



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

LILIAN MARIA PAGAMUNICI

**UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE JARACATIÁ NO
ENRIQUECIMENTO DE IOGURTE**

Londrina
2009

LILIAN MARIA PAGAMUNICI

**UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE JARACATIÁ NO
ENRIQUECIMENTO DE IOGURTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lúcia Helena da Silva Miglioranza

Londrina
2009

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)**

P128u Pagamunici, Lilian Maria
Utilização de fibra de jaracatiá no enriquecimento
de iogurte / Lilian Maria Pagamunici. -- Londrina,
2009.
112 f. : il. color.

Orientadora : Prof. Dr. Lucia Helena da Silva
Miglioranza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de
Alimentos, 2009.

1. Jaracatiá - Fibra alimentar. 2. Jaracatiá -
Fibra alimentar - Iogurte. 3. Jaracatiá -
Lactobacillus acidophilus. 4. Jaracatiá - Fibra
alimentar - Capacidade de absorção de água. I.
Universidade Estadual de Londrina, Departamento de
Ciência e Tecnologia de Alimentos. II. Título.

CDD 21.ed.641.34651

LILIAN MARIA PAGAMUNICI

**UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE JARACATIÁ NO ENRIQUECIMENTO DE
IOGURTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Lucia Helena da Silva Miglioranza
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Helio Hiroshi Suguimoto
Universidade Norte do Parana – UNOPAR

Prof^a. Dr^a. Marta H. Fillet Spoto
Escola Superior Luiz de Queiroz – ESALQ

Londrina, 10 de agosto de 2009.

DEDICATÓRIA

Ao meu grande amor Rodrigo
e aos meus pais Aníbal e
Luciana por toda a dedicação,
amor e confiança.

AGRADECIMENTOS

Com todo carinho, à professora Doutora Lúcia H. da Silva Miglioranza, por toda a confiança transmitida, por ter me guiado e orientado com extrema dedicação, sabedoria e compreensão. Sem ela não seria possível a realização dessa dissertação.

Ao Professor Doutor Édson Miglioranza, pela ajuda dedicada e prestativa.

A todos os professores do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – UEL, pelas disciplinas ministradas e pelo conhecimento transmitido.

À Sandra Rezende, que sempre esteve disponível incondicionalmente e à Célia e Alessandra pela ajuda nas análises físico-químicas.

Aos amigos Daniele Zampieri, Giselle Nobre, Gislaine Silveira, Karla Guergoletto, Tatiana Pimentel, Franciele Pelissari, Elisangela Andrade e Aluizio Henrique, pelo companheirismo, compreensão, ajuda e paciência.

Ao meu amor Rodrigo Alves de Oliveira, que não mediu esforços para me ajudar e me incentivar nessa etapa de nossas vidas; por todos os dias vividos e dedicados, pela compreensão, paciência e acima de tudo pelo companheirismo e amor.

Às minhas Irmãs Ana Pagamunici e Caroline Pagamunici que sempre estiveram presente em todas as minhas conquistas e derrotas.

Aos meus grandes “mestres”, Aníbal Pagamunici e Luciana Gimenes Pagamunici, pais que sempre se dedicaram incondicionalmente, me incentivando e orientando; me “levantando dos maiores tombos” e comemorando energicamente minhas menores conquistas. Por terem me ensinado os verdadeiros valores da vida e terem me proporcionado, com toda garra, honestidade e humanismo, a mais valiosa herança que um filho pode receber, o CONHECIMENTO.

À Deus, por estar presente em mim e em todo o universo.

PAGAMUNICI, L. M; MIGLIORANZA, L. H. S. **Utilização de Fibra de Jaracatiá no Enriquecimento de Iogurte**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a porção interna do caule de Jaracatiá, a fim de utilizá-la como fonte de fibra alimentar para o enriquecimento de iogurte. A polpa foi avaliada quanto ao efeito no crescimento de *Lactobacillus acidophilus*; e quanto às propriedades tecnológicas. O farelo apresentou 60% (b.s) de fibra alimentar total e a polpa “in natura” apresentou 08% (b.u). Os teores de proteínas foram 3,66% e 1,03%; lipídios 0,57% e 0,42%; cinzas 12,43% e 0,95% e carboidratos 83,34% e 8,57% respectivamente. A Capacidade de Retenção de Água (CRA), 9,80; a Capacidade de Adsorção de Água (CDA) 0,12; Volume de Intumescimento (VI), 9,95; e a Capacidade de Interação com Moléculas Orgânicas (CIMO), 2,75, do farelo tratado termicamente não diferiram estatisticamente ($P > 0.05$) do farelo não tratado, cujo resultados foram respectivamente: 10,19; 0,17; 11,0 e 3,00. Na microscopia eletrônica de varredura, observou-se uma rede de tubos parenquimáticos interligados através da parede celular, sem preenchimento, isento de compostos amiláceos. Os iogurtes com farelo e polpa de jaracatiá, foram avaliados microbiologicamente, e em relação à consistência, composição centesimal, teor de fibra alimentar e aceitação sensorial. As composições dos iogurtes, com polpa “in natura” e farelo foram respectivamente: proteínas 2,89% e 2,91%; lipídios 2,52% e 2,51%, umidade 82% e 79,95%; cinzas 0,83% e 0,86% e carboidratos 11,76% e 13,78% (b.u.). O iogurte com farelo apresentou 1,8% p/p de fibra alimentar total, sendo considerado “fonte” deste nutriente. Todos os iogurtes apresentam aceitação acima de 80% em equipe de 80 provadores não treinados. Constatou-se que a associação entre a inulina e a glicose não propiciou crescimento significativo no desenvolvimento de *L. acidophilus*, enquanto que na combinação do Jaracatiá com inulina ou glicose, o crescimento foi significativamente superior.

Palavras-Chave: *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. Fibra alimentar. *Lactobacillus acidophilus*. Capacidade de retenção de água. Capacidade de adsorção de água. Volume de intumescimento. Capacidade de interação com moléculas orgânicas.

PAGAMUNICI, L. M.; MIGLIORANZA, L. H. S. **Utilization of the fibrous Jaracatiá for yoghurt enrichment**. 2009. 120 f. Dissertation (Master's Degree in Food Science) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the internal portion of the stem of Jaracatiá to use it as a source of dietary fiber for yogurt enrichment. The pulp was evaluated for the effect on *Lactobacillus acidophilus* growth, and for technological properties. The jaracatiá flour had 60% (dry basis) of total dietary fiber, and the jaracatiá pulp presented 08% (wet basis). The levels of proteins were 3.66% and 1.03%; lipids 0.57% and 0.42%; ashes 12.43% and 0.95% and carbohydrates 83.34% and 8.57%, respectively. The water holding capacity (WHC), 9.80, the water adsorption capacity (WAC) 0.12; the swelling volume (SV), 9.95, and the ability to interact with organic molecules (AIOM), 2, 75, was found in the treated flour, and those did not differ statistically ($P > 0.05$) of untreated flour, whose results were respectively: 10.19, 0.17, 11.0 and 3.00. In the electronic scanning microscopy, it was observed a network of interconnected tubes through the parenchyma cell walls, without filling, free from starch compounds. The yogurt with jaracatiá flour or pulp was assessed microbiologically, and for consistency, gross composition, content of dietary fiber and sensory acceptance. The composition of the yogurt with pulp and flour were respectively: proteins 2.89% and 2.91%, lipids 2.52% and 2.51%, moisture 82% and 79.95%, ashes 0.83% and 0.86% and carbohydrates 11.76% and 13.78% (wet basis). The yogurt with jaracatiá flour had 1.8% w / w of total dietary fiber and is considered "source" of this nutrient. All yogurts presented acceptance over 80% as results of 80 untrained panelist evaluations. It was found that the association between the inulin and glucose had no significant impact over the *L. acidophilus* growth, whereas the growth was significantly higher ($P < 0.05$) when the inulin or glucose was used with jaracatiá.

Keywords: *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. Dietary fiber. *Lactobacillus acidophilus*. Water holding capacity. Water adsorption capacity. Swelling volume. Ability to interact with organic molecules.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 a 03	–	Árvore Jaracatiá.....	19
Figura 04	–	Folha de Jaracatiá	19
Figura 05	–	Ramo de Jaracatiá.....	19
Figura 06	–	Fruto de Jaracatiá.....	19
Figura 07	–	Esquematização da coagulação ácida	33
Figura 08	–	Representação esquemática da estrutura molecular da parede celulósica	53
Figura 09	–	Fragmentos congelados de galhos da árvore <i>J. spinosa</i>	78
Figura 10	–	Corte horizontal de fragmento de galhos da árvore <i>J.</i> <i>spinosa</i>	79
Figura 11	–	Retirada da polpa fibrosa interna dos galhos de jaracatiá	79
Figura 12	–	Processo de trituração da polpa fibrosa do jaracatiá	79
Figura 13	–	Polpa fibrosa “in natura”	80
Figura 14	–	Ramo com as extremidades escuras.....	83
Figura 15	–	Doce de jaracatiá tipo cocada.....	83
Figura 16 a 19	–	Estrutura Microscópica de Polpa do Caule de Jaracatiá.....	89
Figura 20	–	Placas de todos os experimentos exibindo as colônias resultantes	97
Figura 21	–	Ficha de teste de escala hedônica	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Classificação de iogurtes segundo a tecnologia de fabricação e características físicas do gel	27
Tabela 02 – Classificação de iogurtes pela composição química e adição de saborizantes.....	28
Tabela 03 – Características físicas dos fragmentos dos galhos de Jaracatiá.	84
Tabela 04 – Composição centesimal polpa e farelo de Jaracatiá	85
Tabela 05 – Teores de fibras alimentares em Jaracatiá in natura e seco.....	85
Tabela 06 – Teores de fibras de farelos de jaracatiá, trigo e de aveia.....	86
Tabela 07 – Propriedades tecnológicas de farelo de Jaracatiá.....	86
Tabela 08 – Metodologia de contraste utilizando planejamento fatorial 2 ³ completo	96
Tabela 09 – Total de colônias (log UFC/g) em cada meio de cultura	98
Tabela 10 – Efeito, desvio padrão e nível de significância de cada variável independente	99
Tabela 11 – Formulações de iogurte adicionados de polpa fibrosa de Jaracatiá	105
Tabela 12 – Aceitabilidade de iogurte com farelo de Jaracatiá.....	113
Tabela 13 – Porcentagem de Aceitação de iogurte com farelo de jaracatiá	115
Tabela 14 – Aceitabilidade de iogurte com polpa de Jaracatiá.....	116
Tabela 15 – Porcentagem de aceitação de iogurte com polpa de Jaracatiá....	117
Tabela 16 – Composição Centesimal de iogurtes.....	118
Tabela 17 – Teores de fibras Alimentares	118
Tabela 18 – Resultados da análise de consistência dos iogurtes com jaracatiá em texturômetro	119

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	JUSTIFICATIVA	15
3	OBJETIVOS	16
3.1	OBJETIVO GERAL	16
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	16
4	REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1	JARACATIÁ [<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl) A. DC.]	17
4.2	LOGURTE	20
4.2.1	Histórico	20
4.2.2	Definição	22
4.2.3	Bactérias Lácticas	23
4.2.3.1	Probióticos	25
4.2.3.1.1	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	26
4.2.4	Tipos de iogurtes	26
4.2.5	Características Nutricionais e de Qualidade de iogurtes	28
4.2.5.1	Qualidade da matéria-prima do iogurte	28
4.2.5.2	Composição centesimal e características nutricionais do leite de vaca	29
4.2.5.3	Composição centesimal e características nutricionais do iogurte	29
4.2.5.3.1	<i>Características Nutricionais</i>	29
4.2.5.3.2	<i>Composição Físico-química do iogurte</i>	30
4.2.5.3.2.1	<i>Acidez</i>	31
4.2.6	Alterações Ocorridas nas Proteínas do Leite Durante o Processo de Produção de iogurte	32
4.2.7	Características Físicas e Sensoriais do iogurte	33
4.2.8	Processo Geral de Fabricação de iogurte Batido	34
4.2.8.1	Matéria-prima	34
4.2.8.2	Tratamento térmico da matéria-prima	34
4.2.8.3	Diminuição da temperatura	35
4.2.8.4	Inoculação da cultura “starter”	35

4.2.8.5	Resfriamento	35
4.2.8.6	Envase e armazenamento	36
4.2.9	Estudo do mercado dos laticínios	37
4.3	ALIMENTOS FUNCIONAIS	40
4.3.1	Histórico	41
4.3.2	Situação Mercadológica dos Alimentos Funcionais	42
4.3.3	Legalidade dos Alimentos Funcionais	44
4.4	FIBRA ALIMENTAR	46
4.4.1	Breve Histórico e Definições	46
4.4.2	Fonte de Fibra Alimentar	48
4.4.2.1	Parede celular	49
4.4.2.1.1	<i>Pectinas</i>	49
4.4.2.1.2	<i>Lignina</i>	50
4.4.2.1.3	<i>Celulose</i>	50
4.4.2.1.4	<i>Hemicelulose</i>	51
4.4.3	Diferenciação e Efeitos Fisiológicos das Fibras Alimentares	54
4.4.4	Mecanismo de Ação das Fibras Solúveis e Insolúveis	55
4.4.4.1	Fibras solúveis	55
4.4.4.2	Fibras insolúveis	57
4.4.5	Recomendações de Fibra Alimentar	58
4.4.6	Propriedades Tecnológicas das Fibras	60
4.4.7	Nova Fonte de Fibra Alimentar	62
	REFERÊNCIAS	63
	5 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	76
5.1	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E FUNCIONAL DE POLPA FIBROSA DA PARTE INTERNA DO CAULE DE JARACATIÁ	76
	INTRODUÇÃO	76
	MATERIAL E MÉTODOS	77
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
	CONCLUSÃO	90
	AGRADECIMENTOS	90
	REFERÊNCIAS	91

5.2 EFEITO DE FIBRA DE JARACATIÁ NO CRESCIMENTO DE <i>Lactobacillus</i> <i>Acidophilus</i>	93
INTRODUÇÃO	93
MATERIAL E MÉTODOS	95
RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
CONCLUSÃO	100
AGRADECIMENTOS	100
REFERÊNCIAS	100
5.3 POLPA FIBROSA DE CAULE DE JARACATIÁ PARA SUPLEMENTAÇÃO DE IOGURTES	102
INTRODUÇÃO	102
MATERIAL E MÉTODOS	103
RESULTADOS E DISCUSSÃO	111
CONCLUSÃO	119
AGRADECIMENTOS	120
REFERÊNCIAS	120

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos, na economia de mercado dinâmico, é fator primordial para maior rentabilidade das empresas. Isso é, essencialmente, verdadeiro para as empresas de alimentos que, com frequência, necessitam lançar novos produtos, para se manterem à frente da concorrência, cada vez mais, acirrada. Além disso, os consumidores têm aumentado suas expectativas quanto às novidades em produtos e diminuído sua fidelidade às marcas, tornando o mercado de alimentos muito mais competitivo e encurtando o ciclo de vida dos produtos lançados (KAMINSKY, 2000, REPENNING, 2001).

As pessoas estão, cada vez mais, preocupadas em mudar seus hábitos alimentares, tendo como objetivo a melhoria da saúde. O enfoque da função dos alimentos deixou de ser apenas o de saciar as necessidades básicas do organismo para a sobrevivência humana, passando a ser o de usá-los como veículos de promoção de bem-estar, saúde e redução de riscos de algumas doenças. A partir disso, novos conceitos surgem sobre as necessidades de nutrientes fisiológicos especiais, efeitos benéficos de compostos não nutrientes e aumento da expectativa de vida. Tais demandas vêm estimulando a produção de novos alimentos. Desta forma, o mercado de produtos com apelo de saudável, ou com conteúdo diferenciado de nutrientes (baixa caloria, enriquecidos com fibras, etc.) está em constante crescimento. A partir dessas novas necessidades, o setor alimentício está investindo em produtos com apelo de promoção de saúde. O setor lácteo não foge a esta tendência, desenvolvendo pesquisas para a formulação de produtos que potencializem, ainda mais, os benefícios do leite e seus derivados.

Diante disto, os alimentos funcionais constituem objeto de pesquisa na área de nutrição e tecnologia de alimentos, pois eles podem, além de nutrir, modelar o sistema fisiológico do organismo (FERREIRA, 2000; NITSCHKE; UMBELINO, 2002; KIMURA, 2002; OLIVEIRA, 2002).

O grupo das fibras solúveis e insolúveis é o grupo dos primeiros nutrientes funcionais, utilizados na agregação de valor em alimentos industrializados (COSTA, 2001). As fibras alimentares são substâncias vegetais que, apesar de não serem digeridas pelo organismo humano, são de grande importância para o bom funcionamento do mesmo (VALENTE, 2002).

O iogurte é um derivado do leite que apresenta uma das melhores margens de rentabilidade para o fabricante de produtos lácteos, devido ao fato de não passar por nenhum processo de concentração, ou seja, começa com um volume de matéria-prima e termina com o mesmo volume ou até um pouco mais, já que alguns ingredientes como polpas de frutas são acrescentadas. Seu mercado, em suas diversas categorias, vem demonstrando grande potencial de crescimento nos últimos anos (SANTOS, 1998). A linha de iogurtes probióticos ou com apelo funcional vem se destacando e ganhando mercado. Sendo assim indústrias laticinistas buscam cada vez mais desenvolver novos produtos nesta área, com diversos ingredientes alimentares que promovam funcionalidade ao produto.

2 JUSTIFICATIVA

A crescente utilização de fibras nas indústrias alimentícias, leva à exploração de novas fontes de matérias-primas, tendo em vista, ainda, a riqueza brasileira em relação à diversidade e quantidade de fontes naturais. Sendo assim, justifica-se o estudo da parte interna do caule de Jaracatiá, que há décadas é utilizada, artesanalmente, na fabricação de doces do tipo “cocada”. No entanto, para a aplicação industrial de ingredientes alimentares é necessário o conhecimento da composição, das características físico-químicas, bem como das propriedades tecnológicas do material. Estas e outras características do caule de Jaracatiá não estão disponíveis na literatura. Desta forma, pretendeu-se investigá-las, a fim de se obter uma alternativa de fonte de fibra alimentar para enriquecimento e formulação de alimentos, especificamente, iogurtes

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a parte interna do caule de Jaracatiá, a fim de utilizá-la como fonte de fibra alimentar para o enriquecimento de iogurte.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a parte interna do caule de Jaracatiá quanto:
 - à composição centesimal
 - ao teor de fibras
 - à estrutura microscópica
 - às características tecnológicas.
- Avaliar as condições de extração, secagem e trituração da polpa do caule de Jaracatiá.
- Determinar a concentração ideal de polpa e farelo de Jaracatiá para aplicação em iogurte.
- Analisar sensorialmente e verificar a aceitação do iogurte enriquecido com o material fibroso do caule de Jaracatiá.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 JARACATIÁ [*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC.]

O jaracatiá (*J. spinosa*), espécie da família Caricaceae, é árvore nativa do Brasil, encontrada em ampla distribuição no território nacional. Apresenta algumas sinonímias como: *Jacaratia dodecaphylla* A. DC., *Carica dodecaphylla* Vell. e *Papaya dodecaphylla* Baill. A planta é caracterizada por ser arbórea (podendo atingir até 20 metros de altura), perene, apresentando espinhos em toda extensão do caule (estrutura bizarra) e com folhas do tipo compostas, ocorrendo em fragmentos de mata Atlântica, principalmente no sul da Bahia (LORENZI, 1992).

O gênero *Jacaratia* A. DC. contém cerca de dez espécies tropicais e subtropicais, das quais seis são exclusivas da América. No Brasil, são encontradas três espécies – *J. corumbensis* Kuntze, *J. heptaphylla* (Vell.) A. DC. e *J. spinosa* (Aubl.) A. DC. (LIMA; PIRANI, 2002). É uma espécie nativa arbórea de ampla distribuição geográfica (CORREIA, 1984). No Brasil, ocorre no Amapá, Pará, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e do Rio de Janeiro até Rio Grande do Sul. É conhecida pelos nomes populares de jacarati, jacaratiá, mamão-do-mato e mamãozinho-do-mato (LIMA; PIRANI, 2002).

Segundo Moraes et al. (2006), esta espécie pode ser classificada como sendo pioneira antrópica, ou seja, estão associadas a extremos períodos de exposição à luz e possuem crescimento rápido. Ocorre sempre em baixa densidade, contudo, deve ser presença obrigatória em qualquer reflorestamento heterogêneo destinado à recomposição da vegetação de áreas degradadas de preservação permanente, pois como planta pioneira, é adaptada à luminosidade direta e de rápido crescimento (LORENZI, 2002).

Além da importância da espécie, ela está incluída na “Lista Vermelha” de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná (PARANÁ, 1995), e também no estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2002). A espécie corre o risco de desaparecer, sendo encontrada apenas nas fazendas tradicionais, onde plantas e árvores nativas foram preservadas ou mantidas em viveiros (ÉDEN-SILVA, 2006).

Ao final do Séc. XIX, as florestas nativas do Estado do Paraná originalmente cobriam mais de 80 % do seu território, mas durante o século passado foram reduzidas progressivamente (RODERJAN et al., 2002).

As espécies nativas do Brasil, de ocorrência espontânea no Nordeste, são exploradas localmente e, muitas vezes, extrativamente, porém, não é dada a devida importância econômica, apesar do potencial de exploração, tanto para o mercado interno como para o externo. As espécies são o araçá-boi (*Psidium arboreum* Vell.), a banana de raposa (*Bromélia karatas* L.), o araçazinho ou araçá (*Psidium araçá* Raddi), a pitomba (*Talisia esculenta* Radlk.) e o jaracatiá [*Jacaratiá spinosa* (Aubl.) A. DC.] (EDEN-SILVA, 2006).

Por considerar a importância das árvores nativas brasileiras e suas múltiplas aplicações, o manejo inadequado pode provocar a extinção destas espécies nos seus ambientes naturais e, muitas vezes, estas ainda não exploradas, comercialmente, no Brasil, são levadas a outros países, onde tem boa aceitação.

A ocorrência de espécies frutíferas, amplamente cultivadas, destaca a necessidade de um melhor conhecimento da flora nativa e da preservação das reservas vegetais naturais. Esses recursos são importantes na alimentação de moradores rurais que, através de práticas extrativistas na maioria das vezes predatórias, têm levado à escassez de muitas espécies. Um dos aspectos mais graves da perda da biodiversidade no nosso país é que, espécies com grande potencial econômico simplesmente desaparecem, sem que se saiba, ao menos, seu binômio científico (ÉDEN-SILVA, 2006).

Esta espécie possui um grande potencial de exploração, pois a partir do caule e dos frutos desta árvore, podem ser fabricados doces e compotas e outras finalidades industriais, tornando-se uma fonte de renda para os agricultores, e também sendo indicada para a recomposição de áreas degradadas, e em planos de manejo florestal. Trabalhos realizados por Muniz et al. (2004), mostram que as fibras produzidas pela planta podem originar celulose e papel de ótima qualidade, com alta resistência e baixo custo.

Sua madeira não tem utilidade comercial, pois é oca e mole. Na culinária de algumas regiões do Brasil, o caule do jaracatiá é empregado na confecção de doces, (LORENZI, 1992) supostamente como fonte de fibra alimentar. Nas Figuras 1, 2 e 3 abaixo, tem-se imagens de árvore de *J. spinosa* e nas Figuras

4, 5 e 6 são mostradas, respectivamente, folha, ramo e fruto de jaracatiá nos seus primeiros estágios de desenvolvimento.



Figura 1

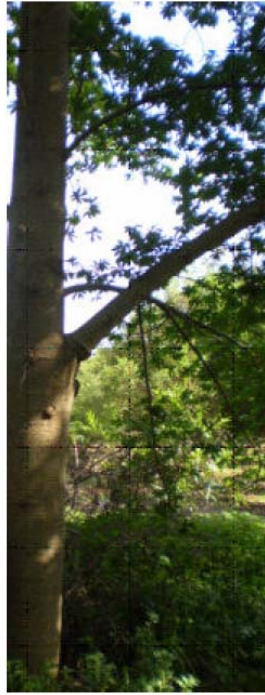


Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6

Em relação ao perfil nutricional, em geral, frutas, hortaliças e outros tipos de vegetais não-convencionais, são mais ricas em fibras, minerais e compostos com funções antioxidantes (SCHMEDA-HIRSCHMANN et al., 2005; ODHAV et al., 2007) e muitas são fontes de proteínas superiores às fontes vegetais convencionais (ALETOR et al., 2002; FASUYI, 2006; FASUYI, 2007; ODHAV et al., 2007).

Segundo Knupp e Barros (2008), a medula de *J. spinosa* apresenta a seguinte proporção de proteínas e minerais:

- Proteínas { 3,68%
- MINERAIS {
 - Cálcio = 3,2%
 - Ferro = 0,0021%
 - Magnésio = 0,68%
 - Sódio = 0,043%
 - Potássio = 7,6%
 - Enxofre = 0,18%

Knupp e Barros (2008) ressaltam o alto teor de Cálcio (3200mg/100g) e Magnésio (680mg/100g) na medula do Jaracatiá, sendo valores significativos, haja vista que são muito inferiores aos apresentados por diversas espécies tidas como fontes tradicionais desses minerais.

Atualmente a base bibliográfica sobre jaracatiá é muito escassa e, os estudos disponíveis sobre a mesma, relatam principalmente a parte botânica da espécie. Existem poucas pesquisas na área de ciências de alimentos, explorando esta espécie, quanto à sua composição físico-química, valor nutritivo, toxicidade e sua utilização como ingrediente alimentício.

4.2 IOGURTE

4.2.1 Histórico

Pressupõe-se que o iogurte surgiu através de um processo ocasional de acidificação do leite (de camela, cabra, ovelha e búfalas) verificado por povos nômades (TAMIME; ROBINSON, 1985; TAMIME, 2002a). Como esses povos

mudavam de região para região, para suprir suas necessidades, os mesmos viviam em constantes viagens. Nestas viagens transportavam alimentos, entre eles o leite que, devido às condições climáticas e de transporte, sofria acidificação. Já Segundo Tamime e Deeth (1980), o leite fermentado surgiu na mesopotâmia a cerca de 5000 a. C..

O iogurte é, reconhecidamente, um alimento tradicional dos povos do Oriente Médio, nos Bálcãs e Ásia Mediterrânea e até 1950, o consumo de iogurte era restrito a essas regiões e também na Índia (TAMIME, 2002a)

O termo iogurte é derivado do vocabulário turco da palavra “jugurt”, sendo conhecido uma variedade de nomes, em diferentes países (TAMIME; ROBINSON, 1999). O interesse no iogurte fez com que se espalhasse pela Itália, França, Holanda, para outros países europeus e América do Norte. Nos países ocidentais, basicamente, o seu consumo era devido às prescrições médicas, em razão da reputação do seu valor terapêutico (FERREIRA, 1996).

Os efeitos benéficos do iogurte tiveram sua base científica no começo do século XX, com a “teoria da longevidade”, postulada pelo pesquisador *Elie Metchnikoff* (BODYFELT et al. 1988; SHAH, 2007). Ele relacionou saúde com alto consumo de leite fermentado em populações búlgaras, verificando-se vários efeitos benéficos desta dieta à saúde humana, destacando-se a longevidade deste povo. Metchnikoff atribuía à longevidade dos búlgaros, a dieta dos mesmos, com leites fermentados por bactérias lácticas. Essas bactérias desempenhavam ação inibitória sobre as bactérias presentes no intestino, produtoras de toxinas. Sendo assim, as bactérias toxigênicas eram inibidas e a saúde do hospedeiro era garantida, prevalecendo a longevidade (LOURENS-HATTINGH; VILJEON, 2001; DIGEST, 2005). É necessário salientar que suas observações se relacionavam com a ingestão de um produto diferente do que se conhece, atualmente, como o iogurte. Embora os dois produtos apresentem basicamente as mesmas propriedades benéficas.

4.2.2 Definição

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Resolução Nº 5, de 13 de novembro de 2000:

Entende-se por Leites Fermentados os produtos resultantes da fermentação do leite pasteurizado ou esterilizado, por fermentos lácticos próprios.

Os fermentos lácticos utilizados para a fermentação do leite, devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade. Por sua vez, o leite utilizado na fabricação poderá ser em natureza ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos de origem láctea, bem como de outras substâncias alimentícias recomendadas pela tecnologia atual de fabricação de leites fermentados, nos termos do presente Padrão de Identidade e Qualidade, e que não interfiram no processo de fermentação do leite pelos fermentos lácticos empregados (BRASIL, 2000). A mesma resolução também define:

Entende-se por iogurte o produto incluído na definição de leites fermentados cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbóticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* aos quais podem-se acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade contribuem para a determinação das características do produto final.

Os microrganismos utilizados na produção de iogurte devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final perfazendo, no mínimo, 10^7 UFC/mL (BRASIL, 2000).

De maneira geral, as bactérias ácido-lácticas utilizadas atualmente para a produção de leites fermentados pertencem principalmente aos gêneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, entre outros, e são assim denominadas por fermentarem açúcares, produzindo ácido láctico como principal produto do metabolismo. Estas bactérias agem acidificando os produtos alimentares, impedindo o desenvolvimento de bactérias indesejáveis e aumentando o período de conservação dos produtos

fermentados, em relação à matéria-prima não fermentada. Durante a fermentação, a proteína, a gordura e a lactose do leite sofrem hidrólise parcial, tornando os produtos facilmente digeríveis, sendo considerado agente regulador das funções digestivas (RODAS et al., 2001).

Todo iogurte é considerado um leite fermentado, haja vista, que é um produto proveniente da acidificação do leite através da ação de bactérias lácticas, porém nem todo leite fermentado é um iogurte, já que nem todos são fermentados pela cultura mista de *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* e *Streptococcus salivarius ssp thermophilus*.

4.2.3 Bactérias Lácticas

A produção de iogurte envolve, basicamente, uma cultura láctica mista, formada por dois microrganismos: *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* e *Streptococcus salivarius ssp thermophilus*, como já foi mencionado anteriormente. Ambas as culturas são homofermentativas, produtoras de ácido láctico. Essas culturas atribuem características sensoriais, desejadas pelo consumidor, ao iogurte, através da produção de alguns compostos metabólitos que acarretam sabor. Também auxiliam na preservação do leite, por meio do ácido láctico e, em alguns casos, compostos antimicrobianos, gerados. Além disso, ocorre aumento do valor nutricional do produto resultante, devido à liberação de aminoácidos livres ou síntese de vitamina B. Por fim, têm-se os benefícios à saúde, devido à presença, no ato do consumo, de células bacterianas viáveis benéficas (TAMIME, 2002b).

O bom desenvolvimento dos microrganismos, durante o processo de fermentação do leite, no processo de fabricação de iogurte, se deve, basicamente, à capacidade simbiótica (protocooperação) das bactérias envolvidas. A cultura “starter” do iogurte, formada pelos microrganismos *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* e *Streptococcus salivarius ssp thermophilus*, desenvolvem-se em simbiose (ISLETEN; KARAGUL-YUCEER, 2006), ou seja, o crescimento e proliferação de um microrganismo geram metabólitos e alterações do meio que contribuem positivamente para o desenvolvimento do outro e vice-versa.

O *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*, estimula o crescimento do *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* através da liberação de aminoácidos e peptídeos da proteína do leite, haja vista que, o mesmo utiliza esse substrato para o seu desenvolvimento. Por sua vez, o *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*, é estimulado pelo ácido fórmico ou dióxido de carbono liberado durante o crescimento de *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* (ZOURARI et al, 1992; VARNAM; SUTHERLAND, 1994). O *S. thermophilus* ainda altera positivamente o pH do meio, através da produção de ácido láctico, acidificando o meio a um pH ótimo para o crescimento do *L. bulgaricus*. Entretanto, os estreptococos são inibidos em pH 4,2-4,4, enquanto os lactobacilos toleram valores de pH na faixa de 3,5-3,8. Sendo assim, após, aproximadamente, 3 horas de fermentação o número dos dois microorganismos se iguala (LOURENS-HATTINGH; VILJEON, 2001).

Esta simbiose exige, no cultivo, uma determinada proporção entre cocos e bacilos (RASIC; KURMANN, 1978; TAMIME; ROBINSON, 1985), sendo a relação quantitativa ideal, entre os dois microorganismos, de 1:1 (WALSTRA et al, 1999).

Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus e o *Streptococcus salivarius ssp thermophilus*, diferem entre si, em relação ao seu metabolismo, principalmente, no que diz respeito à fermentação de mono e dissacarídeos. O *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* é capaz de fermentar glicose, galactose e lactose produzindo ácido, mas usualmente não fermenta a sacarose, maltose e frutose. Já o *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* tem a capacidade de fermentar glicose, lactose e sacarose (ZOURARI et al, 1992).

Em relação à temperatura ótima de desenvolvimento da cultura “starter” do iogurte, Tamime e Robinson (1985) relatam temperaturas entre 42-43 °C. Em temperaturas superiores (45 °C) ocorre predominância de *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*, enquanto que em temperaturas inferiores (37°C) o crescimento de *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* é favorecido (SPREER; MIXA, 1998).

4.2.3.1 Probióticos

Com o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao estudo da funcionalidade do iogurte, percebeu-se que o tipo de microrganismo presente no mesmo está diretamente relacionado com os benefícios promovidos à saúde com o consumo diário de iogurte.

Dentre as linhagens de microrganismos utilizadas na produção de iogurte, além das culturas tradicionais (*L. bulgaricus* e *S. thermophilus*), estão sendo utilizadas espécies de microrganismos probióticos, como o *Lactobacillus acidophilus*. Esta bactéria aumenta os efeitos benéficos à saúde do hospedeiro (LOURENS-HATTINGH; VILJOEN, 2001).

Os probióticos são tidos como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidade adequada, conferem benefícios aos seus consumidores (FAO/WHO, 2001). A incorporação de microrganismos probióticos, em produtos lácteos, proporciona excelentes características sensoriais os produtos (VINDEROLA; REINHEIMER, 2000).

O termo probiótico tem origem grega e significa “para a vida” (LOURENS-HATTINGH; VILJOEN, 2001). O primeiro pesquisador a postular a relação entre o consumo diário de leites fermentados com benefícios à saúde foi Metchnikoff, em 1910. Já em 1965, Lilly e Stillwell utilizaram o termo para descrever substâncias secretadas por um microrganismo que estimula o crescimento do outro. Em 1989, Fuller descreveu o termo probiótico como um suplemento alimentar composto de células microbianas vivas, as quais têm efeitos benéficos para o hospedeiro, por melhorar ou manter o equilíbrio microbiano no intestino.

Segundo o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde, Resolução RDC nº 2, de janeiro de 2002, entende-se por probióticos os microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo (BRASIL, 2002).

Segundo Silva e Stamford (2000), microrganismos probióticos têm a capacidade de manterem-se vivos no produto fermentado e sobreviverem às enzimas do trato gastrointestinal humano, fixando-se no intestino e, com isso,

proporcionando um balanço da flora microbiana intestinal de indivíduos que consomem periodicamente esses produtos.

4.2.3.1.1 *Lactobacillus acidophilus*

Os *L. acidophilus* são bactérias gram-positivas, catalase negativas, aeróbias e microaerófilas, homofermentativas e possuem formato de bastonetes. São resistentes naturais do intestino humano e de animais. São fracos formadores de ácidos, e por essa razão, são especialmente utilizados em iogurtes suaves. Crescem em temperatura entre 20 e 48°C, sendo a temperatura ótima de 37°C (FRANCO et al, 2002). Os lactobacilos contribuem com o sabor e aroma em alimentos fermentados, produzindo vários compostos voláteis, como o diacetil e seus derivados (SILVA; STAMFORD, 2000).

Segundo os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados, da Resolução N° 5, de 13 de novembro de 2000, iogurtes que mencionem o uso de bifidobactérias, devem apresentar, no mínimo, a contagem total de bactérias de 10^6 UFC/mL (BRASIL, 2000).

A utilização de microrganismos da cultura tradicional de iogurte é utilizada juntamente com microrganismos probióticos, na fermentação do leite, no processo de fabricação de iogurtes, para reduzir o tempo de fermentação e melhorar o sabor, corpo e textura do produto final (DAVE; SHAH, 1997).

4.2.4 Tipos de iogurte

O iogurte pode ser classificado em diferentes categorias baseado em suas características físicas de gel (TAMIME; MARSHALL, 1997; TAMIME, 2002a). De acordo com essas características e de sua tecnologia de fabricação, obtêm-se três tipos de iogurtes (KARDEL; ANTUNES, 1997; SPREER; MIXA, 1998; ABREU, 2000), conforme a Tabela 01.

Tabela 01 – Classificação de iogurtes segundo a tecnologia de fabricação e características físicas do gel.

SET YOGHURT (iogurte tradicional)

O processo de fermentação ocorre dentro da própria embalagem, não sofre homogeneização e o resultado é um produto firme, mais ou menos consistente. Pode ser comercializado na sua forma natural, aromatizada ou então tipo sundae (com saborizantes adicionais no fundo da embalagem).

STIRRED YOGHURT (iogurte batido)

O processo de fermentação ocorre em fermentadeiras ou incubadoras com posterior quebra do coágulo, por ação mecânica. Nessa fase podem-se adicionar polpas de frutas e outros saborizantes. Após o iogurte ser batido ele é envasado e armazenado, sob refrigeração, com posterior comercialização.

FLUID YOGHURT (iogurte líquido)

O processo de fermentação é realizado em tanques; o produto é homogeneizado e transformado na forma líquida antes do preenchimento da embalagem, as quais podem ser embalagens plásticas tipo garrafa ou do tipo cartonadas (longa vida). É conhecido como “iogurte para beber”.

Os iogurtes ainda podem ser classificados de acordo com a composição química e a adição de ingredientes saborizantes (TAMIME; MARSHALL, 1997; TAMIME, 2002a), conforme demonstrado na Tabela 02.

Tabela 02 – Classificação de iogurtes pela composição química e adição de saborizantes

COMPOSIÇÃO QUÍMICA	
• <i>Creme</i>	• matéria gorda mínima de 6%
• <i>Integral</i>	• matéria gorda mínima de 3%
• <i>Parcialmente desnatado</i>	• matéria gorda máxima de 2,9%
• <i>Desnatado</i>	• Matéria gorda máxima de 0,5%
SABORIZANTES	
• <i>Natural</i>	• Sem adição de nada
• <i>Adicionados de frutas</i>	• Com polpa de frutas
• <i>Aromatizados</i>	• Com aromas diversos

4.2.5 Características Nutricionais e de Qualidade de iogurtes

4.2.5.1 Qualidade da matéria-prima e do iogurte

O leite empregado no processamento do iogurte deve ser de boa procedência e qualidade, pois é responsável pelo seu valor nutricional e pela adequação do produto final ao seu padrão de identidade e qualidade estabelecido pela legislação (RODAS et al., 2001).

O controle de qualidade do leite e dos produtos lácteos é de fundamental importância para a garantia da saúde da população. A qualidade pode ser avaliada através de determinações físicas, químicas, microbiológicas, sensoriais e provas de higiene. A composição química do leite e derivados deve ser sempre analisada nos laticínios em razão do controle de qualidade de produtos lácteos fermentados ou não, e dos padrões mínimos exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

4.2.5.2 Composição centesimal e características nutricionais do leite de vaca

O leite é uma emulsão de cor branca, ligeiramente amarelada, de odor suave e sabor adocicado, secretado pelas glândulas mamárias de fêmeas de mamíferos. O leite de vaca, um dos alimentos mais completos, é rico em nutrientes e contém constituintes de importância nutricional para o homem. O leite e seus derivados formam grupo de grande importância como suprimento nutricional em dietas alimentares. A composição centesimal do leite, bem como suas características físicas e sensoriais pode variar de acordo com as condições climáticas; sazonalidade; raça, saúde e alimentação do rebanho; genética e diferenças individuais entre os animais, estágio de lactação, idade e outros fatores (ADOLFSSON; MEYDANI; RUSSEL, 2004).

De acordo com o Ministério da Agricultura, no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, o leite deve apresentar acidez de 15 a 20°Dornic. A composição centesimal média de leite de vaca integral é de 86,9% de umidade; 3,9% de lipídeos; 3,2% de proteínas; 5,1% de carboidratos e 0,9% de cinzas (AMIOT, 1996).

4.2.5.3 Composição centesimal e características nutricionais do iogurte

4.2.5.3.1 *Características nutricionais*

O iogurte possui alto valor nutritivo e é considerado equilibrado e adequado a qualquer dieta, exceto para pessoas que tem alergia ou intolerância a algum componente do mesmo. Durante a fermentação do leite, a proteína, a gordura e a lactose do leite sofrem hidrólise parcial, tornando o produto final facilmente digerível, sendo considerado agente regulador das funções digestivas (TEIXEIRA et al., 2000; RODAS et al., 2001).

O valor nutricional de leites fermentados é superior em relação ao conteúdo de vitaminas do complexo B, quando comparado ao leite in natura. Os

valores de niacina, ácido pantotênico, ácido fólico e vitamina B12 são, geralmente, reportados como superiores nos diferentes tipos de produtos lácteos fermentados (FERREIRA, 1997).

O iogurte constitui uma rica fonte de proteínas, cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos. O consumo deste produto está relacionado à imagem positiva de alimento saudável e nutritivo, associado às suas propriedades sensoriais (TEIXEIRA et al, 2000). Esse consumo também pode ser atribuído à preocupação crescente das pessoas em consumir produtos naturais e os benefícios que o iogurte traz ao organismo, tais como: facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas no organismo humano, facilitar a absorção de cálcio, fósforo e ferro, ser fonte de galactose – importante na síntese de tecidos nervosos e cerebrosídeos em crianças, bem como ser uma forma indireta de se consumir leite (FERREIRA et al, 2001).

Além das propriedades nutricionais, estudos indicam o uso terapêutico do iogurte na prevenção e tratamento de diarreia, redução do colesterol e problemas gastrintestinais (ADOLFSSON; MEYDANI; RUSSEL, 2004).

Produtos lácteos fermentados e leite com baixo teor de lactose têm sido recomendados para pessoas com intolerância à lactose. Entre os produtos fermentados, o iogurte é o que apresenta melhor tolerância. (SHAH; FEDORAK; JELEN, 1992; SWAGERTY; WALLING; KLEIN, 2002).

O iogurte carrega aminoácidos essenciais provenientes da proteína caseína e das presentes no soro. Sendo assim, o consumo diário de 200-250 gramas de iogurte cumpre uma parte importante da ingestão diária recomendada de aminoácidos essenciais (EARLY, 1998).

4.2.5.3.2 Composição físico-química do iogurte

A composição físico-química do iogurte está diretamente relacionada com a composição do leite utilizado como matéria-prima na sua fabricação. Sendo assim, dependendo do leite utilizado, a composição do iogurte pode variar.

As condições de produção do iogurte, como temperatura e tempo de tratamento térmico do leite e fermentação; as alterações do leite sofridas com a

fermentação e o tipo de microrganismo utilizado nesta etapa, também podem influenciar a composição química do iogurte (ADOLFSSON; MEYDANI; RUSSEL, 2004).

Segundo Brandão (1995), os componentes normalmente presentes no iogurte são: lipídeos: 1,5%; lactose: 3 – 4,5%; estabilizantes: 0,3 – 0,5% e sólidos totais: 12 – 16%.

4.2.5.3.2.1 Acidez

Uma das características organolépticas mais apreciadas no iogurte é seu sabor suavemente ácido. Essa acidez é influenciada por vários fatores, como o metabolismo da cultura microbiana utilizada na fermentação, bem como as condições que esta foi realizada, e o tipo de leite utilizado (desnatado, integral, reconstituído, em natureza). A acidez desenvolvida durante a fermentação é resultante da transformação de lactose em ácido láctico. Este, dependendo da quantidade produzida, pode afetar a formação do coágulo, o aroma e o número de microorganismos presentes no produto final (RASIC; KURMANN, 1978; TAMINE; ROBINSON, 1985).

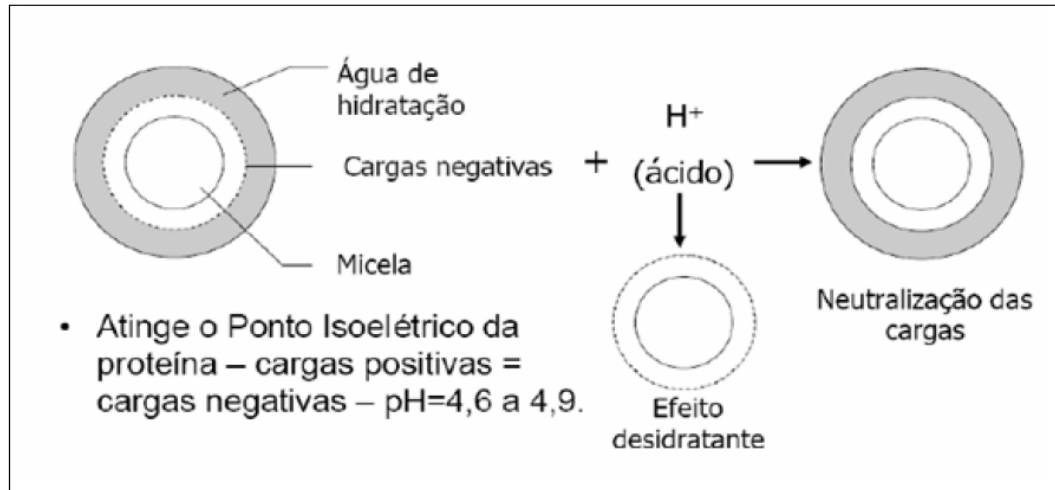
A acidez é determinante para a estrutura do coágulo. Quando não se atinge níveis desejados de acidez, na fermentação, obtém-se um coágulo fraco afetando a consistência do produto. Por outro lado, iogurtes com alta acidez raramente agradam aos consumidores (KROGER, 1976).

Segundo a Resolução N° 5, de 13 de novembro de 2000, a quantidade de ácido láctico no iogurte deve estar entre 0,6 e 1,5g de ácido láctico/100g de produto (BRASIL, 2000). Porém, é visto que a concentração de ácido láctico no iogurte, ao final da fermentação atinge, geralmente, a faixa entre 0,8 e 1,2% de ácido láctico (RASIC; KURMANN, 1978; TAMINE; ROBINSON, 1985).

4.2.6 Alterações Ocorridas nas Proteínas do Leite Durante o Processo de Produção de Iogurte

O leite contém gorduras emulsionadas em uma solução aquosa de diversos componentes de baixo peso molecular. Esta emulsão é estabilizada pela presença de proteínas na solução aquosa. Apesar do considerável teor de gorduras no leite, até mesmo maior que o teor de proteínas, é especialmente pela qualidade dessas proteínas que o leite é consumido. As principais proteínas do leite é a caseína, a lactoglobulina e a lactalbumina, todas elas formadas por várias frações protéicas. Cerca de 80-90% de toda a caseína do leite estão na forma de partículas coloidais aproximadamente esféricas denominadas micelas. A estabilidade da caseína é baseada na repulsão eletrostática e o impedimento estérico ocorre através do excesso de aminoácidos ácido, devido ao excesso de cargas negativas e devido a água de hidratação, que é um impedimento para a aproximação das micelas de caseína.

O sistema protéico de caseína pode ser desestabilizado pelos seguintes fatores: 1) coagulação enzimática: processo resultante da utilização de enzimas; 2) coagulação ácida: desestabilização das micelas devido à acidificação do meio. No leite, em seu pH normal (6,5 a 6,7), a micela de caseína está na forma de ânion, ou seja, carregada negativamente. Estes ânions se repelem eletrostaticamente (pois cargas elétricas idênticas se repelem), mantendo as micelas em solução coloidal estável. Com a diminuição do pH, através da adição de cargas positivas (H^+), ocorre a ionização dos grupos aminos (NH_2), para aminas ácidas (NH_3^+). Com isso o número de cargas positivas torna-se igual ao número de cargas negativas, ocorrendo equilíbrio entre as cargas (onde o número de grupos NH_3^+ e $COOH^-$ das cadeias laterais é igual e a carga total é zero). Nessa situação, as proteínas se aglomeram através da anulação das cargas positivas de uma molécula com as cargas negativas em uma outra. A coagulação ocorre, então, pelo aumento do peso molecular (AMIOT, 1996). O pH no qual isso ocorre é chamado de ponto isoelétrico da proteína, correspondendo a um valor entre 4,6 e 4,9. A coagulação ácida pode ser esquematizada conforme a Figura 07.



Fonte: ww.acd.ufrj.br/consumo/disciplinas/t_qb_kit_ponto_isoeletrico_e_coagulacao_de_proteinas.pdf

Figura 07 – esquematização da coagulação ácida

4.2.7 Características Físicas e Sensoriais do Iogurte

As propriedades físicas do iogurte, como consistência/viscosidade do coágulo, são de grande importância, pois quanto maior o conteúdo em sólidos da mistura destinada à elaboração do iogurte, maior a consistência e viscosidade do produto final. A prática utilizada, nas indústrias, é a adição de leite em pó (integral, semi-desnatado ou desnatado), com o objetivo de alcançar a concentração de sólidos, necessária para a melhor consistência do iogurte (TAMIME; ROBINSON,1991).

O tratamento térmico do leite promove agregação das moléculas proporcionando géis mais firmes e diminuindo o grau de acidificação necessário para provocar a associação da matriz protéica do iogurte. A adsorção das proteínas do soro às micelas de caseína, mediada pelo aquecimento do leite, é fundamental nas propriedades físicas e químicas das micelas e conseqüentemente influencia na textura do iogurte (ANTUNES, 2004).

4.2.8 Processo Geral de Fabricação do Iogurte Batido

4.2.8.1 Matéria-prima

O leite utilizado para fabricação de iogurte deve apresentar boa qualidade, ser higienicamente produzido e manipulado, de composição físico-química normal, isento de antibióticos e preservativos e não deve ser utilizado congelado, a fim de evitar defeitos na textura do produto. No caso de utilizar açúcar, este deve ser adicionado ao leite antes do aquecimento, normalmente de 8 a 12%. (DEETH; TAMIME, 1981; TAMIME; ROBINSON, 1991; LOBATO, 2000).

4.2.8.2 Tratamento térmico da matéria-prima

O tratamento térmico tem como objetivo destruir os microrganismos patogênicos e outros que possam competir com as culturas do iogurte, além de promover a desnaturação das proteínas do soro, as quais reduzem a contração do coágulo da caseína do iogurte diminuindo conseqüentemente, a sinérese. O tratamento térmico estimula o início do crescimento da cultura láctica por redução do conteúdo de oxigênio do leite, além disso, influi no aumento da viscosidade do iogurte e na obtenção de uma boa textura (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

No aquecimento, devem ser rigorosamente observados a temperatura e o tempo de exposição do leite. As condições recomendadas são: 95°C por um minuto e meio; 90°C por três minutos e meio; 85 °C por oito minutos e meio ou 80°C por 30 minutos. O aquecimento mais indicado é por meio de banho-maria ou tanques de parede dupla (encamisados) (LOBATO, 2000; DEETH; TAMIME, 1981; BRANDÃO, 1985; TAMIME; ROBINSON, 1991).

4.2.8.3 Diminuição da temperatura

Após aquecimento do leite, deve-se resfriá-lo à temperatura de 42 – 43 °C. Isso pode ser feito pela substituição da água quente do banho-maria por água fria. Para não haver contaminação nessa fase, o recipiente do leite deve estar sempre fechado, sendo controlado por termopares (LOBATO, 2000; DEETH; TAMIME, 1981; BRANDÃO, 1985; TAMIME; ROBINSON,1991).

4.2.8.4 Inoculação da “cultura starter”

Após o leite ser resfriado (42 – 43 °C), adiciona-se de 1 a 2% de fermento láctico preparado previamente, para ativação das culturas. Após a adição de culturas no leite, o conjunto deve ser homogeneizado por cerca de 2 minutos e na sequência deve permanecer em completo repouso por aproximadamente quatro horas, a uma temperatura de 41 a 45°C. Ao final da fermentação, o coágulo deve apresentar pH entre 4,5 e 4,7 e uma concentração de ácido láctico de 0,9%; o gel deve ser liso, brilhante, sem desprendimento de soro ou gases (LOBATO, 2000; DEETH; TAMIME,1981; BRANDÃO, 1985; TAMIME; ROBINSON,1991).

4.2.8.5 Resfriamento

O resfriamento é uma etapa crítica na produção de iogurte e é realizado logo após o produto ter atingido o grau de acidez desejado na fermentação. Como a elaboração do iogurte é um processo biológico, torna-se necessário o uso da refrigeração para reduzir a atividade metabólica da cultura, controlando, deste modo, a acidez do iogurte. É recomendado que se faça em duas etapas, para evitar o choque térmico que provoca encolhimento da massa e danos ao coágulo, pois o resfriamento muito rápido pode provocar a separação de soro no iogurte (TAMIME; DEETH, 1980).

A primeira etapa consiste em abaixar a temperatura a 18 – 20°C em, no máximo, 30 minutos, o que pode ser feito com água à temperatura ambiente. No caso do iogurte batido, pode-se fazer, nessa temperatura, a adição de ingredientes tais como: frutas, corantes, cereais, mel, etc., que devem ser homogeneizados na massa (TAMIME; DEETH, 1980).

Na segunda etapa, a redução da temperatura da massa deve atingir a temperatura de 10°C. O aparecimento do sabor característico do iogurte ocorre durante as 12 horas posteriores ao resfriamento, proporcionando as características finais de um bom iogurte (TAMIME; DEETH, 1980).

O próximo passo é a quebra da coalhada com agitação, visando obter uma massa de textura homogênea. Segundo Rasic e Kurman (1978), a agitação deve ocorrer preferivelmente em temperaturas menores que 40°C para se obter coágulos consistentes durante o armazenamento. A agitação feita, em altas temperaturas (exemplo: logo após o término da fermentação), resulta no aparecimento de partículas do coágulo e separação do soro devido à destruição irreversível da estrutura gel.

4.2.8.6 Envase e armazenamento

No caso do iogurte batido, a fermentação é feita em um tanque com posterior embalagem, no qual é envasado depois de resfriado e mantido sob refrigeração por um período superior a 24 horas antes de ser comercializado. A embalagem deve seguir alguns critérios como: ser impermeável aos sabores, corantes, odores do ambiente, oxigênio e contaminações externas; resistir à acidez do iogurte, à umidade, golpes mecânicos a que o produto é sujeito durante o transporte e armazenamento e não permitir exposição do produto à luz. Uma boa opção, para produção em pequena escala, é a embalagem de polietileno termoformada que apresenta também facilidade para o fechamento térmico (LOBATO, 2000; DEETH; TAMIME, 1981; BRANDÃO, 1985; TAMIME; ROBINSON, 1991).

A temperatura de armazenamento deve ser de 2 a 5°C para conservar e melhorar a consistência do iogurte, que deve ser consumido à temperatura de 10 a 12°C, na qual o sabor torna-se mais apreciável.

4.2.9 Estudo do Mercado de Laticínios

No início do século XX, o consumo de iogurte era bastante limitado, restringindo-se apenas a certos grupos étnicos. Em meados da década de 1960 a adição de frutas ao produto, com o objetivo de atenuar o seu sabor ácido, buscava melhorar a aceitação popular e, ao mesmo tempo, uma maior divulgação era dada às suas qualidades nutritivas e terapêuticas, levando a um considerável incremento no seu consumo (MOREIRA et al, 1999).

O aumento do consumo de iogurte no Brasil começou em 1970 e continuou com uma taxa excepcional de crescimento devido aos mais variados produtos disponíveis comercialmente, tais como iogurte congelado, o líquido e em forma de bebidas (BRANDÃO, 1987).

Atualmente, no Brasil, a indústria de laticínios é bastante expressiva, apresentando elevado nível de desenvolvimento tecnológico, o que pode ser demonstrado pela grande variedade de produtos existentes no mercado. Um notável aumento da produção de leite e derivados lácteos vem ocorrendo como resultado da crescente demanda por produtos de maior praticidade, sobretudo em grandes cidades (OLIVEIRA, 2003).

O iogurte é um derivado do leite que apresenta uma das melhores margens de rentabilidade para o fabricante de produtos lácteos, devido ao fato de não passar por nenhum processo de concentração, ou seja, começa com um volume de matéria-prima e termina com o mesmo volume ou até um pouco mais, já que alguns ingredientes como polpas de frutas são acrescentadas. Seu mercado, em suas diversas categorias, vem demonstrando grande potencial de crescimento nos últimos anos (SANTOS, 1998).

O iogurte é um produto bastante consumido pela população brasileira, especialmente pela faixa etária infantil (LACAZ-RUIZ, 2001). A produção de iogurte e de outros tipos de leites fermentados constitui um mercado que cresce a

taxas substancialmente elevadas mundialmente, com destaque para o mercado brasileiro que assiste a uma explosão de consumo, notadamente após o advento do plano real. O aumento do consumo traz duas conseqüências: em um primeiro momento, aumenta-se o consumo dos produtos existentes, como iogurtes tradicionais, iogurtes com frutas e iogurtes líquidos; na seqüência, o mercado tende a segmentar-se no sentido de manter a curva de consumo ascendente, e os consumidores desejam cada vez mais produtos diversificados (OLIVEIRA, 1997).

Em 1980, iogurtes passaram a ser alvo de críticas por parte de nutricionistas e profissionais da saúde devido a seu alto teor em gordura, em particular saturada. Diante dessa situação, as empresas empreenderam paralelamente estratégias para recuperação do mercado. Para isso, foram lançadas coletivamente campanhas publicitárias e informativas, visando lembrar aos consumidores os aspectos positivos dos produtos lácteos, em particular seu alto teor em cálcio e vitaminas e, portanto, seu papel no crescimento das crianças. Também, as empresas passaram a oferecer leites e iogurtes parcial ou completamente desnatados a consumidores crescentemente preocupados com a sua saúde (HEASMAN; MELLENTIN, 2001).

Desde a década de 1990, empresas laticinistas vêm reforçando seu posicionamento no mercado alimentício, no nicho “saudável”. As pesquisas científicas, juntamente com as aplicações tecnológicas permitiram o lançamento de novos produtos que reconquistaram lugar de destaque na dieta cotidiana dos consumidores, graças ao acréscimo de ingredientes que alegam benefícios específicos à saúde (RAUD, 2008), exemplo disso são os iogurtes que se destacam no setor de alimentos que trazem benefícios à saúde.

Segundo Heasman e Mellentin (2001), os consumidores se depararam nas gôndolas de supermercados, com novos produtos alimentares que garantem contribuir para uma vida mais saudável. O setor de laticínios supõe-se revelador das tendências que estão levando à globalização da alimentação e da saúde, devido a uma revitalização do mercado dos produtos lácteos através do desenvolvimento de novos produtos com apelo “saúde”, destacando-se os iogurtes.

Segundo Padilla (2006), o desenvolvimento de produtos tidos como saudáveis impulsionou o setor lácteo, pois o uso do apelo promoção de saúde, em alimentos, representa uma fonte de diferenciação e de rentabilidade no setor de laticínios, sendo uma alternativa de mercado deste setor. Na França, a taxa de valor

agregado dos laticínios saúde é de 20%, contra 13% de produtos com leite simplesmente transformado.

Em particular, as grandes multinacionais do setor de laticínios, consideram o mercado brasileiro com um forte potencial. Porém, de fato, o consumo per capita de iogurtes no Brasil é de apenas 5 quilos por ano, enquanto que na Argentina é o dobro, na Espanha é de 25 quilos e, na França, de 35. No período de janeiro a maio de 2007, a categoria de produtos lácteos frescos movimentou 1,45 bilhões de reais, o que significa um aumento de 10% em relação a igual período em 2006. Os iogurtes tidos como funcionais movimentaram cerca de 159 milhões de reais no mesmo período, o que significa um crescimento de 6% em relação ao mesmo período de 2006. O maior consumo de iogurte, entretanto, ocorre em países ao redor do Mediterrâneo, na Ásia e na Europa Central. Na Bulgária o consumo per capita está em torno de 31 kg/habitante/ano e, na Irlanda, em torno de 18 kg/habitante/ano. No Brasil, a popularidade do iogurte aumentou muito com a introdução de iogurtes com sabores de frutas, sendo o sabor morango o mais popular de todos, perfazendo mais de 50% da produção de todos os iogurtes com sabor, porém outros sabores também são comercializados (RAUD, 2008).

No de 2005, das 24 categorias de alimentos mais vendidos no Brasil, 75% estão ligados à saúde. Isso pode ser constatado através de uma pesquisa, realizada pela "Health Focus", em mais de 30 países. Neste estudo, verificou-se que no Brasil, 44% dos consumidores das classes A e B escolhem alimentos com base na relação que eles têm com a saúde, o que representa um dos maiores índices da América Latina (OLIVEIRA; FERNANDES, 2004). De maneira geral, a indústria alimentícia brasileira teve um aumento significativo de faturamento nos últimos anos, pois faturou cerca de 112,0 bilhões de reais em 2001, já em 2005 o faturamento foi de 184,6 bilhões de reais. Dentre os principais setores, em valor faturado, o setor de laticínios ficou em 4º lugar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO, 2007).

4.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Muitos consumidores, na escolha de seus alimentos, estão optando por alimentos alternativos com a propriedade de prevenir doenças. Sendo assim, uma nova categoria de produtos, impulsionada pelos profissionais de medicina e nutrição, está surgindo no mercado, em resposta a essa demanda (PINAZZA, 1999). Cerca de 85% dos consumidores acreditam que a dieta pode reduzir o risco de certas patologias e 60% desses consumidores buscam produtos que possam ajudar no controle ou na redução do risco de uma doença específica (CASTRO, 2003). Essa nova linha de produtos alimentícios é uma tendência para a indústria de alimentos no novo milênio, com forte crescimento de marcas baseado em funcionalidade dos alimentos (XU, 2001).

Os alimentos deixaram de ser apenas fonte de nutrição ao organismo humano. Recentemente, vem-se exigindo ainda mais dos alimentos que, além de não fazer mal à saúde, devem ainda desempenhar funções terapêuticas. Esse novo entendimento de “alimento” confronta com a idéia negativa, proposta por muitos anos, da alimentação em relação à dieta e à saúde. Os ingredientes funcionais estão agora sendo usados como atributos positivos para criar novos mercados (HEASMAN; MELLENTIN, 2001).

No Brasil, já são vários os alimentos funcionais presentes no mercado como os iogurtes com probióticos que melhoram a saúde intestinal, os leites enriquecidos com ferro, margarinas enriquecidas com ômega-3, águas que contêm alta concentração de vitaminas C e do complexo B, entre outros. (PADILLA et al., 2006).

De modo geral, o conceito de Alimentos Funcionais é amplo e, geralmente, defende a suposição de que a dieta pode controlar e modular as variadas funções orgânicas, contribuindo para a manutenção da saúde e reduzindo o risco de morbidades. Verificam-se, na literatura, critérios estabelecidos para caracterização de alimento funcional, tais como: o de exercer ação metabólica, ou fisiológica que contribua para a saúde física e diminuição de morbidades crônicas; o de integrar a alimentação usual; dos efeitos positivos que devem ser obtidos em quantidades não tóxicas, perdurando mesmo após a suspensão de sua ingestão.

Relata-se, ainda, que, de maneira nenhuma, os alimentos funcionais são destinados ao tratamento ou cura das doenças.

Segundo a portaria N°398 de 30 de abril de 1999, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde:

Alimento funcional é todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica.

Ainda, baseando-se na portaria n°398 de 30 de abril de 1999, tem-se que:

- O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzirem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.
- As alegações podem fazer referências à manutenção geral da saúde, ao papel fisiológico dos nutrientes e não nutrientes e a redução de risco de doenças, não sendo permitidas alegações de saúde que façam referência à cura ou prevenção de doenças.

As propriedades, relacionadas à saúde, dos alimentos funcionais, podem ser provenientes de constituintes normais desses, como no caso das fibras presentes em frutas, verduras, legumes e cereais integrais, ou através da adição de ingredientes que modifiquem suas propriedades originais, exemplificadas por vários produtos industrializados que tenham ação comprovada (STELLA, 2007). Dentre os principais alimentos funcionais industrializados, destacam-se aqueles cuja funcionalidade está associada à presença de fibras alimentares (PADILHA, 2004).

4.3.1 Histórico

De acordo com Heasman e Mellentin (2001), a “idéia” de alimentos funcionais, surgiu de trabalhos realizados, pelo médico Minora Shirota. O médico

trabalhava com a bactéria *Lactobacillus casei* para a regulação do trânsito intestinal, descobrindo os benefícios da mesma na década de 1930. Sendo assim, em 1955, Minora Shirota fundou a Companhia Yakult Honsha, a qual produzia leite fermentado, denominado Yakult®, e comercializava-o em frascos de 65mL. Atualmente, 26 milhões de garrafinhas de Yakult são bebidas diariamente no mundo todo. Entretanto, a revolução nutricional começou mesmo na década de 1980. Em outubro de 1984, a Cia. Kellogg lançou sua campanha publicitária do cereal matinal All-Bran®, baseada em alegações de saúde (*health claims*): uma dieta rica em fibra e pobre em gordura reduziria o risco de desenvolver certas formas de câncer. Desde então, a maioria das multinacionais do ramo alimentar, como a Danone, a Nestlé, a Unilever etc., passaram a lançar seus produtos funcionais.

4.3.2 Situação Mercadológica de Alimentos Funcionais

Para as indústrias alimentares, a chave do sucesso no mercado dos alimentos funcionais reside na inovação, o que constitui uma poderosa barreira à entrada de novas empresas. Para atender às demandas específicas em termo de saúde, as indústrias devem cada vez mais se especializar e segmentar seus produtos, o que lhes obriga a realizar investimentos pesados na área da pesquisa e desenvolvimento. Por sua vez, a indústria alimentar conhece bem o consumidor, o marketing de massa e sabe como manter uma dimensão de prazer nos alimentos funcionais (EL-DAHR, 2003).

O ramo de ingredientes funcionais no mercado alimentício, de fato, revela-se dinâmico, uma vez que o setor apresentou um crescimento mundial de mais de 50%, entre 2002 e 2005 (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2007).

Os iogurtes funcionais, entre janeiro e maio de 2007, movimentaram 159 milhões de reais, o que significa um crescimento de 6% em relação ao mesmo período de 2006.

Segundo (COSTA, 2007), pressupõe-se que o mercado de alimentos funcionais movimente cerca de 50 bilhões de dólares no mundo e apresente um ritmo de crescimento de cerca de 10% ao ano, índice três vezes maior que o de

produtos alimentícios convencionais: A previsão é que, em dez anos, os funcionais detenham 40% do mercado de alimentos.

Dentre as principais regiões e/ou blocos econômicos do mundo, o NAFTA (Área de Livre-Comércio da América do Norte, composta por Estados Unidos, Canadá e México) representa 72% do mercado mundial de alimentos funcionais, contra 12% da União Européia (os países nórdicos estão mais avançados em termos de pesquisa e consumo de alimentos funcionais; os países do sul demonstram certa resistência frente a esses novos alimentos) e 14% do Japão (KITOUS, 2003).

Em relação às empresas líderes no setor de alimentos funcionais tem-se o grupo francês Danone, com o iogurte “Activia”® e o grupo sueco Nestlé com o iogurte “Nesvita”®. O primeiro grupo é o líder mundial de produtos lácteos frescos, sendo, juntamente com a empresa PepsiCo., uma das principais empresas de alimentos funcionais no mundo. Apenas quatro produtos de laticínios funcionais representam à metade do total das vendas de laticínios da empresa e 29% das vendas totais (NEW NUTRITION BUSINESS, 2007), sendo que, o iogurte Activia é o líder de vendas (faturamento de 1,3 bilhões de euros, em 2006, ou seja, 9% do total das vendas da Danone), e ainda é o segundo produto mundial da saúde intestinal (depois do Yakult) e o primeiro nos mercados europeu e norte-americano. O Activia chegou a criar um segmento totalmente novo no mercado de iogurte, saúde intestinal, ramo negligenciado pela indústria norte-americana de laticínios (MELLENTIN, 2007).

O Activia foi um dos primeiros produtos funcionais no mercado, tendo a Danone patenteado a bactéria probiótica *Bifidobacterium animalis (lactis)*. No Brasil, o produto foi lançado em 2004, tendo inaugurado a categoria de iogurtes funcionais no país. Desde então, as vendas vêm crescendo, com uma taxa média anual de 50%. O Activia tornou-se o principal produto da companhia no país e já abrange 95% do mercado brasileiro de iogurtes funcionais (ACTIVIA INDIVIDUAL, 2007; PROBIÓTICO DE OURO, 2007).

O principal produto lácteo funcional da Nestlé, lançado em reação ao êxito do Activia, é a linha de iogurtes Nesvita, “único iogurte que combina Actifibras com bacilos probióticos, proporcionando uma ação mais eficaz em intestinos preguiçosos” (ACTIVIA INDIVIDUAL, 2007; PROBIÓTICO DE OURO, 2007). Esse iogurte começou a ser comercializado no Brasil em junho de 2006.

A Nestlé investe anualmente cerca de 1,5 bilhão de dólares (1,6% do faturamento) em pesquisa e desenvolvimento de produtos, cujos sabores podem variar conforme a região onde são vendidos. Essa pesquisa simboliza as ligações crescentes entre as grandes indústrias alimentares e o meio científico, bem como as novas tendências nas ciências da nutrição. Igualmente, a Danone aposta na aproximação com o meio científico e insiste no fato de que suas alegações de saúde estão cientificamente fundamentadas.

O mercado estimado de alimentos funcionais, no mundo, é de cerca de 60 milhões de dólares, trazendo, através de seu apelo de promover a saúde e o bem estar, oportunidades potenciais para a indústria de alimentos nacional. Entretanto, a indústria brasileira de alimentos, quando necessita incorporar em seus produtos ingredientes funcionais, faz através de importação de ingredientes de grandes conglomerados multinacionais, com impacto negativo na competitividade, devido à elevação do preço do produto final ao consumidor (PASTORE, 2005).

Embora o Brasil ainda apresente um mercado incipiente no ramo de alimentos funcionais, a grande variedade de fontes naturais surge como uma vantagem, visto que pode ser explorada para aumentar a capacidade produtiva da indústria nacional e oferecer, ao mercado consumidor, multiplicidade de opções.

4.3.3 Legalidade dos Alimentos Funcionais

De acordo com Heasman e Mellentin (2001), o Estado participou ativamente na construção e na regulação do mercado dos alimentos funcionais, nos Estados Unidos. No caso da União Européia, seria justamente a falta de harmonização regulatória entre os países-membros que constituiria o principal freio à expansão do mercado dos alimentos funcionais (KITOUS, 2003).

De maneira geral, no mundo, as alegações de saúde dos alimentos funcionais são regulamentadas pela *Codex Alimentarius Commission*. As recomendações da Codex, publicadas em 1997, foram elaboradas com a aprovação da União Européia, do Japão e dos Estados Unidos, mas elas incluem explicitamente a existência de regulamentações nacionais específicas, deixando a cada país a livre escolha de sua regulamentação. Trata-se de uma abordagem

indicativa e não imperativa, visando à regulação progressiva das trocas alimentícias por meio de um ajuste lento entre as regulamentações nacionais. A preocupação constante manifestada pela Codex para com as práticas alimentares e as regulamentações nacionais mostra a necessidade de colocar cada alimento na perspectiva da dieta costumeira de uma dada população (GRISOTTI, 2008)

Existe, no seio da Codex, uma oposição entre os Estados Unidos e a União Européia a respeito da maneira de considerar a regulamentação dos alimentos funcionais. Os norte-americanos são favoráveis ao princípio de colocação no mercado com aprovação tácita a priori e publicação de uma lista negativa dos ingredientes proibidos, enquanto os europeus pedem um controle preliminar dos alimentos com alegações de saúde e utilizam uma lista positiva dos ingredientes autorizados. Assim, ao princípio de liberdade do mercado opõe-se no princípio de precaução sanitária e alimentar (GRISOTTI, 2008).

Por sua vez, o Estado brasileiro parece estar acompanhando a tendência européia de precaução. Desde 1999, a Comissão de Assessoramento Técnico-Científico em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos (CTAF) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), analisa os “produtos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde” e publica a lista dos produtos aprovados (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2007). A Resolução n. 19/1999 exige que, para fins de registro de alimentos com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde em sua rotulagem, o interessado apresente, além dos documentos exigidos conforme legislação específica, um relatório técnico-científico contendo várias informações, dentre elas “evidências científicas aplicáveis, conforme o caso, à comprovação da alegação de propriedade funcional e/ou de saúde”. Alguns autores denunciam as deficiências da ANVISA no que tange à regulamentação dos alimentos funcionais, essencialmente diante do caótico processo de reavaliação das alegações aprovadas (GRISOTTI, 2008).

A bactéria *Bifidobacterium animalis*, utilizada no Activia, é a única espécie autorizada pela Anvisa a ostentar a alegação de que auxilia o funcionamento do intestino. Enquanto as demais estão autorizadas apenas a alegar que contribuem para o equilíbrio da flora intestinal (PORFIRIO, 2007).

4.4 FIBRA ALIMENTAR

4.4.1 Breve Histórico e Definições

Com a revolução industrial, produtos alimentícios passaram a serem processados reduzindo bruscamente o consumo de alimentos frescos. Sendo assim a “fração fibra” foi desconsiderada nesse período. Historicamente, o estado nutricional de populações vivendo em países industrialmente desenvolvidos pode claramente ser mostrado pelas tendências desfavoráveis como o excessivo consumo de gorduras, principalmente saturadas, consumo de açúcares e sal e, ainda, diminuição considerável do consumo de amido e fibras dietéticas.

A partir da década de 1950, estudos epidemiológicos passaram a demonstrar a existência de uma forte correlação entre o aumento da incidência de doenças crônicas não transmissíveis com o consumo de alimentos processados e refinados, o que levou a se estabelecer uma relação causal entre o surgimento dessas doenças e a quantidade de fibra alimentar presente na dieta (BURKITT, 1973).

Contudo, após a descoberta de correlações positivas, entre o consumo de fibras e a diminuição de doenças crônicas não transmissíveis, vários estudos científicos voltaram-se ao estudo do papel das fibras na alimentação humana (ANJO, 2004; PIMENTEL, 2005). Desde então, as pesquisas têm revelado inúmeros benefícios das fibras na redução do risco de doenças e na manutenção da saúde, enfatizando a importância do consumo de alimentos que contenham um teor elevado destes componentes (MACIEL, 2006).

Componentes que eram desprezados e considerados inúteis e causadores de esforços para os órgãos digestivos, abaixando a eficiência do aproveitamento de nutrientes, passaram a ser vistos como elementos fundamentais na manutenção da saúde. Em outras palavras, as fibras e os componentes de difícil digestão passaram a ser reconhecidos como substâncias que têm uma relação profunda com a saúde humana. Descobriu-se que as fibras alimentares quase não têm papel de fontes energéticas, mas possuem vários papéis fisiológicos.

Em 1953, o termo fibra foi citado pela primeira vez por Hipsley, definindo-as como “resíduo de células vegetais resistentes à hidrólise pelas enzimas alimentares do homem, sendo composta por celulose, hemicelulose e lignina”. Em 1976, a definição de Hipsley foi complementada, citando também como componentes os polissacarídeos não digeridos pelas enzimas, como as gomas, mucilagens, oligossacarídeos e pectinas (DEVRIES, PROSKY; CH, 1999).

A concepção científica de fibra dietética/alimentar surgiu no início da década de 1970, descartando a concepção de fibra bruta e detergente utilizada até então (ANJO, 2004; PIMENTEL, 2005). A partir daí, a fibra dietética ou fibra alimentar (FA) passou a ser definida de várias maneiras. Desde 1998, a American Association of Cereal Chemists (AACC), buscava atualizar, através de consultas científicas, a definição consensual de fibra alimentar com mesmo entendimento teórico.

Em 2000, a AACC definiu de forma consensual, fibras alimentares como:

A fibra alimentar é a parte remanescente da porção comestível de plantas, ou de carboidratos análogos, que são resistentes a digestão e a absorção no intestino delgado de humanos com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas das plantas. As fibras alimentares promovem, no ser humano, efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação e/ou atenuação do colesterol e da glicose sanguínea.

De acordo com Duxbury (2004), em 2004, o *Codex Committee on Nutrition and Foods for Specialty Uses* sugeriu a definição de FA como:

A fibra alimentar consiste em material comestível não digerível, composto por polímeros de carboidratos com grau de polimerização (GP) não inferior a três ou de polímeros de carboidratos (GP>3) processados (via física, enzimática ou química) ou sintéticos. A fibra alimentar não é digerida nem absorvida no intestino delgado e tem pelo menos uma das seguintes propriedades: aumenta a frequência das evacuações; estimula a modulação colônica; reduz níveis de colesterol; reduz glicemia pós-prandial e/ou níveis de insulina.

No Brasil, a definição de fibra alimentar é regulamentada pela ANVISA. A Resolução -RDC nº 40 de 2001 define FA como:

Qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano determinado segundo os métodos publicados pela AOAC, em sua edição mais atual.

Atualmente não só o termo fibras alimentares, mas também seu mecanismo de ação no organismo humano se tornaram bastante populares, devido ao segmento, no setor alimentício, de alimentos funcionais. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) apresenta a alegação de que as fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve ser associado a uma dieta equilibrada e a hábitos de vida saudáveis.

4.4.2 Fontes de Fibra Alimentar

As fibras alimentares são em geral componentes de origem vegetal, de algas e microrganismos, sendo na maioria açúcares polimerizados, isto é, polissacarídeos. Elas estão incluídas na ampla categoria dos carboidratos não-digeríveis, não amiláceos (MÁRQUEZ, 1999; CARABIN, FLAMM, 1999). A unidade estrutural básica dos polissacarídeos, assim como os oligossacarídeos, são os monossacarídeos, que quando unidos, entre si, por ligações glicosídicas, formam cadeias (polímeros). Quanto maior a cadeia formada, mais alta será a viscosidade (WILDMAN, 2001). Há vários tipos de polissacarídeos na natureza e nos alimentos. São exemplos o amido, o Agar-ágar, o manano, a celulose, a lignina.

Os polissacarídeos ramificados são mais solúveis que os lineares perfeitos. As dissoluções que contêm esse tipo de polissacarídeo são facilmente reidratáveis, a tendência à precipitação é pequena e possui viscosidade menor que a dos lineares (BELITZ; GROSCH, 1997).

4.4.2.1 Parede celular

As fibras alimentares estão presentes em vários vegetais que compõem a alimentação, pois elas derivam das paredes celulares dos mesmos. As fibras presentes nas paredes celulares são pectinas, ligninas, celulosas e hemicelulosas. Sua composição, forma e tamanho dependem da função da célula dentro do tecido da planta. Elas são estruturas complexas, constituídas de multicomponentes, formando uma rede de polissacarídeos unidos por ligações intermoleculares.

4.4.2.1.1 Pectinas

Substância coloidal constituída, de cadeias de ácidos D-galacturônicos unidos por ligações glicosídicas α 1,4, parcialmente esterificados com grupos metoxila. Nas substâncias pécticas, os resíduos de ácidos galacturônicos são carregados negativamente e, devido a estas cargas, estes polímeros são altamente hidratáveis e ácidos, podendo ligar-se ionicamente a íons bivalentes. Esse fato é importante na geleificação (formando géis sólidos, viscoelásticos), na melhora da absorção de água, no efeito espessante, na fixação de partículas que estabilizam emulsões e espumas, entre outros. As pectinas são os principais componentes da lamela média e um dos principais polímeros da parede celular vegetal (BRETT; WALDRON, 1996; MCDUGALL et al, 1996).

As pectinas, ou substâncias pécticas, dão firmeza às plantas por promoverem aderência entre as paredes celulares (PIMENTEL, 2005). Os polissacarídeos pécticos são ricos em ácido galacturônico, raminose, arabinose e galactose, e os resíduos de ácidos galacturônicos são carregados negativamente. Devido a estas cargas estes polímeros são altamente hidratáveis e ácidos, podendo se ligar ionicamente a cátions bivalentes (McDOUGALL et al., 1996).

4.4.2.1.2 Lignina

A lignina é um polímero fenólico, composto de resíduos de fenilpropano, distribuídos ao acaso, formando uma estrutura tridimensional extremamente insolúvel. É resultante da polimerização de três álcoois: álcool trans-p-cumaril, álcool-coniferil e álcool-trans-sinapil. Confere elevada resistência à parede (sendo possivelmente a substância mais resistente encontrada na natureza) devido às inúmeras ligações cruzadas com a celulose dentro da parede celular (DA-SILVA et. al., 1997; THEANDER; WESTERLUND; AMAN, 1993; PIMENTEL, 2005). A quantidade de polimerização é dependente da atividade dos precursores e dos espaços vazios na parede celular, pois estas moléculas tendem a ocupá-los, deixando na estrutura final a incapacidade de ocorrer extensão plástica, promovendo rigidez à parede. A lignina também é uma efetiva barreira contra a penetração de patógenos, tal que as células totalmente lignificadas morrem sem serem infectadas (BRETT; WALDRON, 1996).

4.4.2.1.3 Celulose

A celulose é o polímero mais abundante na natureza e polissacarídeo estrutural mais importante das plantas. É quimicamente muito simples, sendo formada por mais de 10.000 unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas $\beta 1 \rightarrow 4$. Como não é ramificada e a sua configuração é essencialmente linear, associa-se consigo mesma, formando pontes de hidrogênio e, como resultado, tem baixa solubilidade em água. Pode ser utilizada para aumentar o volume em alimentos, devido a sua capacidade de absorção de água e retenção de líquidos (SOARES, 2000).

É um homopolissacarídeo neutro, formado por cadeias retilíneas de anidro D-glicose, unidas entre si por ligações glicosídicas $\beta 1 \rightarrow 4$. Constitui a estrutura microfibrilar das paredes celulares: primária e secundária. Devido à ausência de substitutos nas longas cadeias de glicose, ocorre a associação intermolecular através do grande número de ligações de hidrogênio. Sendo assim,

na parede primária, tem-se um grau de polimerização de 2000 a 6000, e na parede secundária, mais de 10000. De acordo com a disposição espacial das cadeias lineares de celulose, há formação de pontes de hidrogênio entre grupamentos hidroxilas intra e intercadeias, o que resulta na cristalinidade da celulose. Estas regiões cristalinas, nas quais as cadeias estão ordenadas paralelamente, são separadas por regiões menos ordenadas, conhecidas como amorfas (NING; VILLOTA; ARTZ, 1991; THEANDER; WESTERLUND; AMAN, 1993). Portanto, o grande número de ligações de hidrogênio, resulta em uma cadeia rígida e forte, sem sítios de ligações disponíveis, produzindo áreas de cristalinidade, as quais contribuem para sua insolubilidade e pouca reatividade.

A celulose nativa difere em cristalinidade quanto à localização da parede celular, sendo que, a camada secundária contém celulose altamente cristalina enquanto a camada primária contém principalmente celulose amorfa (DA-SILVA et al., 1997; THEANDER et al., 1993; WALDRON et al., 2003).

A celulose é insolúvel em água e parcialmente hidrolisada por enzimas (celulase); em meio ácido é parcialmente hidrolisada nas regiões amorfas formando microcristais. Ela é o principal componente de sustentação as estruturas vegetais (DA-SILVA et al., 1997; THEANDER et al., 1993; WALDRON et al., 2003).

4.4.2.1.4 Hemicelulose

A hemicelulose corresponde a um grupo heterogêneo de polissacarídeos ramificados, formados por vários resíduos de açúcares como a D-xilose, D – manose, D – arabinose e D – galactose, dentre outros. Estes açúcares estão ligados entre si por ligações glicosídicas $\beta 1 \rightarrow 4$, formando uma estrutura principal composta por um tipo específico de resíduos, a partir da qual surgem ramificações laterais de cadeias curtas de outros açúcares. São classificados de acordo com o açúcar predominante na cadeia principal e na ramificação lateral: xilanos (principal componente), galactomananos, arabinoxilans, galactosanas, ramnogalactosanas, etc. A hemicelulose se liga firmemente à superfície das microfibrilas de celulosas e entre si, cobrindo-as e mantendo ligações cruzadas, em uma rede complexa, através de ligações de hidrogênio, sendo facilmente

solubilizada em álcali diluído após a eliminação da lignina. As hemiceluloses estão presentes em todas as camadas da parede celular, mas concentram-se principalmente nas camadas primária e secundária de monocotilédones e dicotiledones, onde estão intimamente associadas à celulose e lignina (DA-SILVA, 1997; WALDRON, 2003) A maioria das gomas e mucilagens também pertence ao grupo das hemiceluloses (WILDMAN, 2001)

A parede celular também é formada por três camadas denominadas lamela média, parede celular primária e parede celular secundária. A lamela média, composta por substâncias pécticas, atua como substância intercelular, pois mantém unidas as paredes primárias (DA-SILVA et al., 1997).

A primeira parede a ser formada pela célula é a parede celular primária. É a camada mais externa da parede celular depositada durante o crescimento da célula. Na sua composição entram celulose, hemiceluloses, pectinas e proteínas, sendo, porém, composta principalmente por pectinas e xiloglucanos. Esta camada é depositada sobre cada lado da lamela média pelas células adjacentes, recobrando a membrana plasmática em plantas dicotiledôneas. As substâncias pécticas da lamela média têm, relativamente, uma menor proporção de oligossacarídeos na cadeia principal e ramificações tão extensas como a pectina da parede celular primária (THAKUR et al., 1997; WALDRON et al., 2003).

A parede celular secundária é a camada mais interna da parede celular depositada, em alguns tipos de células, sob a parede primária após ter cessado o alongamento celular. Na sua composição entram celulose (50-80%), hemiceluloses (5-30%) e lignina (15-35%). Ela é considerada suplementar e caracterizada pela fração mais lignificada, sendo encontrada em maior quantidade nos cereais. A parede celular é formada ainda por uma fase cristalina que apresenta uma conformação química relativamente homogênea, composta por microfibrilas, sendo estas, em sua maioria, compostas por moléculas de celulose, alinhadas paralelamente ao eixo da cadeia. A outra fase que compõe a parede celular é a fase amorfa. Esta apresenta uma composição química bastante complexa, sendo constituída por uma variedade de polissacarídeos, proteínas e compostos fenólicos (HEREDIA et al., 1995).

A parede celular desempenha várias funções como conferir rigidez, tamanho e forma às células; controlar a expansão celular; dar proteção contra

ataque de insetos e agentes patogênicos; controlar o transporte intercelular e armazenar reservas alimentares (BRETT; WALDRON, 1996).

Faz-se uma generalização sobre os tipos de polímeros encontrados em cereais (monocotiledôneas) e vegetais comestíveis (dicotiledôneas). Pectinas são encontradas em menores quantidades nos cereais, onde as β -glicanas são mais importantes. As hemiceluloses estão ligadas às microfibrilas de celulose formando estruturas resistentes que protegem a membrana plasmática e o protoplasma da célula. As ligninas estão situadas na camada secundária proporcionando maior resistência aos ataques de agentes químicos e de microrganismos (DA-SILVA, et al., 1997).

A Figura 08 apresenta uma esquematização dos constituintes da parede celulósica de célula vegetal.

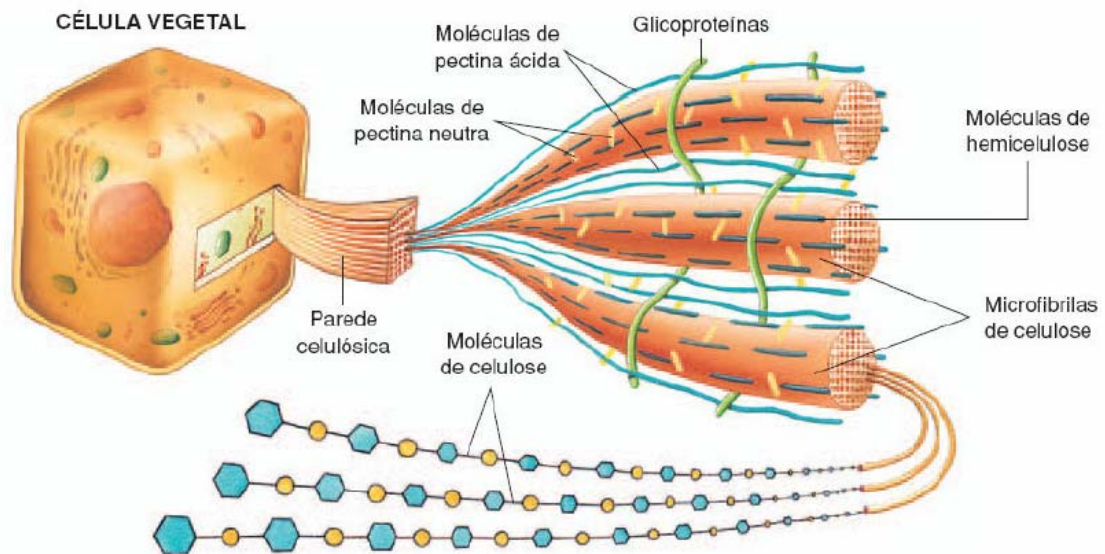


Figura 08 – Representação esquemática da estrutura molecular da parede celulósica.
Fonte: Alberts e Cols, 1994.

A técnica de microscopia eletrônica de varredura permite a visualização da parede celular em substratos alimentares, permitindo o entendimento e caracterização de estruturas alimentícias.

4.4.3 Diferenciação e Efeito Fisiológico das Fibras Alimentares

As fibras alimentares desempenham diversos efeitos fisiológicos importantes para a saúde do ser humano. Porém o tipo de efeito fisiológico proporcionado por uma determinada fibra está diretamente relacionado, principalmente, a sua capacidade de solubilização em soluções enzimáticas aquosas de pH controlado (semelhante às condições do sistema alimentar humano). Portanto, nem todas as fibras atuam da mesma forma. Sendo assim, é necessário agrupar os tipos de fibras em dois grupos: fibra alimentar solúvel e fibra alimentar insolúvel; embora se saiba que, a maioria das fibras não é totalmente solúvel ou insolúvel, mas, de maneira geral, a proporção de solubilidade auxilia no entendimento das propriedades fisiológicas.

A distinção entre esses dois tipos de fibras é baseada na solubilidade das mesmas em soluções enzimáticas de pH controlado.

Segundo Coppini (2001), as fibras são diferenciadas em relação à solubilidade, viscosidade, geleificação (potencial de retenção de água), e à capacidade de incorporar substâncias moleculares ou minerais.

Em geral, as fibras insolúveis estão associadas a funções que auxiliam a eliminação de excrementos intestinais. Elas aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, contribuindo para a diminuição do risco de doenças do trato digestório. Como exemplos destas fibras têm-se as celuloses, lignina e a maioria das hemiceluloses (PIMENTEL, 2005).

As fibras solúveis retardam o esvaziamento gástrico, absorvem a glicose e reduzem o colesterol no soro sanguíneo. Não são hidrolisáveis no intestino delgado e somente ao chegar ao intestino grosso são extensamente fermentadas pela microbiota natural, promovendo efeito laxante (PAULA, 2005).

São exemplos destas as pectinas, gomas e mucilagens. Estas substâncias são usadas como espessantes, emulsificantes e conservantes em alimentos, assim como para a formação de géis (PIMENTEL, 2005).

Os benefícios fisiológicos da fibra estão relacionados às suas propriedades físico-químicas (ROBERTSON et al., 2000). A propriedade mais apreciada é a capacidade de retenção de água. Do ponto de vista fisiológico, maiores valores de retenção de água propiciam maior volume e umidade do bolo

fecal, aumentando a sensação de saciedade e regulando o trânsito intestinal. Do ponto de vista tecnológico, possibilita que os produtos enriquecidos com fibra mantenham suas características de textura durante maior tempo (SAURA-CALIXTO, 1993).

Parte da resposta fisiológica benéfica é devida a maior mastigação exigida pelas fibras e, portanto, o bolo alimentar tem maior quantidade de saliva. Em geral, a determinação da fibra alimentar é realizada por método gravimétrico, que requer um tratamento prévio da amostra, através de combinações de enzimas e soluções tampões, em diferentes níveis de pH e temperaturas, para completa remoção do amido e parcial remoção da proteína (GUERRA et al., 2004). Essa técnica permite quantificar fibra alimentar total, solúvel e insolúvel.

As propriedades fisiológicas das fibras são relacionadas com a propriedade de hidratação, supostamente pela presença de componentes hidrofílicos nas fibras alimentares insolúveis (AUFFRET et al., 1994; LÓPEZ et al., 1996). As características físicas das fibras influenciam a propriedade de hidratação, pois compostos de parede celular primária absorvem mais água do que compostos de parede celular secundária. Além disso, processos tecnológicos, como moagem, secagem, aquecimento e extrusão modificam as propriedades físicas da matriz, afetando as propriedades de hidratação (GUILLON; CHAMP, 2000).

4.4.4 Mecanismo de Ação das Fibras Solúveis e Insolúveis

4.4.4.1 Fibras solúveis

A resposta fisiológica às fibras dependerá do tipo predominante no alimento consumido. As fibras solúveis caracterizam-se por formar géis e pela sua grande capacidade de captar água, formando uma massa gelatinosa que faz aumentar a viscosidade do conteúdo gastrintestinal, atrasando o esvaziamento gástrico e proporcionando maior volume e lubrificação das fezes (MAZZA, 2000).

A fibra solúvel tem efeito importante por aumentar o seu volume até sete vezes no estômago e influenciar a liberação de insulina, produzindo uma sensação de saciedade (POURCHET-CAMPOS, 1997).

O principal efeito fisiológico da fibra é sua habilidade de intumescimento quando absorve água; que ocorre devido à presença de carboidratos com grupos apolares livres, interação por ligações hidrofílicas ou retenção dentro da matriz (LÓPEZ et al., 1996). Estes promovem a formação de gel e conseqüentemente aumentam o volume fecal, que provoca maior freqüência de movimentos peristálticos no intestino. Isso facilita o trânsito do bolo fecal e distensão intestinal, e ainda reduz a probabilidade de constipação e desordens do trato intestinal.

Ao passarem pelo intestino delgado, captam sais biliares e triglicerídeos, dificultando a absorção das gorduras, do colesterol e da glicose. Dado que os ácidos biliares vão passar pela corrente sanguínea em menor quantidade, o fígado vê-se forçado a sintetizar mais, a partir do colesterol de depósito, diminuindo os níveis plasmáticos de colesterol. Por último, ao diminuir desta forma a concentração de ácidos biliares secundários, evita-se, de certa maneira, a formação de cálculos biliares (MARQUEZ, 1999).

Como os componentes da fibra da dieta não são absorvidos, eles penetram no intestino grosso e fornecem substrato para as bactérias intestinais. As fibras solúveis são, normalmente, fermentadas rapidamente, enquanto que as insolúveis são fermentadas lentamente ou apenas parcialmente. A extensão da fermentação das fibras solúveis depende de sua estrutura física e química (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2002).

As fibras solúveis são fermentadas pelas bactérias colônicas (bactérias anaeróbicas do cólon), dando origem a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), ácido láctico, gás, água e energia. Conseqüentemente, há redução do pH do lúmen e estimulação da proliferação de células epiteliais do cólon. Todos os compostos formados também contribuem para o aumento do volume das fezes, embora sejam responsáveis por um efeito secundário, que pode ser desagradável, como é o gás da distensão abdominal e da flatulência. A fermentação da fibra pelas bactérias colônicas, produz um aumento da microbiota à custa da putrefação, diminuindo o número de bactérias que são capazes de produzir produtos cancerígenos, a partir do colesterol e dos ácidos biliares. O aumento do volume das

fezes produz um aumento do tamanho do lúmen intestinal com a conseqüente diminuição da pressão intraluminal, o que dificulta a possibilidade de formação de divertículos (CARRASCO; ALONSO, 1999; CARABIN, FLAMM, 1999).

O gás formado, devido à fermentação da fibra no cólon, provoca distensão da parede, aumentando a propulsão do conteúdo colônico. Este último efeito poderia ser uma estimulação pelos ácidos graxos formados, como o propiônico e o butírico que, *in vitro*, apresentaram efeito estimulador contrátil da musculatura. Também, há a possibilidade de ser um efeito conjunto com a liberação de ácidos biliares. As bactérias do cólon transformam estes últimos em substâncias com poder laxativo, tais como ácido deoxicólico e hidroxiácidos (DE ANGELIS, 2001).

Os ácidos graxos de cadeia curta não só servem de combustível para as células das colônias da mucosa, como também a sua produção está relacionada à diminuição do colesterol do soro, diminuindo o risco de câncer (CUMMINGS; MACFARLANE, 2002).

Um consumo diário de 25 a 50 gramas de fibra alimentar está associado com uma redução modesta, mas significativa, sobre o risco de doença cardiovascular, devido à diminuição dos níveis de colesterol total e de LDL (KUSHI, MEYER, JACOBS, 1999).

4.4.4.2 Fibras insolúveis

A fibra insolúvel não possui a capacidade de formar géis, portanto não atrasa o esvaziamento gástrico, nem tem os efeitos metabólicos produzidos pelas fibras solúveis, não atuando sobre a absorção da glicose, nem influenciando o transporte e a absorção de ácidos biliares e do colesterol. O seu efeito fundamental consiste no aumento do peso seco, peso úmido, volume bolo fecal e da freqüência dos movimentos intestinais, regulando o tempo de trânsito intestinal. Ao diminuir o tempo de trânsito intestinal, os carcinogênicos potenciais ficam menos tempo em contato com as paredes intestinais. Ao aumentar o volume das fezes, os carcinogênicos ficam mais diluídos (CARRASCO; ALONSO, 1999; MCINTYRE, 1993).

4.4.5 Recomendações de Fibras Alimentares

A ingestão das fibras, com finalidade terapêutica, tem sido bastante explorada (WAITZBERG, 2001). Atualmente, inúmeras publicações têm levantado o papel da fibra na redução do risco de câncer de mama, sugerindo que um aumento do consumo de fibras, ou seja, frutas, vegetais e grãos integrais podem reduzir o risco deste tipo de câncer. Muitos possíveis mecanismos de ação têm sido sugeridos, sendo o mais provável o que envolve a redução de estrogênios bioativos no sangue. É fato que dietas ricas em fibras estão associadas com a alteração da flora colônica, atuando na regulação da recirculação entero-hepática de estrogênios, de tal forma que a quantidade de estrogênio excretado é aumentada. Porém, a hipótese de que o aumento do consumo de fibra dietética pode reduzir o risco de câncer de mama necessita ser mais bem compreendida e testada (PADILHA; PINHEIRO, 2004).

Neste contexto, tem-se verificado um crescente interesse por parte de nutricionistas e órgãos oficiais de saúde em estabelecer recomendações para o consumo de fibras alimentares.

De acordo com Menezes et al. (2001), a ingestão média de fibra alimentar pela população brasileira era, na década de 1970, de 19,3 g/dia, caindo para 16,0 g/dia na década de 1980, e chegando a 12,4 g/dia na década de 1990. As recomendações nutricionais, propostas para a população brasileira, sugerem que a dieta de uma família deva conter mais do que 8 g/1000 kcal de fibra alimentar ou, no mínimo, 20 g/dia para jovens e adultos (VANNUCCHI et al., 1990).

Alguns estudos epidemiológicos têm demonstrado que a ingestão de cerca de 25g/dia de fibra diminui os níveis de colesterol e também o risco de doença coronariana, de câncer do colón e obesidade (CHAU et al., 2004; FREITAS, 2000).

A recomendação de ingestão de fibra alimentar, em vários países, é da ordem de 20-30g por dia. A WHO (*World Health Organization*) sugere a ingestão de 27-40g de fibra alimentar por dia. A FDA (*Food and Drug Administration*) recomenda, aos indivíduos adultos, o consumo de 25g de fibra alimentar por 2000 calorias por dia. A AHF (*American Health Foundation*) aconselha às crianças e adolescentes, entre 03 e 20 anos, a ingestão diária de fibra correspondente à idade e mais 5 a 10g (COLLI et al., 2002).

Atualmente, a American Dietetic Association (ADA) recomenda, para um adulto sadio, o consumo de 20 a 35g/dia ou 10 a 13g de fibra para cada 1000 calorias ingeridas (ADA, 2004).

As recomendações descritas nas DRIs (*Dietary Reference Intakes*) variam de 19 a 38g de fibra/dia, de acordo com sexo e idade (TRUMBO et al., 2003).

A ingestão dietética de referência de fibras é de 19 a 38g por dia, havendo variações entre os estágios de vida e fisiológico. Para homens de 19 a 50 anos, a ingestão diária adequada é da ordem de 38g de fibra alimentar total, e para mulheres, na mesma faixa etária, é de 25g (IOM, 2005). Sendo assim, a presença de fibra alimentar nos alimentos é de grande interesse na área da saúde.

É recomendado pela *Food and Drug Administration* (FDA) que, do total de fibras a ser consumido diariamente, a proporção adequada seja de 70 – 75% de fibras insolúveis e 25% -30% de fibras solúveis (MÁRQUEZ, 2001; GUERRA et al., 2004).

De acordo com a ANVISA, através da Portaria nº27, de 13 de janeiro de 1998, pode-se utilizar o termo “FONTE” de fibras, na rotulagem do produto, se o alimento possuir uma quantidade mínima de 3 gramas de fibras em 100 gramas (3%) para alimentos sólidos e 1,5 gramas de fibras para cada 100mL (1,5%) de alimentos líquidos. Para declaração de alimento com “ALTO TEOR” de fibras, o mesmo deve possuir uma quantidade mínima de 6 gramas de fibras em 100 gramas (6%) para alimentos sólidos e 3 gramas de fibras para cada 100mL (3%) de alimentos líquidos.

Segundo Brito et al. (2004), produtos com quantidades de fibras entre 2,40 e 4,40g de fibras em 100g do produto são considerados com conteúdos moderados de fibras.

Há grande disponibilidade de alimentos regionais e tradicionais, como os grãos de cereais, particularmente aveia, feijões e soja, e seus derivados, como farinha e farelos integrais que, juntamente com as frutas e as hortaliças, são as principais fontes de fibra alimentar. Fontes concentradas de fibra alimentar podem ser obtidas a partir de diferentes resíduos agroindustriais. A fibra alimentar, considerada o principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais, permitiu que esses alimentos pudessem ser incluídos na categoria de alimentos funcionais, pois a sua utilização, dentro de uma dieta equilibrada pode reduzir o risco de

algumas doenças como as coronarianas, o diabetes e certos tipos de câncer, além de agregar uma série de benefícios (FDA, 1998).

Geralmente, a quantidade de fibra alimentar é maior em cereais integrais e grãos. Destaca-se como fonte de fibra alimentar a aveia, na qual o conteúdo de fibra alimentar total varia entre 7,1 e 12,1%. No farelo, o conteúdo de fibra alimentar é de 15 a 19%. Deste total, 34 a 48% são fibras solúveis e o restante, insolúveis.

Alguns estudos *in vitro* relatam um efeito nutricional negativo associado à ingestão de fibras, devido à absorção, pela fibra, de alguns minerais importantes, como zinco e cálcio. Mas em estudos realizados *in vivo*, com ratos e humanos, verificou-se que as fibras não exerceram efeito na absorção de minerais (GORDONM 1989; ROEHRIG, 1988, SCHEEMAN, 1986).

4.4.6 Propriedades Tecnológicas das Fibras

O conhecimento das propriedades de hidratação, tais como: capacidade de absorção de água, volume de intumescimento e solubilidade, das fibras alimentares é importante para a aplicação em alimentos. A presença de cargas, ácidos urônicos dissociados, sulfatos e fitatos tendem a favorecer a solubilização, mas suas cargas elétricas dependem do pH e da temperatura (THARANTHAN; MAHADEVAMMA, 2003).

Os aspectos benéficos das fibras alimentares dependem de suas propriedades físico-químicas, que estão agrupadas em quatro categorias: 1) propriedades de hidratação: solubilidade, intumescimento, capacidade de ligação e absorção, viscosidade e formação de gel; 2) capacidade de interação catiônica; 3) tamanho, densidade, além de características de superfícies, como: porosidade e capacidade de ligação com óleo; e 4) capacidade de adsorção de moléculas orgânicas.

As propriedades funcionais das fibras são de extrema importância para o desempenho de suas funções fisiológicas no organismo humano, pois estas propriedades são as que determinam o comportamento e possíveis efeitos à saúde. Contudo, a indústria alimentícia determina propriedades funcionais como

tecnológicas, uma vez que as propriedades físico-químicas das fibras irão definir sua utilização em alimentos. Nesse caso, direciona-se cada tipo de fibra para cada tipo de alimento, como por exemplo, fibras com alta capacidade de formação de géis são destinadas, geralmente, para produção de gelados comestíveis, como sobremesas lácticas (flans, pudins, mousses), já as fibras com alta capacidade de retenção de água, poderão ser destinadas para preparação de embutidos, etc.

Quando se pretende investigar novas fontes de fibras alimentares, estudam-se as propriedades tecnológicas, tais como a capacidade intumescimento; capacidade de retenção de água, capacidade de absorção de água, capacidade de interação com moléculas orgânicas e também a capacidade de adsorção de água.

Segundo Robertson et al. (2000), as propriedades tecnológicas podem ser definidas como:

- Capacidade de intumescimento: volume ocupado por uma determinada quantidade de fibras (em peso) sob condições pré-estabelecidas e, é medida através do volume de fibra decantado em um espaço determinado.
- Capacidade de retenção de água: quantidade de água retida por uma quantidade conhecida de fibra, sob condições determinadas e, é medida por centrifugação. Essa propriedade também pode ser referida como a capacidade de ligação com água.
- Absorção de água: cinética do movimento da água sob condições definidas, podendo ser medida usando a técnica de pressão osmótica/diálise.

Nos últimos anos, muitos pesquisadores de países ibero-americanos vêm caracterizando adequadamente a fibra alimentar em alimentos e resíduos industriais, buscando tecnologia para concentrados, desenvolvendo e testando produtos enriquecidos, a partir de alimentos regionais. Isso porque fibras de cereais e plantas são completas, porque possuem estrutura que inclui parede celular e seus constituintes, como celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas (LAJOLO et al., 2001; GIUNTINI et al., 2003; LAJOLO; MENEZES, 2006).

O conhecimento das propriedades físico-químicas é importante na obtenção de novas formulações alimentícias com textura adequada e sabor agradável, porque a simples adição de elevadas quantidades de fibras nem sempre resulta em produtos com características sensoriais desejáveis. A fibra alimentar ideal

não deve comprometer a vida de prateleira do produto a ser adicionada e apresentar características sensoriais suaves. Além disso, deve ser aceita pelo consumidor como um produto saudável, apresentar positivos efeitos fisiológicos e ter custo razoável (DREHER, 1995; PENNA; TUDESCA, 2001).

4.4.7 Nova Fonte de Fibra Alimentar

O Brasil apresenta rica diversidade e quantidade de fontes naturais que muitas vezes são utilizadas na alimentação, de maneira informal e costumeira, passada de geração para geração, sem conhecimentos técnico-científicos como composição físico-químicas, propriedades funcionais, toxicidades, etc. Exemplo disso é a árvore de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC., que há décadas é utilizada artesanalmente, na fabricação de doces do tipo “cocada”, compotas e na fabricação de tortas salgadas, indicando ser comestível e atóxica. Sendo assim, a pesquisa científica deve-se voltar mais para fontes regionais de ingredientes alimentares explorando, conscientemente, fontes naturais, que na maioria das vezes passam despercebidas e desvalorizadas.

REFERÊNCIAS

- AACC – AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Press Release:** AACC Approves New Dietary Fiber Definition. St. Paul. Minnesota, 2000. Disponível em: <http://www.aaccnet.org/definitions/default.asp>. Acesso em: 27 nov. 2008.
- ABREU, L.R. **Tecnologia de leite e derivados**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2000.
- _____. **ACTIVIA INDIVIDUAL PARA CLASSES C e D. 2007. Valor Econômico**, São Paulo, 10 de julho.
- ADOLFSSON, O.; MEYDANI, S. N; RUSSEL, R. M. Yogurt and gut function. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, p.245-256, 2004.
- ANVISA -AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2007. **Comissões Tecnocientíficas de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- ALETOR, V. A. et al. Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates. **Food Chemistry**, v. 78, n. 1, p. 63-68, 2002.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (ADA). Position of the American Dietetic Association:Functional Foods. **Journal of the American Dietetic Association**, Washington, v. 104, n. 5, p. 814-826, 2004.
- AMIOT, J. **Ciencia y tecnología de la leche**. Zaragoza:Acribia, 1996. 547p.
- ANJO, D. F. C. Functional foods in angiology and vascular surgery. **J. Vasc. Br.**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004. Disponível em: <www.jvascbr.com.br/>. Acesso em: 01 abr. 2009.
- ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes Desnatados Probióticos Adicionados de Concentrado Protéico do Soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 2, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. 2007. Disponível em: <http://www.abia.org.br>. Acesso em: 20 maio 2009.

AUFFRET, A. et al. Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibers. **LWT**, v. 27, p. 166-172, 1994.

BELITZ, H. D.; GROSH, W. Química de los alimentos. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1997.

BODYFELT, M.S; TOBIAS, J.; TROUT, G.M. **The sensory evaluation of dairy products**. AVI, 1988, 598p.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da fabricação de iogurte. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, v. 42, n. 250, p. 3-8, 1987.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção de iogurte. **Revista Leite e Derivados**, n. 25, v.5., p.24-38, 1985.

BRANDÃO, S.C.C. Tecnologia da produção industrial de iogurte. **Leite e Derivados**, v.5, n.25, p.24-38, nov./dez., 1995.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos / ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**. 2007. Disponível em: http://anvisa.gov.br/alimentos/comissões/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: fev. 2008.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº02 de 07 de janeiro de 2002. Aprova Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional ou de saúde. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 9 jan. 2002. Disponível em: < <http://e-legis.bvs.br/>>. Acesso em: jul. 2008. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Resolução nº. 5. Padrões de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 nov. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº 398**, de 30 de Abril de 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 40 de 2001. Padrões de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 nov. 2000.

BRASIL. Portaria ANVISA, nº27, de 13 de janeiro de 1998, **aprova o Regulamento referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/27_98.htm>. Acesso em: 27 mar. 2008.

BRETT, C. T.; WALDRON, K. W. The Molecular Components of the Wall. In: BRETT C. T.; WALDRON, K. W. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. 2. ed. London: Chapman e Hall, 1996. p. 5-43.

BRITO, I. P. de et al. Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos – Sistema Eletrônico de Revistas**, Curitiba, v. 22, n.1, p. 35-50, jan/jun 2004. Disponível em: <www.ufpr.br> Acesso em: 18 mar. 2009.

BURKITT, D. P. Some disease characteristic of modern civilization. **British Medical Journal**, Edinburgh, v.1, 1973.

CARABIN, I.G.; FLAMM, W.G. Evaluation of safety inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, New York, v.30, p. 268-282, 1999.

CARRASCO, A. V.; ALONSO, I. J. Fibra Dietética. **Prescripción de Fármacos**, Madrid, v.5, n.4, abr. 1999.

CASTRO, I. A. Desenvolvimento de alimentos funcionais. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 8., 2003 Curitiba. **Alimentos, tecnologia e cidadania**. Curitiba, 2003.

SBCTA/PPGTA/UFPR/PUCPR, 2003. Disponível em: <<http://people.ufpr.br>>. Acesso em: 20 set. 2008.

CHAU, C. F.; CHEN, C. H.; WANG, Y. T. Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. **Nutrition Research**, New York, v. 24, p. 337-345, 2004.

COLLI, C.; SARDINHA, F.; FELISETTI, T. M. S. C. Alimentos funcionais. In: SCHOR, N.; CUPPARI, L. **Guia de nutrição** :nutrição clínica no adulto. São Paulo: Manole, 2002. p. 55-70.

COPPINI, L. Fibras alimentares e ácidos graxos de cadeia curta. In: WEITZBERG, D. L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

CORREIA, P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. v. 3, p. 545.

COSTA, M. 2007. Muito mais que comida. **Exame**, São Paulo, 31. jan. Disponível em: <http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0885/marketing/m0121267.html>. Acesso em: mar. 2009

COSTA, R. P. Fibras: inter-relação com a doença cardiovascular. **Qualidade em Alimentação Nutrição**, n.8, 2001.

CUMMINGS, J.H.; MACFARLANE, G.T. Gastrointestinal effects of prebiotics. *Br. J. Nutr.*, Wallingford, v.87, suppl.2, p.S145S151, 2002.

DA-SILVA, R.; FRANCO, C. M. L.; GOMES, E. Pectinases, hemicelulases e celulasas, ação produção e aplicação no processamento de alimentos: revisão. **Boletim SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 249-260, 1997.

DAVE, R.I.; SHAH, N.P. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. **Int. Dairy Journal**, 7, p. 31-41, 1997.

DE ANGELIS, R. C. Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. São Paulo: Atheneu, 2001.

DEETH, C. L. I. F.; TAMIME, A. Y. Yogurt: Nutritive and therapeutic aspect. **Journal of Food Protection**, v. 44, n. 1, p. 78, 1981.

DEVRIES, J. W.; PROSKY, L.; LI, B.; CHO, S. A Historical Perspective on Defining Dietary Fiber. **Cereal Foods World**, V.44, n.5, 1999.

DIGEST. **Probiotic**: considerations for human health; v. 76, n. 1, 2005.

DUXBURY, D.; Dietary Fiber: Still no accepted definition. **Food Technology**. v. 58, n. 5, 2004.

EARLY, R. **Tecnología de los productos lácteos**. Acribia, Zaragoza, 1998

ÉDER-SILVA, E. **Frutíferas Nativas do Nordeste: qualidade fisiológica, morfologia e citogenética**. 2006. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Federal da Paraíba, 2006..

EL-DAHR, H.. **Le marché des alicaments**: un marché spécifique. Montpellier : Ciheam. 2003

FAO/WHO. 2001. **Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria**. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Córdoba, Argentina. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/009/y6398e.pdf>>. Acesso em: jul. 2008.

FASUYI, A. O. Bio-nutritional evaluations of three tropical leaf vegetables (*Telfairia occidentalis*, *Amaranthus cruentus* and *Talinum triangulare*) a sole dietary protein sources in rat assay. **Food Chemistry**, v. 103, n. 3, p. 757-765, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 08 dez. 2008.

FERREIRA, C. L. L. F. **Produtos lácteos fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos**. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 1996. 96p.

FERREIRA, C. L. L. F. Valor nutritivo e bioterapêutico de leites fermentados. In: LERAYER, A. L. S.; SALVA, T. J. G. **Leites fermentados e bebidas lácteas: tecnologia e mercado**. Campinas: ITAL, 1997. p. 1-7.

FERREIRA, C. L. L. F. et al. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 56, n. 321, p. 152-158, 2001.

FERREIRA, C.L.L.F. **Tecnologia para Produtos Lácteos Funcionais: Probióticos**, **Boletim SBCTA**, v. 1, n. 36, 2000.

FRANCO, B. D. G. M. et al. Viability during storage of selected probiotic lactobacilli and bifidobacterias in a yogurt-like product. **Food Microbiology**. 2002.

FREITAS, A.; **Fibras na Alimentação**. 2000. Disponível em: <http://www.findyourself.com.br>. Acesso em: 01 jul. 2008.

FUNCTIONAL foods. **International Journal of Food Science e Technology**, v. 36, n. 3, p. 229, Mar. 2001. *Healthy Profits?* London : Earthscan.

GRISOTTI, M.. Alegações de saúde dos alimentos funcionais : condições para a sua emergência e seu impacto na saúde individual e coletiva. In : GUIVANT, J.; RIAL, C. (Ed.). **Consumo e alimentos na globalização**. Florianópolis : Insular, 2008.

GUERRA N. B. et al. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 45-52, jan./mar., 2004.

GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibers, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, v. 33, p. 233-245, 2000.

HEASMAN, M.; MELLENTIN, J.. **The Functional Foods Revolution. Healthy People, Healthy Profits?** London : Earthscan. 2001

ISLETEN, M.; KARAGUL-YUCEER, Y. Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt. **J. Dairy Sci.**, v. 89, p.2865-2872, 2006.

KAMINSKY, Paulo Cesar. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

KARDEL, G.; ANTUNES, L. A. F. Culturas lácticas e probióticas empregadas na fabricação de leites fermentados: leites fermentados. In: LERAYER, A. L. S.; SALVA, T. J. G. **Leites fermentados e bebidas lácteas: tecnologia e mercado**. Campinas:ITAL, 1997. p. 26-33.

KIMURA, Y.O. Alimentos Simbióticos: A combinação de microrganismos probióticos com ingredientes prebióticos representa uma nova oportunidade no desenvolvimento de produtos lácteos saudáveis. **Revista Laticínios**, n.22, 2002.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I.1 Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n. 4, p. 846-857, out./dez. 2008.

KITOUS, B. **Les alicaments**. Paris : ENSP. 2003.

KROGER, M. Quality of yoghurt. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.59, n.2, p.344-350, 1976.

KUSHI LH, MEYER KA, JACOBS DR Jr. Cereals, legumes, and chronic disease risk reduction: evidence from epidemiologic studies. *Am. J. Clin. Nutr.* v. 70, p. 451S-8S, 1999.

LACAZ-RUIZ, R. Um dos problemas do leite: lactose. **Jornal O movimento**, 06 jan.2001. Ano LXVI, n. 4925, p. A2.

LIMA, L. R.; PIRANI, J. R. Caricaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP/HUCITEC, 2002. v. 2, p. 79-82.

LOBATO, V. Tecnologia de fabricação de derivados do leite na propriedade rural. Lavras/MG: Editora UFLA. **Boletim Técnico**. 2000.

LÓPEZ, G. et al. Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 44, p. 2773-2778, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Ed. Plantarum, 1992. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Nova Odessa/Plantarum, 2002.

LOURENS-HATTINGH, A.; VILJOEN, B.C. Yogurt as probiotic carrier food. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 11-17, 2001.

MACIEL, E. da S. **Qualidade de vida**: análise da influência do consumo de alimentos e estilo de vida. 2006. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

MARQUEZ, L. R. A. **Fibra terapêutica**. 2. ed. São Paulo: Editora Americana de Publicações Ltda., 1999.

MAZZA, A. **Aspectos bioquímicos y de procesado, Alimentos Funcionales**. España: ACRIBIA, 2000. p. 93-140.

McDOUGALL, G.J. et al. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.70, n.1, p.131-150, Oct. 1996.

MCINTYRE A, GIBSON PR, YOUNG GP. Butyrate production from dietary fibre and protection against large bowel cancer in a rat model. **Gut** , v. 34, p. 386-91, 1999.

MELLENTIN, J. **Danone**: building brands focused on health. London: New Nutrition Business, 2007.

MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M. Perfil da ingestão de fibra alimentar e amido resistente pela população brasileira nas últimas três décadas. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica**: Tecnología y Salud – Obtención, Caracterización, Efecto Fisiológico y Aplicación en Alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2001. p. 433-44.

MORAES, L. F. D. Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na reserva biológica de Poço das Antas. **Rio de Janeiro**, v. 57, n. 3, p. 477-489, 2006.

MOREIRA, S. R. et al. Microbiological and chemical analysis of yoghurts marketed in Lavras – MG. **Ciênc.Tecnol. Aliment.**, v. 19, n. 1, p. 147-152. Jan./Apr. 1999.

NEW NUTRITION BUSINESS. 2007. Disponível em: www.new-nutrition.com. Acesso em: 26 maio 2008.

NING, L.; VILLOTA, R.; ARTZ, W. E. Modification of corn fiber Through Chemical Treatments in Combination with Twin-screw extrusion. **Cereal Chemistry**, v. 68, n.6, p. 632-636. 1991

NITSCHKE, M.; UMBELINO, D.C. Frutoooligossacarídeos: Novos Alimentos Funcionais. **Bol. SBCTA**, v. 1, n. 36, 2002.

ODHAV, B. et al. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 5, p. 430-435, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 08 ago. 2008.

OLIVEIRA, A. J. Propriedades profiláticas e terapêuticas de leites fermentados: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 176-185, 1997.

OLIVEIRA, C. A. F. Qualidade do leite no processamento de derivados. In: GERMANO, P. M.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 91-102.

OLIVEIRA, D.; FERNANDES, D. 2004. Revolução na mesa. **Isto É Dinheiro**, São Paulo, 21.jan. Disponível em : http://www.terra.com.br/istoedinheiro/333/negocios/333_revolucao_mesa.htm. Acesso em : 16. mar.2008.

OLIVEIRA, S.P. Alimentos Funcionais: Aspectos Relacionados ao Consumo. **Revista Food Ingredients**, n.20, 2002.

PADILHA ; PINHEIRO. O Papel dos Alimentos Funcionais na Prevenção e Controle do Câncer de Mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 50, n. 3, p. 251-260, 2004.

PADILLA, M. Le développement des produits protégeant la santé et l'environnement en Méditerranée. Notes d'Analyse, Montpellier, n. 5, mars.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ, 1995. 139p.

PASTORE, G. M. **Alimentos Funcionais**: a inovação industrial na área de alimentos. 2005. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/2005/09/13.shtml>. Acesso em: 15 dez. 2007.

PIMENTEL, C. V. de M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLUCKE, A. P. B. **Alimentos Funcionais**: Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

PINAZZA, A. H. Futuro na mesa. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, set. 1999. Disponível em: <www.abag.com.br>. Acesso em: 30 ago. 2007.

PORFIRIO, F. 2007. Mercado aquecido. Propaganda comparativa faz Danone brigar com a Nestlé. **Consultor Jurídico**, São Paulo, 27.fev. Disponível em : <http://www.conjur.com.br>. Acesso em: 15 mar. 2008.

POURCHET-CAMPOS, M. A. Fibra Dietética. In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo, SP: Sarvier, 1997.

_____. PROBIÓTICO DE OURO. 2007. **Valor Econômico**, São Paulo, 10.abr.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R. et al. Development of functional ingredients for gut health. **Trends Food Sci. Technol.**, Amsterdam, v.13, p.3-11, 2002.

RASIC, J. L.; KURMANN, J. A. **Yoghurt**: scientific grounds technology, manufacture e preparation. Copenhagen: Technical Dairy Publishing House, 1978. 427 p.

RAUD, C. 2007. Bourdieu e a nova sociologia econômica. **Tempo Social**, v. 19, n. 2, p. 203-232.

RAUD C. Os Alimentos Funcionais: a Nova Fronteira da Indústria Alimentar Análise da Estratégias da Danone e da Nestlé no Mercado Brasileiro de Iogurtes. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 16, n. 31, p. 85-100, nov. 2008

REPENNING, N. P. Understanding fire fighting in new product development. **Journal of Product Innovation Management**, New York, v.18, n.3, p.285-300, 2001.

ROBERFROID, M.B. Functional food concept and its application to prebiotics. **Dig. Liver Dis**, Rome, v. 34, suppl.2, p. S105-S110, 2002.

ROBERTSON J. A. et al. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**. v.33, p 72-79, 2000.

RODAS, M. A. B. et al. Physico chemical, histological and viability of lactic bacteria in yogurts containing fruit. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 21, n. 3, p. 304-309, Sept./Dec. 2001.

RODERJAN, C. V. et al. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 75-92, 2002.

SANTOS, J. A. Iogurte: um bom negócio se feito com profissionalismo. **Indústria de Laticínios**, n. 18, p. 20-27, 1998.

SAURA-CALIXTO, F. D. Fibra Dietética de manzana: hacia nuevos tipos de fibras de alta calidad. **Alimentaria: revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos.**, n. 242, p. 57-62, 1993.

SCHMEDA-HIRSCHMANN, G. et al. Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentina Yungas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 8, p. 1357-1364, 2005.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. **Lista das espécies ameaçadas de extinção no RS**. 2002. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/espec.htm>>. Acesso em: dez. 2007.

SHAH, N. P.; FEDORAK, R.N.; JELEN, P. J. Food consistency effects of quarg in lactose malabsorption. **International Dairy Journal**, n. 2, p. 257-269, 1992.

SHAH, N.P. Functional cultures and health benefits. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 1262-1277, 2007.

SILVA, L. L.; STAMFORD, T. L. M. Alimentos probióticos: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v. 14, n. 68-69, p. 41-50, 2000.

SOARES, R. M. D. et al. Fibras Alimentares: Histórico, Classificação e Efeitos Fisiológicos. **Simpósio Sul-Brasileiro de alimentação e Nutrição**. Florianópolis: UFSC, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS. 2007. Disponível em : [http:// www.sba.org.br](http://www.sba.org.br). Acesso em: jun. 2008.

SPREER ,E.; MIXA, A. **Milk and dairy product technology**.New York: Marcell Dekker, 1998. p. 342-359.

SWAGERTY, D. L.; WALLING, A. D.; KLEIN, R. M. Lactose intolerance. **American Family Physician**, v. 65, n. 9, p. 1845-1849, May 2002.

TAMIME, A. Y.; DEETH, H. C. Yogurt: techonology and biochemistry. **Journal of Food Protection**, v. 43, n. 12, p. 939-977, 1980.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yogurt: science and technology**. 2. ed. Editora:CRC Press,1999.

TAMIME, A.Y. e MARSHALL, V.M.E. Microbiology and technology of fermented milks. In: LAW, B.A. (Ed.) **Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk**. Chapman e hall, London, 1997. p.57-153.

TAMIME, A.Y. Fermented milks: a historical food with modern applications – a review. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, supl. 4, p. 2-15, 2002a.

TAMIME, A.Y. Microbiology of starter cultures. 2002 In: ROBINSON R. K. (Ed.) **Dairy Microbiology Handbook**. New York: John Wiley e Sons. 2002b. p. 261-366.

TAMIME, A.Y; ROBINSON, R.K. **Yoghurt: Science and Technology**, Oxford, Pergamon Press, 1985. 431p.

TAMIME, A.Y; ROBINSON, R.K. **Yogurt: ciencia y tecnologia**. Oxford, Pergamon Press, p. 1-43, 1991.

TEIXEIRA, A. C. P. et al. Qualidade do logurte Comercializado em Belo Horizonte. **Leite e Derivados**, v. 1, n. 51, p. 32-39, 2000.

THARANATHAN, R. N.; MAHADEVAMMA, S. Grain legumes: a boon to human nutrition. **Trends in food Science e Technology**, v.14, p. 507-518, 2003.

THEANDER , O.; WESTERLUND, E.; AMAN, P. Struture e components of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 38, n.3, p. 135-141, 1993.

TRUMBO, P. et al. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. **Journal Am. Diet. Assoc.** Chicago, v. 102, n. 11, p. 1621-1630, nov. 2003.

VALENTE, R. A. **As fibras alimentares**. 2002. Disponível em: <http://www.lincw.com.br>. Acesso em: 05 ago. 2007.

VANNUCCHI, H. et al. Aplicação das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. **Caderno de Nutrição**, Ribeirão Preto, v. 2, 1990.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Leche y productos lácteos. **Tecnología, Química y Microbiología**, Zaragoza: Acribia, 1994. p. 1-34, 365-401.

VINDEROLA, C.G.; BAILO, N.; REINHEIMER, J.A. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. **Food Research International**, v. 33, n. 2, p. 97-102. 2000b.

WAITZBERG, D. L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

WALDRON, K. W.; PARKER, M. L.; SMITH, A. C. Plant cell walls and food quality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 2, p 101-119, 2003.

WALSTRA, P. et al. Dairy Technology: principles of milk properties and processes. Marcel Dekker, 1999, 727p.

WILDMAN, R. E. C. **Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, 2001.

XU, Y. Perspectives on the 21st century development of functional foods: bridging Chinese medicated diet and functional foods. **International Journal of Food Science e Technology**, v. 36, n. 3, p. 229, Mar. 2001.

ZOURARI, A.; ACCOLAS, J.P; DESMAZEAUD, M.J. Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria: a review. **Le lait**, v.72, p.1-34, 1992.

5 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

5.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E FUNCIONAL DE POLPA FIBROSA DA PARTE INTERNA DO CAULE DE JARACATIÁ [*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC.]

Resumo

O objetivo do trabalho foi caracterizar a polpa fibrosa do caule de Jaracatiá quanto à sua composição centesimal, teor de fibra alimentar, propriedades tecnológicas e estrutura microscópica. Foram coletados galhos da árvore de Jaracatiá, dos quais foram retiradas as porções internas que foram trituradas e divididas em dois lotes, sendo um deles submetido à secagem para fabricação de farelo, e o outro armazenado “in natura” a -20°C. A polpa in natura e o farelo apresentaram os seguintes teores respectivamente: proteínas 1,03% e 3,66%; lipídios 0,42% e 0,57%; cinzas 0,95% e 12,43%; carboidratos 8,57% e 83,34%. A polpa de jaracatiá apresentou 89,03% de umidade. O farelo apresentou 60% de fibra alimentar total, 6,60% de fibra solúvel e 53,40% de fibra insolúvel. Já a polpa in natura apresentou 8% de fibra alimentar total, 1,55% de solúvel e 6,45% de insolúvel. A Capacidade de Retenção de Água (CRA), 9,80; a Capacidade de Adsorção de Água (CDA) 0,12; Volume de Intumescimento (VI), 9,95; e a Capacidade de Interação com Moléculas Orgânicas (CIMO), 2,75, do farelo tratado termicamente não diferiu estatisticamente ($P > 0.05$) do farelo não tratado, cujo resultados foram respectivamente: 10,19; 0,17; 11,0 e 3,00. Na microscopia eletrônica de varredura, observou-se uma rede de tubos parenquimáticos interligados através da parede celular, sem preenchimento, isento de compostos amiláceos.

Palavras-chave: *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. Fibra Alimentar. Capacidade de Retenção de Água. Capacidade de Adsorção de Água. Volume de Intumescimento. Capacidade de Interação com Moléculas Orgânicas.

INTRODUÇÃO

As fibras são importantes na estrutura e na consistência de produtos alimentícios (GIULLON; CHAMP, 2000; ROBERTSON; 2000), pois revelam que as diferenças estruturais afetam a habilidade da fibra em absorver água e compostos orgânicos. Com isso, quando se pretende estudar novas fontes de fibras alimentares, é importante determinar as principais propriedades tecnológicas da mesma.

A capacidade de intumescimento é o volume ocupado por uma determinada quantidade de fibras (em peso) sob condições pré-estabelecidas e, é medida através do volume de fibra decantado em um espaço determinado (ROBERTSON et al., 2000).

A capacidade de retenção de água é definida, segundo Robertson, et al., (2000), pela quantidade de água retida por uma quantidade conhecida de fibra, sob condições determinadas e, é medida por centrifugação. Essa propriedade também pode ser referida tanto como a capacidade de ligação com água, como por capacidade de retenção de água. A absorção de água resulta da cinética do movimento da água sob condições definidas, podendo ser medida usando a técnica de pressão osmótica/diálise.

As diferenças naturais de fontes de fibras e as alterações provocadas pelos processamentos podem promover diferenças nos parâmetros de engenharia, nas propriedades tecnológicas e terapêuticas. Robertson et al., (2000) ressaltam que os valores típicos de absorção estão em torno de 10 a 15%. O objetivo desse trabalho foi o de caracterizar a polpa fibrosa da porção do cilindro interno do caule de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. quanto a sua composição centesimal, de fibra alimentar e suas propriedades tecnológicas: CRA, CDA, VI, e CIMO.

MATERIAL E MÉTODOS

A polpa fibrosa de jaracatiá foi extraída de galhos de árvore de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC., localizada na chácara Bacseti, na vila Carumuru, na zona rural de Cambé – Paraná.

Jaracatiá

Caracterização física da árvore e galhos: verificaram-se visualmente as características físicas da árvore de jaracatiá observando altura, circunferência, copa e distribuição dos galhos em sua extensão. Os galhos foram avaliados quanto ao comprimento, diâmetro, espessura da casca, quantidade de espinhos e ao raio do centro fibroso.

Coleta, transporte e armazenamento dos galhos: foram analisadas amostras de galhos de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. Para isso, utilizou-se dois galhos por cada repetição. Primeiramente, foram coletados dois galhos (galho 1 – G1; galho 2 – G2) com espessura entre 9 e 18 centímetros e de 2 a 3 metros de comprimento. Os galhos foram fragmentados, no sentido transversal, no momento da coleta. Sendo assim, a poda iniciou-se na extremidade do galho em direção ao tronco da árvore. A cada 40 – 50 cm, o galho foi serrado e o fragmento coletado (Figura 09), até o encontro do tronco. Na parte exposta do tronco, de onde foi tirado o galho, foi aplicado uma pomada específica para cicatrização do local, evitando apodrecimento da árvore. Os fragmentos coletados do mesmo galho foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao laboratório de físico-química do departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina – Paraná.



Figura 09 – Fragmentos congelados de galho da árvore *J. spinosa*.

Produção de polpa e farelo: Foram preparados dois lotes, L1 e L2. Fizeram parte do L1 os fragmentos do G1 e do L2 os fragmentos do G2. Cada lote era composto por 8 partes de galho. Os galhos foram descascados, a fim de retirar a polpa fibrosa interna. Para isso, os fragmentos de galho foram cortados ao meio, no sentido longitudinal, resultando em duas partes (Figura 10). A polpa fibrosa foi separada da casca do galho (Figura 11) e triturada em processador Walita (Figura 12), em velocidade máxima, até a obtenção de pedaços de tamanhos uniformes. O material triturado foi homogeneizado (Figura 13) e alíquotas foram, imediatamente, retiradas para a realização de análise de umidade e cinzas. O restante foi separado em duas

partes: P1 (polpa fibrosa in natura) e P2 (polpa fibrosa para secagem). A P1 foi embalada e estocada em freezer a -20°C e a P2 foi submetida à secagem, em estufa de circulação de ar, a 60°C , até peso constante (cerca de 18 horas). Após a secagem, a polpa fibrosa seca (P2'), foi embalada e acondicionada em freezer a -20°C .

sentido do corte →



Figura 10 – Corte horizontal de fragmento de galho da árvore *J. spinosa*.



Figura 11 – retirada da polpa fibrosa interna do galho de jaracatiá.



Figura 12 – processo de trituração da polpa fibrosa do jaracatiá.



Figura 13 – polpa fibrosa in natura.

Determinações Físico-Químicas

Fibra Alimentar Total, Solúvel e Insolúvel: as determinações do tipo de Fibras Alimentares, presentes nas P1 e P2', foram realizadas segundo o método n° 985.29 da A.O.A.C. (1995), baseando-se na metodologia enzimática-gravimétrica. Resumidamente, um (01) grama de alimento seco e desengordurado foi sujeito à digestão enzimática seqüencial por α -amilase termo-estável, protease e amiloglicosidase. A fibra alimentar insolúvel (FAI) foi filtrada e o resíduo do filtro, lavado com água destilada a 60°C. A solução combinada do filtrado e água de lavagem foram precipitadas em 225mL de etanol 95% para determinação de fibras solúveis (FAS). O precipitado foi filtrado e seco. Os resíduos de FAS e FAI foram corrigidos para proteínas, cinzas e branco, para o cálculo final de fibras alimentares solúveis e insolúveis. A determinação de fibra alimentar total foi dada através da soma de FAS e FAI.

Composição Centesimal: os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos das P1 e P2', foram determinados através das metodologias propostas pela A.O.A.C. (1995). Os teores de umidade e de cinzas foram verificados por metodologia gravimétrica, através de secagem da amostra em estufa a 105°C, até peso constante e incineração da mesma em mufla a 550°C, respectivamente. A estimativa da quantidade de proteína bruta foi realizada, através da quantificação de nitrogênio presente na amostra utilizando-se fator de correção de 6,25 em

Microkjeldahl®. A fração lipídica foi extraída em Soxhlet, com éter de petróleo, o qual foi removido por evaporação. Os carboidratos foram quantificados por diferença.

Análise Microscópica

Microscopia Eletrônica de Varredura: a microestrutura das frações fibrosas foi analisada por microscópio eletrônico de varredura. As amostras de fibras foram, primeiramente, desidratadas em solução 4% de gliceroldeído em etanol 70% P.A por 12 horas a -5°C. Em seguida, as amostras foram lavadas em etanol 70% P.A. por 2 vezes, antes de serem fraturadas em nitrogênio líquido. Em seguida, as amostras foram secas em equipamento de ponto crítico, cobertas por película de ouro e submetidas ao microscópio (CASTRO, 2002).

Propriedades Tecnológicas

Capacidade de Retenção de Água (CRA): 1g de amostra foi hidratado com 30mL de água, em tubo de centrífuga. Após equilíbrio por 18 horas, a temperatura ambiente, a amostra foi centrifugada a 5000 rpm por 20 minutos. O sobrenadante foi descartado e o resíduo úmido pesado. A CRA foi expressa em gramas de água absorvida por gramas de amostra seca (ROBERTSON et al., 2000).

Capacidade de Interação de Moléculas Orgânicas (CIMO): 1g da amostra foi colocado juntamente com uma quantidade em excesso de óleo de soja (aprox. 30mL) por 24h a 25°C, e então centrifugado a 4000 rpm por 20 min. A capacidade de absorção de molécula orgânica foi expressa como componente hidrofóbico absorvido e calculado em termos de peso da amostra adquirido (gramas de amostras por gramas de óleo) (ZAMBRANO, MELÉNDEZ, GALLARDO, 2001).

Capacidade de Adsorção de Água (CDA): 1g de amostra foi colocado em equilíbrio em um micro-ambiente de umidade relativa de 98%, gerada através de uma solução salina saturada de sulfato de potássio. Após 72h de armazenamento, a temperatura de 25°C, a amostra foi pesada e a capacidade de adsorção foi expressa em gramas de água adsorvidas por grama de amostra (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

Volume de intumescimento (VI): 1g de amostra foi hidratada com 30mL de água, em proveta de 50mL. Após equilíbrio por 18 horas a temperatura ambiente, o volume ocupado pela amostra foi verificado. O volume de intumescimento foi expresso em volume ocupado pela amostra por gramas de amostra seca (ROBERTSON et al., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização Física da Árvore de *J. spinosa*

A árvore estudada tinha aproximadamente 20 metros de altura, tronco em forma de cone com 1 metro de diâmetro na base do tronco, afinando no sentido do ápice. Os espinhos estavam distribuídos por toda a estrutura da copa arbórea do jaracatiá, porém a epiderme era lisa. Os galhos estavam distribuídos de forma intercalada e espaçados (cerca de 30 cm de distância) por todo o tronco; eram extensos e com poucos ramos e folhas em sua estrutura, prevalecendo na extremidade, conforme pode ser visto nas figuras 1, 2 e 3, página 6.

Algumas destas características também foram observadas por Lorenzi (1992) e Éden-Silva (2006), onde relatam que o *J. spinosa* é considerado uma planta arbórea e perene, com estrutura bizarra, por apresentar espinhos em toda extensão do caule.

Lorenzi (1992) relata ainda que o *J. spinosa* quando atinge o estágio de planta adulta apresenta o tronco em cone que vai afinando no alto, ramos espinhentos e bem distanciados, de copa pouco densa e folhas vistosas com verde exuberante, de formato e organização bastante peculiares, todas voltadas para cima.

Na coleta do galho pôde-se observar que o cilindro interno do mesmo tem coloração branca-amarelada, mas que as suas extremidades, após um período exposto ao oxigênio, desenvolvem coloração extremamente escura (Figura 14), preta. Esse fato pode estar relacionado à presença de compostos fenólicos (polifenoloxidas) no galho, já que estes compostos são encontrados nas frutas de Jaracatiá em grande quantidade, como demonstrado por Menezes (2006), que

relatou a presença de $150,6 \pm 1,6$ mg de compostos fenólicos por 100g (b.u) de fruta de jaracatiá.



Figura 14 – Ramo com as extremidades escuras

A polpa fibrosa do cilindro interno estava organizada em forma de fios/feixes lisos no sentido horizontal, semelhante à estrutura de cana-de-açúcar. Tinha aspecto úmido com certa suculência devida à sensação tátil levemente macia, não rígida, contrária a madeiras destinada a lenho. Além disso, a polpa apresentava gomosidade que formava uma película nas mãos, após a manipulação. Essa sensação também foi percebida na cavidade bucal, apesar de não apresentar gosto nenhum, apenas um aftertaste amargo após a deglutição. A sensação percebida na boca foi a de mastigar coco em pedaços. Supostamente seja por isso que a polpa é utilizada na produção de doces do tipo cocada, ilustrado na Figura 15.



Figura 15 – doce de jaracatiá tipo cocada

Características Físicas dos Galhos de Jaracatiá

Os galhos de jaracatiá apresentaram em média, 13,32cm de circunferência e 2,63m de comprimento. Em toda a extensão dos mesmos foram encontrados espinhos, aproximadamente 87 unidades. O caule era composto por duas camadas bem definidas, a casca (rígida e dura) e o cilindro central (polpa fibrosa e úmida). A espessura média das cascas foi de 0,53cm e a média dos diâmetros do cilindro interno de 2,98cm. No centro do cilindro interno havia uma estrutura como um tubo de 0,5cm de diâmetro, de coloração branca e com algumas partes vermelhas. Essa parte foi descartada antes do processo de trituração da polpa. As características físicas dos galhos de Jaracatiá são resumidas na Tabela 03.

Tabela 03 – Características físicas dos fragmentos dos galhos de Jaracatiá

Circunferência	Comprimento	Espessura da casca	Diâmetro do cilindro central	Nº espinhos
13,32cm	263,28cm	0,53cm	2,98cm	87,17 unidades

Características Físico-químicas

Composição Centesimal

A polpa fibrosa do caule de Jaracatiá é praticamente composta de água, aproximadamente 89% de umidade. Dos principais componentes da fitomassa, o que prevaleceu foram os carboidratos (8,57%) seguidos das proteínas (1,03%). A quantidade de lipídios e cinzas não chegou a 1%.

O farelo fibroso de jaracatiá apresentou 83,34% de carboidratos, dos quais 23,34% são digestíveis. A quantidade de proteínas foi de 3,66%, de cinzas 12,43% e apenas 0,57% de lipídios (Tabela 04). De maneira geral, a composição tanto da polpa como do farelo apresentou baixa quantidade de lipídios constituindo boa opção para suplementação de produtos com teor de gordura reduzido. Não

foram encontrados na literatura dados sobre o assunto para se estabelecer um quadro comparativo.

Tabela 04 – Composição centesimal polpa e farelo de Jaracatiá Fibra Alimentar Total, Solúvel e Insolúvel

Jaracatiá	Composição Centesimal (%)				
	UMIDADE	CINZAS	LIPÍDEOS	PROTEÍNAS	CARBOIDRATOS
Polpa	89,03	0,95	0,42	1,03	8,57
Farelo	-----	12,43	0,57	3,66	83,34

O tipo de fibra que prevaleceu na polpa e no farelo de jaracatiá, foi a insolúvel, 6,45% e 53,4%, respectivamente. Por se tratar de um material obtido de ramificações de uma árvore, justifica-se essa maior quantidade de fibra insolúvel, já que a madeira é um biopolímero tridimensional, composto principalmente de celulose, hemicelulose e lignina (ARAÚJO, 2002). As fibras solúveis são encontradas em maior quantidade em cereais e frutas do que em plantas arbóreas. Sendo assim, no cilindro central de caule de jaracatiá a quantidade de fibras solúveis encontrada foi pequena: 1,55% na polpa e 6,60% no farelo (Tabela 05). De uma maneira geral, o farelo de Jaracatiá apresentou alta quantidade de fibra alimentar total (60%) demonstrando ser uma excelente fonte de fibras.

Tabela 05 – Teores de fibras alimentares em Jaracatiá in natura e seco

Jaracatiá	Fibra Alimentar (g/100g)		
	SOLÚVEL	INSOLÚVEL	TOTAL
Polpa (In natura)	1,55	6,45	8,00
Farelo (Seco)	6,60	53,40	60,00

Entre os produtos farináceos, fontes de fibra alimentar disponíveis no mercado e comercializados em larga escala, destacam-se os farelos de trigo e de aveia (RAUPP, 2004). No entanto, esses produtos apresentam concentrações

inferiores de fibra alimentar total em comparação com o farelo de jaracatiá (Tabela 06). O farelo de trigo foi o que apresentou quantidade mais próxima, com 43,69% de fibras, de acordo com estudo realizado por Raupp et al. (2000). Já o farelo de aveia que é o mais conhecido comercialmente, apresentou apenas 19% de fibra alimentar total, segundo Shinnick et al. (1988).

Tabela 06 – Teores de fibras de farelos de jaracatiá, trigo e de aveia

Fontes de Fibra Alimentar			
	Farelo de Jaracatiá	Farelo de Trigo ¹	Farelo de Aveia ²
<i>FAT (%)</i>	60,00	43,69	19,00

¹(Raupp et al., 2000); ²(Shinnick et al., 1988).

Propriedades Tecnológicas

As propriedades tecnológicas foram realizadas no farelo tratado termicamente (vapor fluente em autoclave por 20 minutos) e também no farelo sem tratamento térmico. Em todas as propriedades tecnológicas estudadas, o farelo de Jaracatiá tratado termicamente e o sem tratamento, apresentaram a mesma capacidade funcional, ou seja, não diferiram entre si. A Tabela 07 apresenta os valores da Capacidade de Retenção de Água (CRA), Capacidade de Adsorção de Água (CDA), Volume de Intumescimento (VI) e Capacidade de Interação com Moléculas Orgânicas (CIMO) do farelo tratado e sem tratamento.

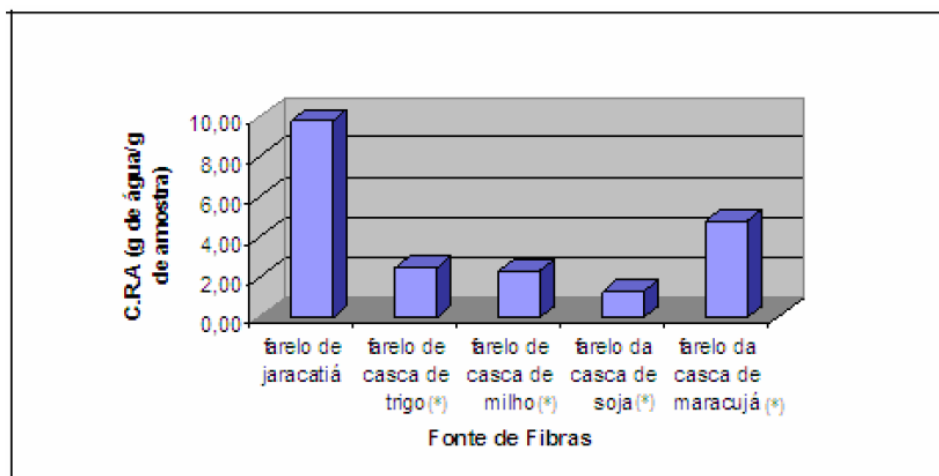
Tabela 07 – Propriedades tecnológicas de farelo de Jaracatiá.

	C.R.A¹	C.D.A¹	V.I¹	C.I.M.O²
Farelo sem tratamento térmico	10,19 ^a	0,17 ^a	11,0 ^a	3,00 ^a
Farelo com tratamento térmico	9,80 ^a	0,12 ^a	9,95 ^a	2,75 ^a

¹(g água/g amostra seca); ²(g de óleo/g de amostra seca). **CRA**: Capacidade de retenção de água; **C.D.A**: capacidade de adsorção de água; **V.I**: volume de intumescimento; **C.I.M.O**: capacidade interação com moléculas orgânicas.

O volume de intumescimento e a capacidade de retenção de água foram as propriedades destacadas nas amostras de farelo. Essas propriedades, de maneira geral, estão relacionadas com a capacidade da fibra de interagir com água. Sendo assim, verifica-se alta capacidade dos farelos em reter água, como também o de “inchar” em meio aquoso, demonstrando serem úteis em produtos que não podem sofrer perda de água, como os iogurtes (sinerese) e em outros que precisam aumentar o volume. Por outro lado, a capacidade de adsorção de água do farelo foi baixa (0,17), então o farelo também pode ser usado em produtos que não podem adsorver água como bolachas, biscoitos, ou seja, alimentos em que a crocância é fundamental.

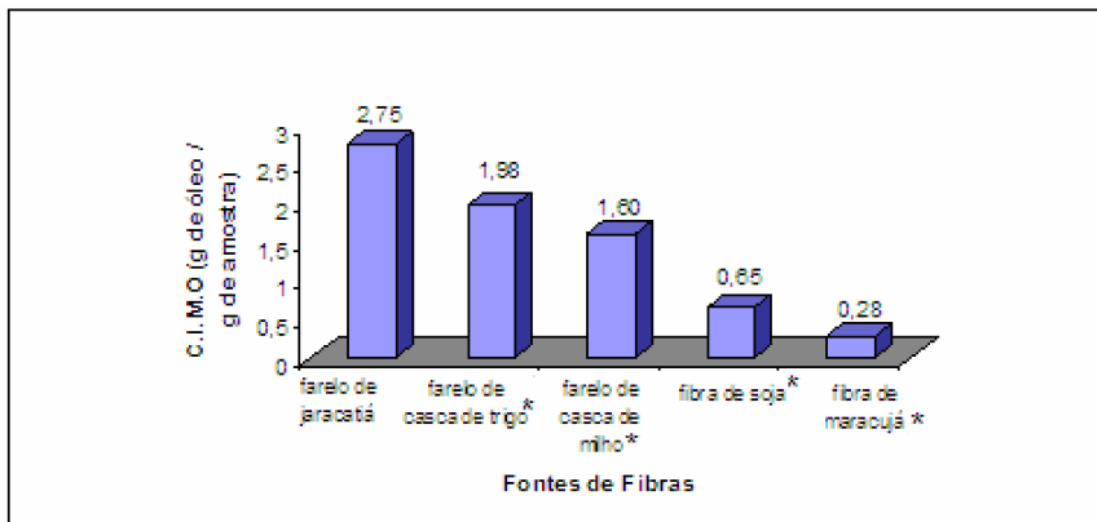
Comparando-se o resultado obtido da CRA do farelo de jaracatiá com outras fontes de fibras, disponíveis na literatura (Gráfico 01), como farelo de casca de maracujá, da casca de milho, de soja e do trigo, verificou-se que o Jaracatiá apresenta capacidade superior ao dobro das CRA de todas as outras fontes pesquisadas. Atribuiu-se ao farelo de casca de Maracujá uma CRA de aproximadamente 4g de água/g de farelo (SOUZA, et al., 2008). O farelo de jaracatiá demonstrou ter uma maior quantidade de constituintes que apresentam sítios de ligações compatíveis com a água, quando comparado com outras fontes de fibras alimentares. Esta propriedade o torna um bom ingrediente na formulação de produtos que necessitam reter água por um determinado período, como pratos prontos congelados, com molhos, cremes, etc.



* (ZARAGOZA et al.; 2001)

Gráfico 01 – Capacidade de retenção de água de diferentes fontes de fibras alimentares

A capacidade de interação com moléculas orgânicas (CIMO) foi de 2,75g de óleo/g de farelo de jaracatiá. Esta propriedade é extremamente importante devido à dificuldade de interação entre óleo e água em algumas formulações alimentícias, o que torna o farelo um excelente ingrediente para o desenvolvimento de produtos com moléculas orgânicas e inorgânicas. Comparando-se o farelo de Jaracatiá com outras fontes de fibras estudadas por Zaragoza et al. em 2001, observa-se que o mesmo apresenta CIMO superior aos farelos de milho, de trigo, de soja, e de maracujá. O farelo de trigo é o que apresenta CIMO mais próxima ao do farelo de Jaracatiá com 1,98g de óleo por grama de farelo, já que o mesmo apresentou 2,75g de óleo por grama de farelo (Gráfico 02).



* (ZARAGOZA et al.;2001)

Gráfico 02 – Comparativo entre CIMO de diferentes fontes de fibras.

Características Microscópicas

Microscopia Eletrônica de Varredura

Analisando-se as Figuras 16 (500µm / 100x) e 17 (300µm / 320x), obtidas por microscopia eletrônica de varredura, foi possível observar que a polpa fibrosa de *J. spinosa* in natura é formada por estruturas tubulares, das quais a maioria apresenta-se sem preenchimento. Estas estruturas celulares, parênquimas, são inúmeras e

estão aglomeradas, pois estão unidas entre si, através das paredes celulares. A estrutura assemelha-se a um conjunto de tubos unidos infinitamente. Esta estrutura justifica a consistência frágil do cilindro interno do caule de Jaracatiá, denominada “mole” por Lorenzi (1992), bem como sua “suculência” devido à alta quantidade de água.

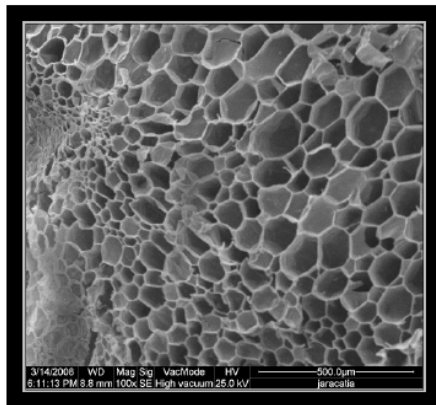


Figura 16

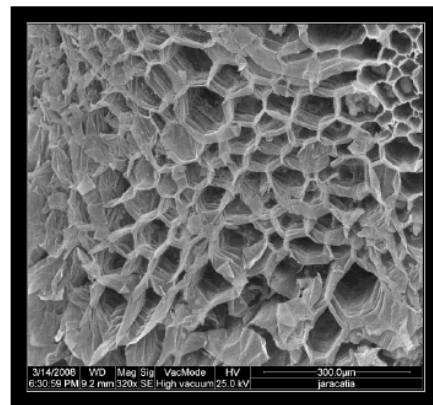


Figura 17

Analisando-se as figuras 18 (100 μ m / 300x) e 19 (300 μ m / 160x), observa-se que o ducto condutor xilema está bem definido e que as estruturas celulares ao redor do mesmo apresentam-se ocas, como se o componente de preenchimento (provavelmente amiláceo) tivesse sido retirado, já que algumas delas apresentam-se preenchidas por grânulos de amido. Sato et al. (2008) utilizaram água quente, a fim de disponibilizar uma estrutura fibrosa com as estruturas de parênquimas disponíveis para facilitar a interação interfacial entre a fibra e uma outra matriz. Esse tipo de tratamento na polpa de Jaracatiá não é necessário, devido à nitidez dos tecidos parenquimáticos. De maneira geral, a estrutura microscópica do Jaracatiá identifica as prováveis características funcionais e tecnológicas da mesma, ou seja, como a polpa de jaracatiá mostrou ser uma estrutura predominantemente de tecidos parenquimáticos com células vazias, prevalecendo as paredes celulares, a mesma é composta praticamente por tecidos fibrosos que constituem a parede celular e é pobre em compostos de reserva como as substâncias amiláceas.

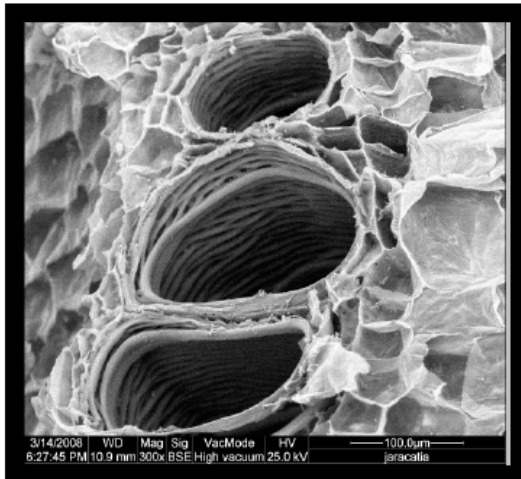


Figura 18

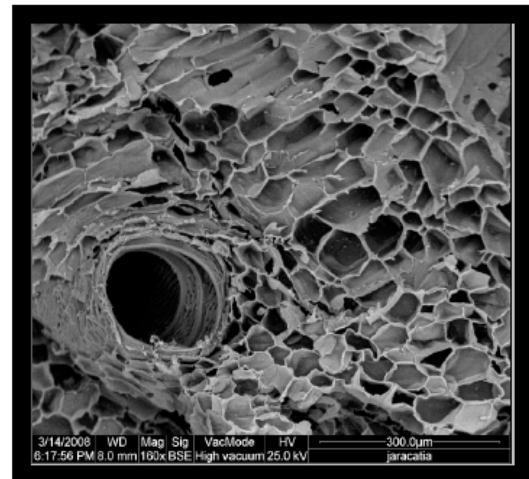


Figura 19

CONCLUSÃO

O farelo apresentou 60% de fibra alimentar total e a polpa “in natura” apresentou 08%. Os teores de proteínas foram 3,66% e 1,03%; lipídios 0,57% e 0,42%; cinzas 12,43% e 0,95% e carboidratos 83,34% e 8,57% respectivamente. As propriedades tecnológicas: CRA, CDA, VI e CIMO do farelo tratado termicamente e do farelo não tratado não tiveram diferença significativa ($P > 0.05$) e os resultados foram, respectivamente: 9,80 e 10,19; 0,12 e 0,17; 9,95 e 11,0; 2,75 e 3,00. Na microscopia eletrônica de varredura, observou-se uma rede de tubos parenquimáticos interligados através da parede celular, sem preenchimento, isentos de compostos amiláceos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Marcos Bacceti, de Londrina, pelo fornecimento das amostras de Jaracatiá e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Lilian M. Pagamunici.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. v. I e II, 1995.

ARAÚJO, H.J.B. **Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização por similaridade das propriedades físicas e mecânicas**. 2002. 184 p. Dissertação de Mestrado (Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

CASTRO, L. A. S. **Processamento de Amostras para Microscopia Eletrônica de Varredura**. Embrapa, 2002. (Documentos, 93)

ÉDER-SILVA, E. **Frutíferas Nativas do Nordeste: qualidade fisiológica, morfologia e citogenética**. 2006. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Federal da Paraíba, 2006.

GUILLON, F; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**. v. 33, p 233 – 245, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Ed. Plantarum, 1992, 352p.

Mattos, J.R. **Fruteiras nativas do Brasil com potencial para a América Latina**. In: Simpósio Latino Americano de Recursos Genéticos Vegetais, 1., 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: SBF/SOB, 1997. p.29.

MENEZES E. W. **Adequação de conceitos de Composição de alimentos em função da biodiversidade**. Simpósio FAO/ LATIN FOODS/ SLAN/ BRASIL FOODS, 14º Congresso SLAN, nov. 2006.

MUNIZ, F. A. M. et al. Processo econômico de obtenção de celulose e papel a partir de Jaracatiá Spinosa. **Revista da Propriedade Industrial**, Brasília, n. 1817, p. 94, nov. 2004.

RAUPP, D.S. et al. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p.395-402, 2000.

RAUPP, D.S. et al. Digestive and functional properties of a partially hydrolyzed cassava solid waste with high insoluble fiber concentration. **Scientia Agricola**, v.61, n.3, p.1-6, 2004.

ROBERTSON, J. A. et al. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v 33, p. 72-79, 2000.

SATO, C. E. et al. **Comportamento do compósito de pead reforçado com fibras de sapé**. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. São Carlos, CBECiMat, 2008.

SHINNICK, F. L. et al. Oat fiber: composition versus physiological function in rats. **Journal of Nutrition**, v. 118, n. 2, p. 144-151, 1988.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição Centesimal e Propriedades Funcionais Tecnológicas da Farinha da Casca do Maracujá. **Alim. Nutr.** Araraquara, v. 19, n.1. p. 33-36, jan./mar. 2008.

THARANATHAN, R. N.; MAHADEVAMMA, S. Grain legumes -a boon to human nutrition. **Trends in Food Science e Technology**, v. 14, p. 507-518. 2003

VÁZQUEZ-OVANDO, A. et al. Physicochemical properties of a Fibrous Fraction from Chia (*Salvia hispanica* L.). **LWT – Food Science and Technology**. México, v. 42, p. 168-173. 2009.

ZAMBRANO, M.; MELÉNDEZ, R.; GALLARDO, Y. Propriedades Funcionales y metodologia para su Evaluación em fibra dietética. In.: LAJOLO, F. **Fibra dietética em Iberoamerica: tecnologia y salud**. Brasil: Livraria LTDA, 2001. p 195-209.

5.2 EFEITO DE FIBRA DE JARACATIÁ NO CRESCIMENTO DE *Lactobacillus acidophilus*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da fibra de jaracatiá, no crescimento de *Lactobacillus acidophilus*. Cultivou-se a bactéria láctica em “pour plate”, em oito meios de cultura contendo diferentes combinações e quantidades (0.05% ou 0.5% p/p) de fontes de carbono (glicose, inulina e fibra de jaracatiá) determinadas através de planejamento fatorial 23 completo, tendo como variável dependente o efeito da fibra de jaracatiá sob o desenvolvimento do *L. acidophilus*. Verificou-se que a contagem do número de colônias variou de 9,19 a 9,48 (Log UFC/g). Isoladamente, inulina e glicose apresentaram os piores desempenhos como substratos em meio para crescimento da espécie estudada. No entanto a fibra de jaracatiá apresentou resultado superior. Observou-se uma interação positiva e significativa ($P < 0,05$), entre a glicose e a fibra de Jaracatiá, indicando maiores contagens de *L. acidophilus* quando foram utilizadas, em um mesmo experimento, as duas fontes de carbono. Esse tipo de interação ocorreu também entre as variáveis inulina e fibra de Jaracatiá, demonstrando que os experimentos que continham essas combinações de substrato, favoreceram o desenvolvimento do microrganismo. Conclui-se que a fibra de Jaracatiá influenciou positivamente o metabolismo de *L. acidophilus*, ou seja, favoreceu o seu desenvolvimento, indicando que esta fibra pode ser utilizada para estimular o crescimento desse microrganismo, principalmente associada com glicose.

Palavras-chave: Metodologia de Contraste. Prebióticos. Probióticos. Inulina.

INTRODUÇÃO

Segundo o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde, Resolução RDC nº 2, de janeiro de 2002, entende-se por probióticos os microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2002).

As culturas probióticas são suplementos microbianos que aumentam de maneira significativa o valor nutritivo e terapêutico dos alimentos. Dentre os diversos gêneros que integram este grupo, destacam-se o *Bifidobacterium* e o *Lactobacillus*, em particular, a espécie *Lactobacillus acidophilus*. Os *L. acidophilus* são bactérias gram-positivas, catalase negativas, anaeróbias a microaerófilas,

homofermentativas e possuem formato de bastonetes. São residentes naturais do intestino humano e de animais. Crescem em temperatura entre 20 e 48°C, sendo a temperatura ótima de crescimento 37°C (FRANCO; LANDGRAF; DESTRO, 1996).

Os lactobacilos contribuem com o sabor e aroma em alimentos fermentados, produzindo vários compostos voláteis, como o diacetil e seus derivados. *Lactobacillus acidophilus* promove muitos benefícios à saúde incluindo: modulação do sistema imune; redução da ocorrência de diarreia em humanos (crianças e adultos); redução do colesterol e da intolerância à lactose (SILVA; STAMFORD, 2000). Suplementação oral através de produtos contendo células viáveis de *L. acidophilus* diminui a quantidade de glucuronidase, azoredutase e nitroredutase, enzimas bacterianas que catalisam a conversão de procarcinógenos em carcinógenos (RAO et al., 1999).

Não está estabelecida a quantidade ótima de consumo de produtos contendo bactérias probióticas necessárias para promover benefícios nutricionais aos consumidores (GILLILAND et al, 2002). Vinderola e Reinheimer (2000) sugerem níveis acima de 10^7 UFC por grama ou mililitros do produto para serem garantidos efeitos funcionais fisiológicos. Outros autores preconizam número mínimo de células viáveis de 10^5 UFC. G^{-1} (SHAH et al, 1995; SAMONA; ROBINSON, 1994). Possivelmente essas contagens sejam ainda efetivas no caso de produtos lácteos consumidos com frequência regular (VINDEROLA; REINHEIMER, 2000).

O termo prebiótico é definido como um ingrediente alimentar não digerível pela maioria dos microrganismos do intestino, e que afeta benéficamente o hospedeiro, pelo estímulo seletivo do crescimento e/ou atividade de apenas um ou um número limitado de bactérias no cólon (GIBSON; ROBERFROID, 1995). Os prebióticos exercem um efeito protetor sobre as bactérias probióticas, incluindo o aumento de sua sobrevivência e atividade durante a estocagem do produto (DONKOR, 2006).

Para um ingrediente alimentar ser classificado como um prebiótico é necessário, dentre outros fatores, ser um substrato seletivo para um número limitado de bactérias potencialmente benéficas do cólon, que são estimuladas para crescerem e desenvolverem atividades metabólicas (FOOKS; FULLER; GIBSON, 1999). Os prebióticos não somente proporcionam aumento potencial do número de bactérias benéficas no intestino grosso de humanos, predominantemente os

lactobacilos e as bifidobactérias, mas também aumentam sua atividade metabólica através do fornecimento de substrato fermentável (BIELECKA et al, 2002). Muitos carboidratos não digeríveis vêm sendo testados, como a inulina e outros frutooligossacarídeos devido à sua resistência à digestão.

A inulina é um carboidrato do grupo de polissacarídeos chamados frutanas. É composto por uma cadeia principal de unidades de frutose com uma unidade de glicose terminal (ROBERFROID, 1993).

O objetivo do presente foi o de verificar o efeito da polpa fibrosa de caule de Jaracatiá no crescimento de *Lactobacillus acidophilus* em meio de cultura com diferentes fontes de carbono (glicose, inulina e fibra de Jaracatiá).

MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas utilizadas foram: polpa fibrosa de *J. spinosa*, apresentada sob a forma de farinha; inulina (HP (DP-23) / ORAFTI) e glicose (VETEC).

Planejamento experimental

O experimento foi desenvolvido utilizando planejamento fatorial 2^3 completo, ou seja, com dois níveis de variação (-1 e 1) e três variáveis independentes (X1 – Glicose, X2 – Inulina, X 3 – Fibra de Jaracatiá), tendo como variável dependente efeito das fontes de carbono sob o desenvolvimento do microorganismo *Lactobacillus acidophilus*, Chr. Hansen, como demonstrado na tabela 08.

Tabela 08 – Metodologia de contraste utilizando planejamento fatorial 2^3 completo

Meio	Variáveis Independentes Codificadas			Variáveis Independentes Decodificadas		
	x_1	x_2	x_3	Glicose (g)	Inulina (g)	Polpa de Jaracatiá (g)
1	-1	-1	-1	0,125	0,125	0,125
2	1	-1	-1	1,25	0,125	0,125
3	-1	1	-1	0,125	1,250	0,125
4	1	1	-1	1,250	1,250	0,125
5	-1	-1	1	0,125	0,125	1,250
6	1	-1	1	1,250	0,125	1,250
7	-1	1	1	0,125	1,250	1,250
8	1	1	1	1,250	1,250	1,250
Variável Dependente				Efeito das fontes de carbono sob o desenvolvimento do microorganismo <i>Lactobacillus acidophilus</i>		

Meio de Cultura

Os meios de cultura utilizados para o cultivo de *L. acidophilus* foram formulados baseando-se na composição do meio MRS. Foram preparados oito meios modificando apenas as concentrações das fontes de carbono (glicose, inulina e fibra de jaracatiá). Sendo assim, todos os meios continham: 1% de extrato de carne (Biobrás); 0,5% de extrato de levedura (Vetec); 1% de peptona proteose (Synth); 0,2% de citrato de amônio (Vetec); 0,5% de acetato de sódio (Vetec); 1,5% de Agar-agar (Vetec).

A partir desta formulação, acrescentou-se glicose, inulina e fibra de jaracatiá, variando as concentrações de 0,5% (1,25g) a 0,05% p/p (0,125g). Os meios de cultura depois de preparados foram autoclavados a 121°C por 15 minutos.

Ativação do Microorganismo

Para a ativação do *Lactobacillus acidophilus*, a cultura liofilizada foi inoculada em tubos de ensaio contendo 10mL de leite estéril desnatado, e posteriormente, incubada por 18-24 horas a 37°C em estufa bacteriológica. Decorrido o período de incubação, 1mL do leite inoculado foi transferido para outro tubo contendo 10mL de leite estéril desnatado e incubado novamente nas mesmas condições descritas anteriormente.

Enumeração de *Lactobacillus acidophilus*

Foi retirado 1mL da cultura ativa e transferido para 9mL de água salina. A partir desta diluição, 10^{-1} , realizou-se as subseqüentes: 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , e 10^{-9} . Um mililitro das diluições 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} e 10^{-9} , foram inoculados em pour plate, em todos os meios de cultura já descritos. Esse procedimento foi realizado em duplicata. As placas foram incubadas aerobicamente a 37°C por 72 horas. Após este período, placas que continham de 30 a 300 colônias foram enumeradas, sendo assim, colônias claras, de 0,6 a 0,9mm de largura e de 1,5 a 6mm de comprimento foram contadas. As placas dos experimentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, na diluição 10^{-7} estão demonstradas na Figura 20 abaixo, respectivamente:

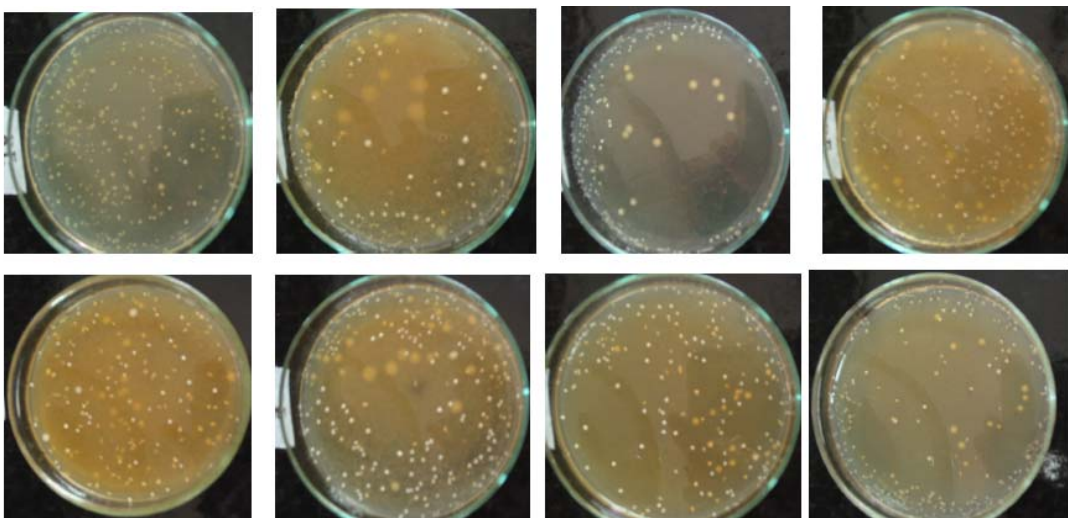


Figura 20 – Placas de todos os experimentos exibindo as colônias resultantes

Análise Estatística

Os dados foram analisados através de planejamento fatorial 2^3 completo utilizando o programa Statistic for Windows versão 6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 09 apresenta o total de colônias de *L. acidophilus*, em escala logarítmica, encontrados em cada experimento.

Tabela 09 – Total de colônias (log UFC/g) em cada meio de cultura

Experimento	Contagem de <i>L. acidophilus</i> (log UFC/g)
1	9,48
2	9,33
3	9,30
4	9,19
5	9,30
6	9,40
7	9,30
8	9,44

Verificou-se que a contagem do número de colônias de *L. acidophilus* variou de 9,19 a 9,48 (log UFC/g). O menor valor correspondeu ao experimento 4, que tinha como fonte de carbono: 0,5% de glicose; 0,05% de inulina HP e 0,5% de fibra de Jaracatiá. Já o maior valor correspondeu ao experimento 1 que tinha como fonte de carbono: 0,05% de glicose, 0,05% de inulina HP, 0,05% de fibra de Jaracatiá. Sendo assim, é possível observar que a combinação entre as três fontes de carbono na concentração mínima foi o que apresentou melhores resultados no crescimento deste microorganismo.

Os valores apresentados na Tabela 09 foram analisados no estatisticamente resultando a Tabela 10. Nesta tabela pode-se observar o efeito,

desvio padrão e “p” de cada variável independente, bem como interações ocorridas entre algumas delas.

Tabela 10 – Efeito, desvio padrão e nível de significância de cada variável independente.

Fator	Efeito	Desvio Padrão	P
Média	9,3450	0,0025	0,0002*
Glicose (1)	-0,0100	0,0050	0,2951
Inulina (2)	-0,0750	0,0050	0,0423*
Fibra Jaracatiá (3)	0,0300	0,0050	0,1051
Gli x Inulina (1 x 2)	0,0250	0,0050	0,1256
Glix Fibra Jaracatiá (1 x 3)	0,1300	0,0050	0,0244*
Inulina x Fibra Jaracatiá (2 x 3)	0,0950	0,0050	0,0334*

As variáveis inulina e glicose apresentam efeito negativo sobre a variável independente. Sendo assim, estas variáveis influenciaram negativamente o desenvolvimento do *L. acidophilus*. Essa influencia pôde ser observada principalmente no experimento 4, o qual apresentava alta quantidade dos dois componentes, resultando em menor desenvolvimento do microrganismo, caracterizado pela contagem de menor número de colônias (log UFC/g). Já a variável independente fibra de Jaracatiá apresentou efeito positivo significativo ($p < 0,05$), indicando que influenciou positivamente a viabilidade da bactéria em questão, como constatado nos experimentos 6 e 8.

Observou-se, através dos resultados, uma interação de efeito positivo e significativo, entre a variável glicose e a variável Fibra de Jaracatiá, indicando que o crescimento do *L. acidophilus* foi aumentado quando se utilizou, em um mesmo experimento, tanto concentrações altas como concentrações baixas de ambas as variáveis. Isto se deve ao fato de que para se ganhar a interação positiva ambos devem ser positivos (concentração alta) ou ambos negativos (concentração baixa). Este fato explica a maior contagem de colônias no experimento 1, já que o mesmo apresentava concentrações mínimas de glicose e fibra de jaracatiá e também nos experimentos 6 e 8, já que estes apresentavam concentrações máxima

de ambas as variáveis. Esse tipo de interação ocorreu também entre as variáveis inulina e fibra de Jaracatiá, indicando então que os experimentos que continham concentrações mínimas ou máximas de ambas as variáveis ao mesmo tempo, favoreceu o desenvolvimento do microrganismo em questão.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a associação entre a inulina e a glicose não propiciou crescimento significativo no desenvolvimento de *L. acidophilus*, enquanto que na combinação do jaracatiá com inulina ou glicose, o crescimento foi significativo, indicando que o mesmo pode ser utilizado juntamente com glicose ou inulina para favorecer o crescimento deste microrganismo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Marcos Baccti, Londrina, pelo fornecimento das amostras de Jaracatiá e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Lílian M. Pagamunici.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, **Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional ou de Saúde**, Resolução RDC nº 2, 7 de janeiro de 2002.

BIELECKA, M. et al. Effect of non-digestible oligosaccharides on gut microecosytem in rats. **Food Reserch International**, v. 35, p. 139-144, 2002.

DONKOR, O. N. et al. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. **Internacional Dairy Journal**, v. 16, p. 1181-1189, 2006.

ÉDEN-SILVA. **Identificação de Jaracatiá spinosa**. 2006. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, 2006.

FOOKS, L.; FULLER, R.; GIBSON, G. R. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. **International Dairy Journal**, v. 9, n. 1, p. 53-61, 1999.

FRANCO, B. D. G. M. et al. Viability during storage of selected probiotic lactobacilli and bifidobacterias in a yogurt-like product. **Food Microbiology**. 2002

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **J. Nutrition**, Bethesda, v. 125, p. 1401-1412, 1995.

GILLILAND, S. E. et al. Viability during storage of selected probiotic lactobacilli and bifidobacterias in a yogurt-like product. **Food Microbiology and Safety**, v. 67, n. 8, p. 3091-3095, 2002.

ROBERFROID, M.; GIBSON, G. R.; DELZENNE, N. The biochemistry of oligofructose, a nondigestible fiber: an approach to calculate its caloric value. **Nutrition Reviews**, v. 51, n. 5, p.137-146, 1993.

SHAH, N. P. et al. A. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yoghurt during refrigerated storage. **International Dairy Journal**, v. 5, n. 5, p. 515-521, 1995.

SILVA, L. L.; STAMFORD, T. L. M. Alimentos probióticos: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v. 14, n. 68-69, p. 41-50, 2000.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 10, p. 271-275, 2000.

5.3 POLPA FIBROSA DE CAULE DE JARACATIÁ PARA SUPLEMENTAÇÃO DE IOGURTES

Resumo

O objetivo do trabalho foi desenvolver um iogurte suplementado com fibra alimentar, proveniente da polpa fibrosa de caule de Jaracatiá. Para a fermentação do leite, adicionou-se cultura mista contendo *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* e *S. thermophilus*. Utilizou-se polpa no estado “in natura” (triturado) e no estado seco (em forma de farelo), no desenvolvimento de iogurte batido. A polpa in natura era composta por 8% de fibra alimentar total e o farelo por 60%. Desenvolveram-se três formulações de iogurtes: 1) natural (controle); 2) com 10% de polpa de jaracatiá “in natura”, sabor e aroma de coco; 3) com 3% de farelo de jaracatiá, com sabor e aroma de baunilha. Todas as formulações continham 10% de açúcar. As quantidades de jaracatiá utilizadas na elaboração dos iogurtes foram estimadas através de testes preliminares realizados a fim de se obter a quantidade máxima aceitável sensorialmente. Os produtos formulados foram submetidos às análises de: composição centesimal; fibra alimentar solúvel, insolúvel e total; microbiológica; consistência e aceitação sensorial. As composições centesimais dos iogurtes com polpa “in natura” e farelo foram respectivamente: proteínas 2,89% e 2,91%; lipídios 2,52% e 2,51%, umidade 82% e 79,95%; cinzas 0,83% e 0,86%; carboidratos 11,76% e 13,78%. O iogurte com farelo de jaracatiá apresentou 1,8% de fibra alimentar total, sendo considerado “fonte” deste nutriente. Já o iogurte com jaracatiá “in natura” apresentou 0,8% de fibra alimentar total. As formulações de iogurte apresentaram aceitação de 96,15% e 94,23% quanto à aceitação global, nos iogurtes com farelo e “in natura”, respectivamente.

Palavras-chave: Análise Sensorial. Textura. Iogurte Batido. Fibra Alimentar.

INTRODUÇÃO

No Brasil, já são vários os alimentos funcionais presentes no mercado como os iogurtes com probióticos que melhoram a saúde intestinal (PADILLA et al., 2006). Segundo a portaria N°398 de 30 de abril de 1999, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, Alimento funcional é todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica.

Além da adição de microrganismos probióticos, a utilização de outros ingredientes que atribuam ao produto à alegação de saudável e funcional, é

de grande interesse. O desenvolvimento de iogurtes com fibras é uma excelente opção no desenvolvimento de novos produtos.

Pesquisas têm revelado inúmeros benefícios das fibras na redução do risco de doenças e na manutenção da saúde, enfatizando a importância do consumo de alimentos que contenham um teor elevado destes componentes (MACIEL, 2006).

A ingestão dietética de referência de fibras varia dependendo dos estágios de vida e fisiológico. Para homens de 19 a 50 anos, a ingestão diária adequada é da ordem de 38g de fibra alimentar total, e para mulheres, na mesma faixa etária, é de 25g (IOM, 2005).

O objetivo do trabalho foi desenvolver um iogurte, suplementado com fibra alimentar, proveniente da polpa fibrosa de caule de jaracatiá.

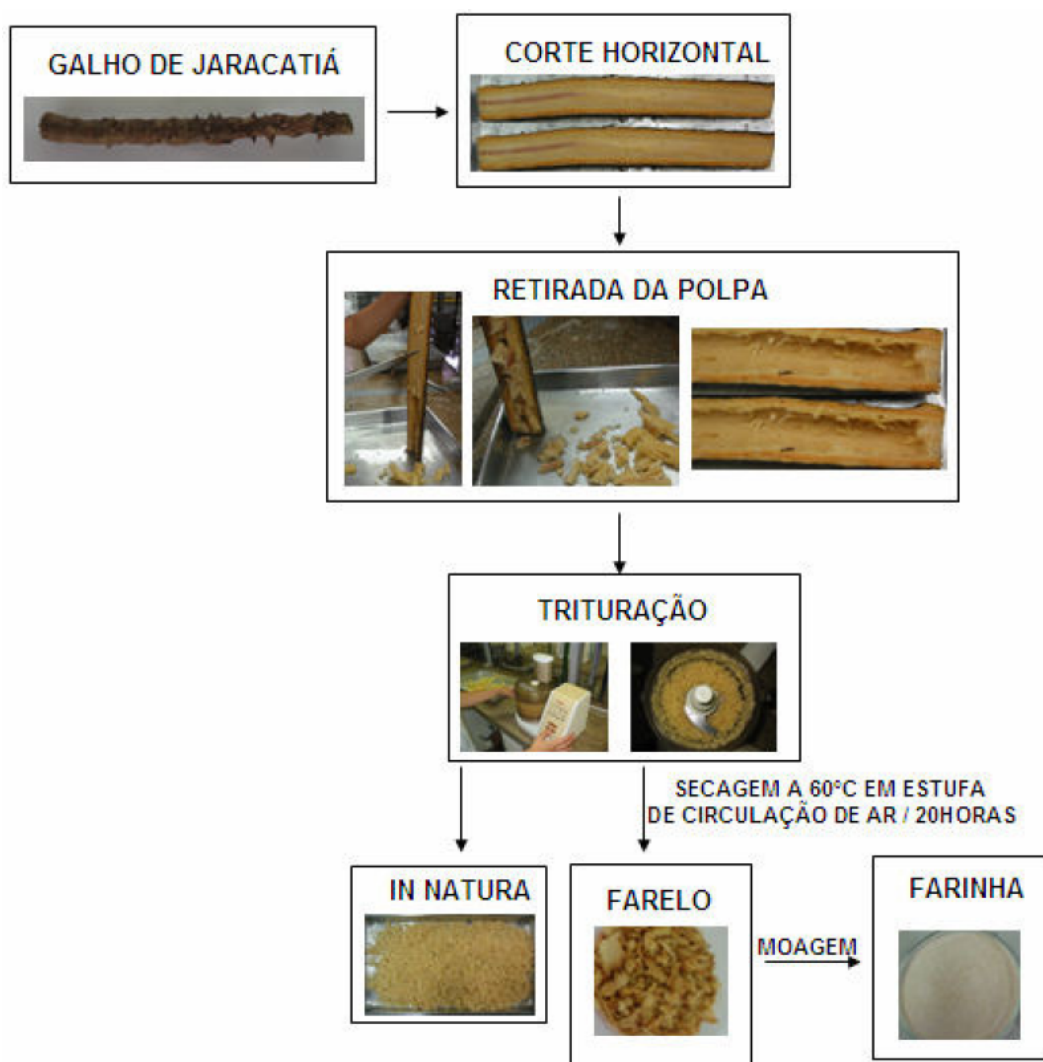
MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado leite integral UHT (POLLY); açúcar refinado (Alto Alegre); saborizante de coco (Duas Rodas); aromatizante de coco (Duas Rodas); aromatizante de baunilha (Duas Rodas); cultura liofilizada, de cepas mistas de: *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* e *S. thermophilus* (Bio Rich[®]) da empresa Chr. Hansen. Utilizou-se também polpa e farelo de jaracatiá, os quais foram desenvolvidos nos laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina – PR, a partir de árvore da espécie *J. spinosa*, localizada na chácara Bacctei, na vila Carumuru, na zona rural de Cambé – Paraná.

Polpa fibrosa de jaracatiá

A polpa fibrosa de jaracatiá foi utilizada de três maneiras: 1) “in natura” triturada (tamanho médio de 0,5cm); 2) seca na forma de farelo (tamanho médio de 0,5cm) e 3) seca em pó. Para a obtenção das mesmas, os galhos de árvores de jaracatiá foram descascados, para a retirada polpa fibrosa interna, que posteriormente foi triturada. Parte da polpa triturada foi submetida à secagem, em

estufa de circulação de ar a 60°C e a outra parte foi apenas embalada e armazenada a uma temperatura de -20°C. A polpa de jaracatiá seca, foi separada em dois lotes, dos quais um foi submetido à moagem, em moinho de bancada (IKA A11 Basic), para obtenção de farinha de jaracatiá. O processo de fabricação de polpa fibrosa “in natura”, farelo e pó, pode ser visualizado no fluxograma 01.



Fluxograma 01 – etapas de obtenção de polpa, farelo e farinha de caule de Jaracatiá

Formulação de logurte

Ensaio Preliminar: realizou-se ensaio preliminar para definir a quantidade de polpa fibrosa de jaracatiá e seu estado físico (“in natura”, farelo ou em pó) a ser utilizado no produto de estudo, garantindo quantidade mínima de fibra e condições físicas e

sensoriais adequadas. Para isso, desenvolveram-se doze formulações de iogurte. Quatro continham polpa em pó (1A, 1B, 1C, 1D) ou polpa “in natura” (2A, 2B, 2C, 2D), três continham polpa em farelo (3A, 3B, 3C) e uma não continha polpa, para ser utilizada como controle (Tabela 11).

Tabela 11 – Formulações de iogurte adicionados de polpa fibrosa de Jaracatiá

FORMULAÇÃO	Polpa Fibrosa de Jaracatiá (%)			Aroma (%)		Sabor (%)	Adoçante (%)
	FARINHA	IN NATURA	FARELO	COCO	BAUNILHA	COCO	SACAROSE
1A	2	-	-	2	-	1	10
1B	4	-	-	2	-	1	10
1C	6	-	-	2	-	1	10
1D	8	-	-	2	-	1	10
2A	-	8	-	2	-	1	10
2B	-	10	-	2	-	1	10
2C	-	12	-	2	-	1	10
2D	-	14	-	2	-	1	10
3A	-	-	2	-	1	-	10
3B	-	-	3	-	1	-	10
3C	-	-	4	-	1	-	10
4A	-	-	-	-	-	-	10

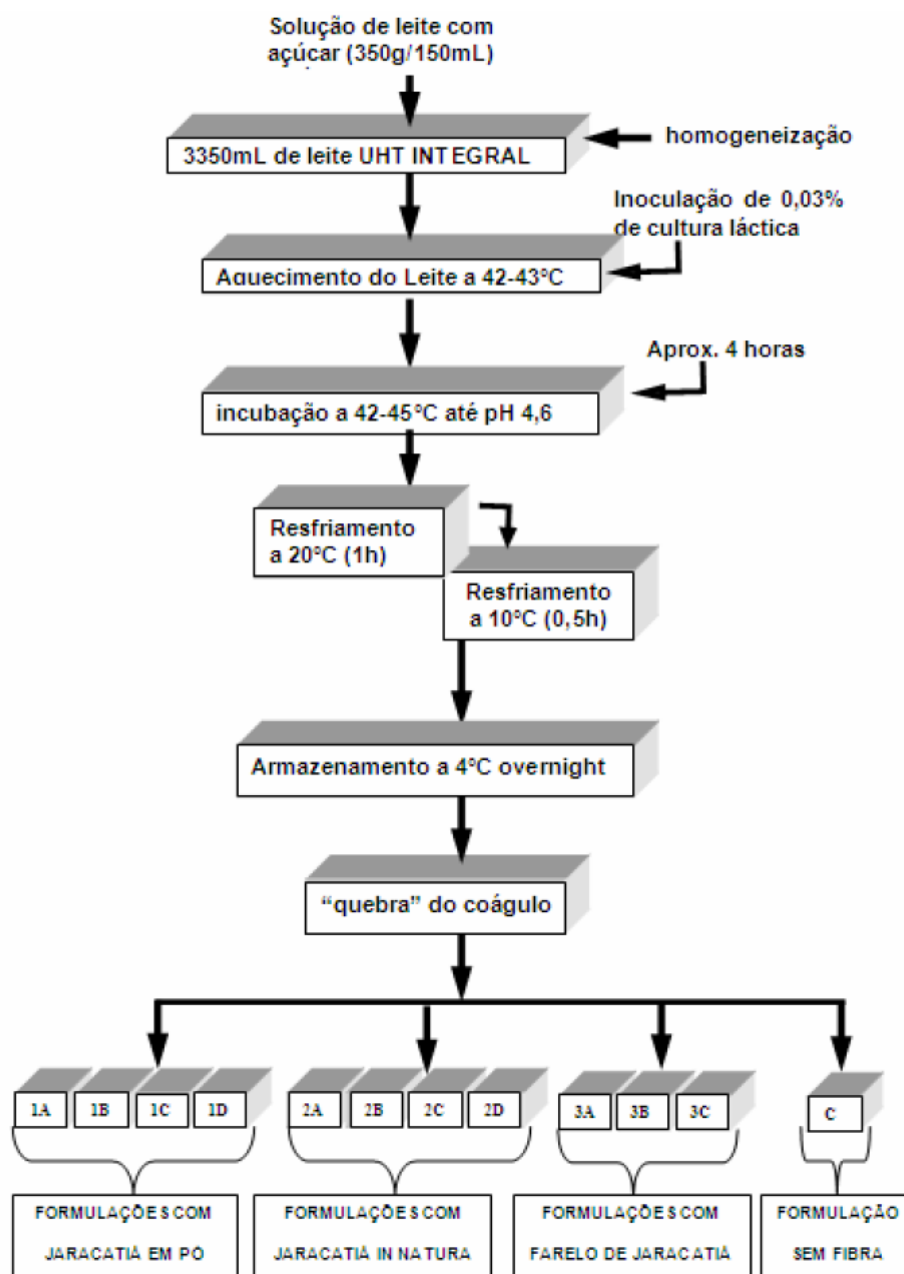
As formulações foram pré-avaliadas em relação ao aspecto visual e sensação tátil na boca, por um grupo de 06 provadores.

Preparação dos iogurtes: realizou-se tratamento térmico das polpas (“in natura”, farelo e em pó) e do açúcar (com 50% p/p de leite), utilizando autoclave em vapor fluente, por 20 minutos (FUCS, 2005) para esterilizar e também evitar escurecimento enzimático e perda de propriedades funcionais. Após o tratamento térmico, a solução de leite com açúcar (1:2) foi adicionada ao restante do leite integral UHT que foi aquecido à temperatura de 42 -43°C para inoculação de 0,03% cultura láctica. Após a homogeneização da cultura no leite, a mistura foi mantida em B.O.D à temperatura de 42 -45°C, até atingir pH e acidez, em torno de 4,6 e 0,6%, respectivamente (4 horas, aproximadamente). Após este período, o coágulo foi resfriado primeiramente a 18 -20°C, em um período de no máximo 60 minutos e, posteriormente, a 10°C (em 30 minutos). O coágulo foi então armazenado, overnight,

a temperatura de 4°C. Após este período realizou-se a “quebra” do coágulo e a divisão da massa em 12 partes:

- 4 partes para as formulações com polpa in natura
- 4 partes para as formulações com jaracatiá em pó
- 3 partes para as formulações com farelo
- 1 parte para utilizar como controle (iogurte natural)

O jaracatiá e os demais ingredientes foram adicionados nas condições e porcentagens especificadas na tabela 01. Os iogurtes foram homogeneizados e armazenados a 4°C. A esquematização do processo de desenvolvimento dos iogurtes está demonstrada no Fluxograma 02.



Fluxograma 02 – produção de iogurte

Análises Microbiológicas

Contagem de Bolores e Leveduras: a contagem de bolores e leveduras foi realizada utilizando meio ágar BDA (Agar Batata Dextrose) acidificado com ácido tartárico 10%. A solução ácida foi esterilizada por filtração. O meio de cultura foi preparado seguindo-se as instruções do fabricante. A inoculação foi feita em

superfície utilizando alça de Drigaski. As placas de petri foram incubadas, com a tampa para cima, a 25°C por 5 dias (FRANCO, 1997).

Determinação de Coliformes a 35 e a 45°C: a determinação de coliformes a 35°C foi realizada utilizando técnica de tubos múltiplos, com 3 diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} em triplicata. Utilizou-se caldo VBB (verde bile brilhante) em tubos de ensaio contendo tubinhos de Duran. O meio de cultura foi preparado conforme instruções do fabricante. A inoculação foi feita utilizando-se 1mL de cada diluição. Os tubos múltiplos foram incubados a 37°C por 1dia. Como não houve formação de gás, não foi necessária a determinação de coliformes a 45°C. Tanto Bolores e Leveduras quanto Coliformes a 45°C são análises microbiológicas exigidas pela resolução nº 5 de 13 de novembro de 2000 (BRASIL, 2000), para iogurte. Sendo assim, essas análises foram realizadas antes da análise sensorial dos iogurtes.

Avaliação Sensorial: através do teste preliminar das formulações de iogurtes, definiram-se duas formulações como produtos de estudo na avaliação sensorial: a 2B (10% polpa “in natura” de jaracatiá) e a 3B (3% de farelo de jaracatiá).

Índice de aceitação: teste de aceitação do iogurte, com polpa fibrosa de caule de jaracatiá, foi realizado utilizando teste sensorial afetivo de escala hedônica, estruturada de 9 pontos (9=gostei muitíssimo; 1=desgostei muitíssimo). Participaram do teste 80 provadores não treinados, sendo 28 homens e 52 mulheres, com idade entre 16 e 62 anos, de faixa etária média de 25 anos. O teste foi realizado em cabines individuais do laboratório de análise sensorial, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Londrina. Cada participante avaliou as duas formulações, iogurte com polpa de jaracatiá e iogurte com farelo de jaracatiá, individualmente. Para isso as amostras, codificadas com 3 dígitos, foram servidas separadamente a uma temperatura média de 8°C, em copinhos de 80mL, com aproximadamente 50mL de cada amostra. Água mineral à temperatura ambiente foi disponibilizada para os consumidores, para efetuar a limpeza do palato antes de provar a amostra. Pediu-se para que os provadores avaliassem a amostra em relação as seguintes características: aceitação global, aparência, consistência, aroma e sabor, utilizando a escala hedônica para indicar o quanto gostou ou

desgostou de cada característica avaliada separadamente. A ficha utilizada está demonstrada na Figura 21.

TESTE DE ESCALA HEDÔNICA				
NOME:.....IDADE.....DATA				
Por favor, primeiramente marque o número da amostra no espaço indicado.				
N° DA AMOSTRA: _____				
Em seguida, prove a amostra e use a escala a baixo, para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra, em relação aos seguintes parâmetros: ACEITAÇÃO GLOBAL (o que achou do produto de uma maneira geral), APARÊNCIA, CONSISTÊNCIA, AROMA E SABOR				
9 – Gostei muitíssimo				
8 – Gostei muito				
7 – Gostei moderadamente				
6 – Gostei ligeiramente				
5 – Nem gostei/nem desgostei				
4 – Desgostei ligeiramente				
3 – Desgostei moderadamente				
2 – Desgostei muito				
1 – Desgostei muitíssimo				
ACEITAÇÃO GLOBAL	APARÊNCIA	CONSISTÊNCIA	SABOR	AROMA
N°	N°	N°	N°	N°

Figura 21 – ficha de teste de escala hedônica

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com duas fontes de variação (iogurtes e consumidores). As médias de aceitação foram comparadas pelo teste de Tukey, e a hipótese das médias de aceitação global, aparência, consistência, aroma e sabor, que diferiram de 5 na escala do ideal, foi avaliada pelo teste t. O nível de significância utilizado foi 5%. O programa utilizado para realizar as análises estatísticas foi o Statistica versão 6.0 (StatSoft, 2001).

Determinações Químicas

Umidade: determinou-se utilizando metodologia gravimétrica, onde 5 gramas de amostra foram submetidas a secagem, em estufa a 105°C, até obtenção de peso constante. A porcentagem de umidade foi determinada através da diferença entre

peso da matéria úmida e da matéria seca, dividida pelo peso da matéria úmida, vezes 100 (A.O.A.C. 1995).

Cinzas: determinou-se utilizando metodologia gravimétrica, onde 5 gramas de amostra, previamente seca e calcinada, foram submetidas a total incineração, em mufla a 550°C. A porcentagem de cinzas foi determinada através da diferença entre peso da matéria úmida e da matéria incinerada, dividida pelo peso da matéria úmida, vezes 100 (A.O.A.C. 1995).

Proteínas: a estimativa da quantidade de proteína bruta foi realizada de forma indireta, através da quantificação de nitrogênio presente na amostra, utilizando-se microkjeldahl. 0,2 gramas de amostra foram submetidos ao processo de digestão ácida com mistura catalítica, a uma temperatura de 220°C. A amostra digerida foi destilada com hidróxido de sódio 50% e, o destilado que foi coletado com ácido bórico, foi titulado (A.O.A.C. 1995).

Lipídios: A fração lipídica foi determinada por gravimetria, após a extração da mesma em Soxhlet, com éter de petróleo, o qual foi removido por evaporação (A.O.A.C. 1995).

Carboidratos: os carboidratos foram quantificados por diferença. Todos os constituintes da amostra foram somados e o resultado foi subtraído de 100. O valor encontrado correspondeu ao teor carboidratos.

Determinação de Fibra Alimentar Total, Solúvel e Insolúvel: foram determinadas por metodologia enzimática-gravimétrica, segundo o método nº 985.29 da A.O.A.C. (1995). Resumidamente, um (01) grama de iogurte foi submetido à digestão enzimática seqüencial por α -amilase termo-estável, protease e amiloglicosidase. A fibra alimentar insolúvel (FAI) foi filtrada e o resíduo foi lavado com água destilada a 70°C. A solução combinada do filtrado e água de lavagem foram precipitadas com quatro volumes de etanol 95% para determinação de fibras solúveis (FAS). O precipitado foi filtrado e seco. Os resíduos de FAS e FAI foram corrigidos para proteínas, cinzas e branco para o cálculo final de fibras alimentares solúveis e

insolúveis. A determinação de fibra alimentar total foi adquirida através da soma de FAS e FAI.

Determinação do potencial Hidrogeniônico (pH): determinou-se o pH dos iogurtes usando potenciômetro digital, previamente calibrado (A.O.A.C,1995).

Acidez: a acidez dos iogurtes foram determinadas por titulação com solução de NaOH 0,1N, conforme técnica da A.O.A.C (1995) nº 970.124, um volume conhecido da amostra foi titulado com NaOH até o ponto de viragem da fenolftaleína. O resultado foi expresso em % de ácido láctico.

Determinação Física

Análise de Consistência: para determinação da consistência dos iogurtes foram utilizados 80mL de amostra colocadas em recipientes com diâmetro de 5cm e 4cm de altura. Utilizou-se texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems), com as seguintes especificações: **Velocidade pré-teste, velocidade teste e velocidade pós-teste** de 1,0 mm/s; **probe** de acrílico, em forma de disco, A – BE 35 *black extrusion rig* 35mm; **profundidade de penetração** de 20mm; **velocidade aquisição dos dados** (PPS) de 200,0; **força/trigger** de 0,05N. O parâmetro consistência foi obtido a partir da curva de força máxima (g) X tempo (s).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Formulação de iogurte

Teste Preliminar

iogurtes com Polpa Fibrosa de Jaracatiá em Pó: as formulações do teste preliminar foram avaliadas em relação ao aspecto visual e sensação tátil na boca. Constatou-se que as formulações que continham fibra em pó apresentavam sensação farinácea na boca e que essa sensação era diretamente proporcional a

porcentagem de polpa fibrosa de jaracatiá em pó. A partir de 4% de polpa em pó, pode-se visualizar a sedimentação do material fibroso, resultando em uma mistura heterogênea com duas fases: resíduo sólido no fundo do recipiente e massa leitosa na parte superior do mesmo.

logurtes com Polpa Fibrosa de Jaracatiá In Natura: as formulações com polpa fibrosa in natura foram bem aceitas, pois a polpa in natura assemelha-se com coco ralado, principalmente no que diz respeito à mastigabilidade. Porém percebeu-se um gosto residual amargo e adstringente, o que impediu a utilização de porcentagens altas já que essa percepção era diretamente proporcional a quantidade de polpa in natura adicionada. Também, a fibra in natura contém alta quantidade de água, e então, para se ter quantidades consideráveis de fibra, teve-se que colocar uma grande quantidade de polpa saturando o iogurte a partir da formulação com 12%.

logurtes com Farelo de Polpa Fibrosa de Jaracatiá: as formulações com farelo foram bem aceitas com porcentagens de 2 e 3%, já que com 4%, houve saturação do produto. Avaliando-se as 11 formulações, determinou-se utilizar fibra in natura na porcentagem de 10%, correspondendo a 0,8g de fibras e, farelo na porcentagem de 3%, correspondendo a 1,8g de fibra. As formulações 2B e 3B foram então produzidas e submetidas às avaliações: sensorial, físico-química, microbiológica e reológica.

Avaliação microbiológica

Os resultados de Bolores e Leveduras, e pesquisa de Coliformes, indicaram condições higiênico-sanitárias satisfatórias e inocuidade dos ingredientes.

Avaliação Sensorial

Iogurte com farelo de Jaracatiá

O iogurte com farelo de jaracatiá apresentou nota média de 7,9 pontos para o atributo aroma, correspondendo ao nível “Gostei muito” da escala hedônica e a aceitação global, apresentou nota média de 7,3 correspondendo à faixa de aceitação entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Estes índices descrevem a primeira impressão percebida pelo provador em relação ao produto avaliado, e foi constatado que o iogurte formulado com polpa de jaracatiá promove uma percepção sensorial positiva.

Em relação ao atributo sabor obteve escore médio de 7,0 a 8,0, correspondendo a faixa de aceitação “gostei moderadamente” a “gostei muito”, demonstrando uma ótima aceitação, já que Oliveira (2008) constatou, índice de boa aceitação em teste sensorial realizado com iogurtes de polpa de pinha-do-cerrado, com escores de 6,0 a 7,0, equivalentes a termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Tanto a aparência, quanto a consistência tiveram escore médio de 7,1 indicando também uma boa aceitação (Tabela 12). A aparência pode ter sido ligeiramente afetada pelo tamanho das partículas do farelo de jaracatiá, já que os mesmos eram visivelmente percebidos, conforme foi descrito por alguns provadores no campo “observações” da ficha de análise sensorial, que relataram a presença de material sólido de coloração ligeiramente marrom.

Além dos ingredientes adicionados à mistura base do iogurte, outros fatores podem influir nas características organolépticas dos produtos. A combinação de fermentos lácteos, temperatura de incubação e pH final desempenham papel importante nas propriedades sensoriais do iogurte.

Tabela 12 – Aceitabilidade de iogurte com farelo de Jaracatiá

	Aceitação global	Aparência	Consistência	Aroma	Sabor
Média	7,3	7,1	7,1	7,9	7,2

Para avaliar o percentual de aceitação, indiferença e rejeição do iogurte, as porcentagens dos valores hedônicos de 1 a 4 foram somadas e denominadas de “% de rejeição”. O valor 5 foi considerado como região de indiferença (“nem gostei, nem desgostei”) enquanto as notas de 6 a 9 foram consideradas “porcentagem de aceitação”.

O atributo aceitação global obteve uma porcentagem de 96,15% de aceitação e apenas 3,85% de rejeição. Esses índices podem indicar o potencial de compra do produto.

Para o atributo aroma, 94,23% dos provadores classificaram-no como aceitável e 5,77% foram indiferentes. Para estes provadores, o aroma, quando analisado individualmente, não proporcionou nenhuma resposta sensitiva imediata, nem no sentido de gostar e nem no sentido de desgostar. Nenhum provador rejeitou o aroma do produto. De maneira geral, o aroma teve ótima aceitação.

O sabor teve 92,31% de aceitação, 5,77% de indiferença e 1,92% de rejeição. Este atributo é extremamente importante, pois depois da primeira impressão notadamente visual, é a percepção sensorial mais crítica. Dependendo do sabor do produto, o consumidor irá ou não adquiri-lo novamente. Sendo assim, tem-se que o sabor do iogurte desenvolvido apresentou um excelente percentual de aceitação e, provavelmente, seria consumido novamente pelos consumidores.

Os atributos aparência e consistência tiveram porcentagens iguais de aceitação, 86,54%. A aparência pode ter sido influenciada pelas características físicas do farelo, principalmente a cor e o tamanho do grânulo. Este atributo foi um ponto crítico no desenvolvimento do iogurte, já que se utilizou grande quantidade de farelo de jaracatiá para se constituir fonte de fibra. O farelo é um material de baixa densidade, tendo portanto que ser acrescentado em grandes quantidades para atingir o percentual esperado de fibra alimentar. Isso fez com que o produto ficasse com partículas de farelo visivelmente perceptíveis em uma massa homogênea branca, proporcionando ao provador, uma impressão de material insolúvel, imiscível, etc. Além disso, o farelo tinha uma coloração marrom o que contrastou com a cor branca do gel protéico do iogurte. Essas características podem ter influenciado negativamente a aceitação de 7,69% e na indiferença de 5,77% dos provadores, na avaliação do atributo aparência. Entretanto, estas características influenciaram positivamente as respostas de mais de 85% de provadores, o que é bom, por se tratar de um produto exótico e novo. A consistência foi rejeitada por 11,54% dos

provadores e indiferente para 1,92% (Tabela 13). Os provadores que rejeitaram a consistência do produto, provavelmente estão acostumados a consumir iogurtes mais firmes ou então por terem analisado o produto como iogurte tradicional sem quebra do gel, e não como iogurte batido. Essa informação não foi repassada aos provadores que, provavelmente, avaliaram a amostra como iogurte tradicional, já que foi servida uma colher para manusear o iogurte, dando a impressão de “iogurte que se come com colher”.

De modo geral, o iogurte com farelo de jaracatiá teve uma excelente aceitação, já que produtos alimentícios da linha saudável, com ingredientes diferenciados como as fibras, geralmente abrangem um público consumidor específico e, segundo Dutcosky (2005) um produto é considerado aceito quando obtém, no mínimo, 70% de aceitação.

Tabela 13 – Porcentagem de Aceitação de iogurte com farelo de jaracatiá

%	Aceitação global	Aparência	Consistência	Aroma	Sabor
Aceitação	96,15	86,54	86,54	94,23	92,31
Indiferença	0,0	5,77	1,92	5,77	5,77
Rejeição	3,85	7,69	11,54	0,0	1,92

Iogurte com Jaracatiá In Natura

O iogurte com jaracatiá “in natura” apresentou nota média de 7,6 pontos para o atributo aroma, correspondendo, praticamente, a faixa de aceitação “Gostei muito” da escala hedônica. Essa aceitação pode ter sido influenciada pela característica do aroma de coco que é neutro, levemente doce e fresco tornando-se agradável para a maioria das pessoas.

A aceitação global do iogurte com polpa de jaracatiá, apresentou nota média de 7,5 correspondendo à faixa de aceitação entre “gostei moderadamente” a “gostei muito”. Com essa nota verificou-se que a primeira impressão deixada pelo produto ao provador foi boa, instigando-o a consumir o produto.

A nota média para o atributo sabor foi de 7,4, correspondendo a faixa de aceitação “gostei moderadamente” a “gostei muito”, demonstrando que, semelhante ao resultado do iogurte de farelo de jaracatiá, houve uma boa aceitação.

A consistência apresentou nota 7,1, ou seja, os provadores gostaram “ligeiramente” do produto. Essa avaliação é positiva, uma vez que muitos provadores analisaram o produto como iogurte tradicional, que tem gel firme e bastante consistente ao invés que avalia-lo como iogurte batido que sofreu quebra do coágulo e adição de polpa com conseqüente agitação, resultando em um produto menos consistente.

Em relação à aparência do produto, a mesma foi marcada no ponto central da faixa “gostei ligeiramente” e “gostei muito” pelos provadores, sendo que a nota média foi aproximadamente 7,5 (Tabela 14). Essa avaliação pode ter sido favorecida pela característica semelhante da polpa de jaracatiá com coco dando a impressão de pedaços de coco no “corpo” do iogurte. O fato de não ter tido uma nota ainda maior pode ser devido a grande quantidade de polpa no iogurte, ocasionando impressão de um produto com muitas partículas sólidas.

Tabela 14 – Aceitabilidade de iogurte com polpa de Jaracatiá

	Aceitação global	Aparência	Consistência	Aroma	Sabor
Média	7,5	7,5	7,1	7,6	7,40

O iogurte com polpa de jaracatiá também apresentou ótima aceitação sensorial em relação ao atributo aceitação global apresentando percentual de aceitação de 94,23% e apenas 1,97% de rejeição.

Os atributos aparência, aroma e sabor tiveram o mesmo percentual de aceitação, 92,30%, sendo que destes, apenas o aroma apresentou percentual de rejeição de 5,80%, influenciado por provadores que não tem preferência por coco, especificamente. Já para o atributo consistência, o percentual de aceitação foi de 88,50%. Esse fato pode estar relacionado à baixa consistência do iogurte com polpa de jaracatiá, devido à água carregada pela polpa de jaracatiá ao leite, já que o mesmo apresenta cerca de 90% de umidade. Os rearranjos na rede produzidos por forças

atrativas entre as moléculas de caseína ou micelas agrupadas podem levar a formação de ligações intermoleculares adicionais resultando na contração do gel com expulsão de líquido. Esse fenômeno, chamado sinerese é, portanto, causado pela liberação espontânea de água do gel acompanhada pela redução do seu volume e intensificado por mudanças na temperatura, valor de pH e fatores mecânicos (ANTUNES, 2004).

Quando comparado pelos provadores, através de suas memórias sensoriais, com iogurte tradicional de coco comercial, percebeu-se provavelmente uma consistência menor. Apesar do índice de aceitação não ter sido maior que 90%, o percentual de rejeição foi consideravelmente baixo, menos de 6%. Já a indiferença foi de 7,7%, ou seja, a consistência não é determinante para o consumo de iogurtes para esses provadores (Tabela 15).

Tabela 15 – Porcentagem de aceitação de iogurte com polpa de Jaracatiá

	Aceitação global	Aparência	Consistência	Aroma	Sabor
Aceitação	94,23	92,30	88,50	92,30	92,30
Indiferença	3,80	7,70	7,70	1,90	7,70
Rejeição	1,97	0,00	5,80	5,80	0,00

Composição centesimal

Os iogurtes diferiram entre si apenas em relação ao teor de umidade e de carboidratos. O iogurte com polpa de jaracatiá apresentou maior quantidade de umidade (82,00%).

Em relação ao iogurte controle, os iogurtes com polpa e farelo de jaracatiá diferiram significativamente do teor de cinzas e de proteínas.

De acordo com a classificação estabelecida pelos padrões de identidade e qualidade de leites fermentados (BRASIL, 2000) os três iogurtes formulados podem ser classificados como “iogurtes parcialmente desnatados”. Porém, quanto ao teor de proteínas, os mesmos não atingiram a quantidade mínima exigida de 2,9g/100g.

As composições centesimais dos iogurtes controle, com polpa “in natura” de jaracatiá e com farelo de jaracatiá, estão apresentadas na tabela 16.

Tabela 16 – Composição Centesimal de iogurtes

iogurtes	Composição Centesimal (%)				
	UMIDADE	CINZAS	LÍPÍDEOS	PROTEÍNAS	CARBOIDRATOS
4C	81,48 ^{ab} ± 0,05	0,62 ^b ± 0,01	2,54 ^a ± 0,02	2,75 ^b ± 0,05	12,61 ^{ab} ± 0,14
2B	82,00 ^a ± 0,07	0,83 ^a ± 0,04	2,52 ^a ± 0,04	2,89 ^a ± 0,03	11,76 ^b ± 0,02
3B	79,95 ^b ± 0,98	0,86 ^a ± 0,01	2,51 ^a ± 0,06	2,91 ^a ± 0,02	13,78 ^a ± 0,09

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Teores de Fibras Alimentares dos iogurtes com jaracatiá

O iogurte com farelo de jaracatiá apresentou maior quantidade de fibra alimentar do que o iogurte com polpa. Da quantidade de fibra alimentar total dos iogurtes, cerca de 87% era composta por fibra insolúvel. A predominância desse tipo de fibras é resultante do tipo de matéria-prima utilizada para o enriquecimento do iogurte.

Segundo a Portaria n ° 27, de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998), o iogurte com farelo de jaracatiá pode ser considerado um alimento “fonte de fibra alimentar” por apresentar mais que 1,5g de fibra alimentar em 100mL de iogurte. Já o iogurte com polpa de jaracatiá não atingiu os 1,5g necessários para essa alegação, porém, no enfoque nutricional, uma porção diária de 200mL deste iogurte proporciona um consumo de 1,6g de fibras, o que já é significativo, quando comparado a um iogurte tradicional sem fibras (Tabela 17).

Tabela 17 – Teores de fibras Alimentares

iogurtes	Fibra Alimentar (g/100g)		
	SOLÚVEL	INSOLÚVEL	TOTAL
Com polpa (2B)	0,15 ^b	0,69 ^b	0,84 ^b
Com farelo (3B)	0,21 ^a	1,64 ^a	1,85 ^a

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste T, a 5% de probabilidade.

Consistência dos iogurtes

O farelo de jaracatiá influenciou positivamente a consistência do iogurte, ou seja, aumentou a força necessária para compressão. Isso foi constatado, pois o iogurte controle apresentou consistência significativamente menor (20,15 g/seg) que o iogurte com farelo (22,98 g/seg). O farelo de jaracatiá incorporou o soro remanescente do iogurte, devido a sua alta capacidade de retenção de água, impedindo a sinérese e também proporcionou maior estabilização da massa protéica, através de interações desta com o farelo. Consequentemente, o iogurte com farelo apresentou menos líquido disperso no meio e um corpo mais firme.

Já o iogurte com polpa não diferiu do iogurte controle obtendo consistência de 20,17g/seg. Este também foi formulado com jaracatiá, porém no estado “in natura”, estando quase que totalmente saturada com água, já que a mesma apresenta 90% de umidade. Sendo assim, a polpa de jaracatiá não reteve soro e ainda, perdeu água para o meio, o que provocou uma diluição da massa protéica do iogurte. Este iogurte não diferiu do iogurte controle (Tabela 18).

Tabela 18 – Resultados da análise de consistência dos iogurtes com jaracatiá em texturômetro.

logurtes	Consistência (g/seg)
Controle (4C)	20,15 ^b
Com polpa (2B)	20,17 ^b
Com farelo (3B)	22,98 ^a

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste T, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

As composições dos iogurtes, com polpa “in natura” e farelo foram respectivamente: proteínas 2,89% e 2,91%; lipídios 2,52% e 2,51%, umidade 82% e 79,95%; cinzas 0,83% e 0,86% e carboidratos 11,76% e 13,78%. O iogurte com farelo apresentou 1,8% de fibra alimentar total, sendo considerado “fonte” deste

nutriente. Todos os iogurtes apresentam aceitação acima de 80% em painel de 80 julgadores não treinados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Empresa Chr. Hansen, Valinhos, pelo fornecimento da cultura, ao Marcos Bacceti, Londrina, pelo fornecimento das amostras de Jaracatiá e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Lílian M. Pagamunici.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. Ed. Arlington, 1995. v. 2.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados**. Brasília, DIPOA, 1997.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Reforma Agrária, Resolução nº5 de 13 de novembro de 2000, Padrões de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2000.
- BRASIL. Portaria ANVISA, nº27, de 13 de janeiro de 1998, aprova o **Regulamento referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/27_98.htm>. Acesso em: 27 mar. 2008.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2005.
- FUCHS, R. H. B. et al. “iogurte” de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 175181, 2005.
- MACIEL, E. da S. **Qualidade de vida: análise da influência do consumo de alimentos e estilo de vida**. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- STATSOFT. **Statistica version 6.0**. Tulsa: StatSoft, 1984.