 242, p. 101 – 106, 2002.

WATANABE, Y.; FANG, X.; ADACHI, S.; FUKAMI, H.; MATSUNO, R. Oxidation of 6-arachidonoyl L-ascorbate microencapsulated with a polysaccharide by spray-drying. **Lebensm.-Wiss. U.-Technol.**, v. 37, p. 395 – 400, 2004.

WHISTLER, R. L.; PASCHALL, E. F. **Starch: Chemistry and Technology**. Vol. 1 Fundamental Aspects. Academic Press, N. Y. and London, 1965, 579 p.

YOUUDIM KA; MARTIN A; JOSEPH J.A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **Int J Dev Neurosci**. 2000; 18(4/5):383-99

YEHUDA S; RABINOVITZ S; CARASSO RL; MOSTOFSKY D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiol Aging**. 2002; 23(5):843-53