

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**GELADO COMESTÍVEL À BASE DE LEITE DE BÚFALA COM INGREDIENTES  
FUNCIONAIS: APLICAÇÃO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum L.*) E  
QUITOSANA**

**Gerla Castello Branco Chinelate**  
Engenheira de Alimentos

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> . Dra. Dorasílvia Ferreira Pontes**

**Fortaleza - 2008**

**GERLA CASTELLO BRANCO CHINELATE**

**GELADO COMESTÍVEL À BASE DE LEITE DE BÚFALA COM INGREDIENTES  
FUNCIONAIS: APLICAÇÃO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum L.*) E  
QUITOSANA**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial para a obtenção do grau Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Dorasílvia Ferreira Pontes**

**FORTALEZA  
CEARÁ - BRASIL**

2008

C466g Chinelate, Gerla Castello Branco  
Gelado comestível à base de leite de búfala com ingredientes funcionais  
[manuscrito] : aplicação de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e quitosana /  
Gerla Castello Branco Chinelate  
117 f. ; enc.

Orientadora: Dorasilvia Ferreira Pontes

Co-orientadora: Patrícia Beltrão Lessa Constant

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências Agrárias/ Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza,  
2008

1. Sorvete 2. Fibra alimentar 3. Alimento funcional I. Pontes, Dorasilvia  
Ferreira (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Curso de Pós-  
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos III. Título

CDD 664

Esta dissertação foi submetida à coordenação de Pós-graduação e aprovada por todos os membros da banca examinadora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, concedido pela Universidade Federal do Ceará. O trabalho encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.

---

Gerla Castello Branco Chinelate

Dissertação aprovada em 30 de junho de 2008.

---

Professora Dra. Dorasílvio Ferreira Pontes  
Orientadora

---

Professora Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant  
Co-orientadora

---

Professora Dra. Isabella Montenegro Brasil

---

Professor Dr. Francisco José Siqueira Telles

---

Professor Dr. Alexandre Cabral Craveiro

Fortaleza  
Ceará – Brasil

## RESUMO

Os benefícios do consumo de produtos alimentícios com propriedades funcionais vêm aumentando e desenvolvendo interesse nas últimas décadas em muitos pesquisadores e consumidores. A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) tem sido considerada um ingrediente funcional de grande importância por conter combinações funcionais como o ácido linolênico (ALA), lignanas e fibras que estão relacionados ao seu potencial benéfico à saúde. Vários estudos evidenciam os benefícios da alimentação suplementada com linhaça na prevenção e tratamento de diversas enfermidades como: doenças cardiovasculares, câncer, artrite, sintomas indesejáveis da menopausa, constipação, entre outras. A quitosana, considerada uma fibra solúvel de origem animal, vem sendo pesquisada por sua ação hipocolesterolêmica e como coadjuvante na redução de peso. Alimentos processados com vida de prateleira longa, assegurada qualidade nutricional e sensorial, apresentam crescente potencial de consumo. O sorvete, sendo um produto lácteo obtido pelo congelamento de uma mistura pasteurizada de ingredientes, apresenta uma grande fatia no mercado de sobremesas. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de sorvetes de leite de búfala desnatado suplementadas com linhaça (0%, 5%, 10% e 15%) e quitosana (2%), visando a obtenção de produtos como uma fonte alternativa de fibras, avaliar os efeitos destes ingredientes funcionais às características físico-químicas, químicas, nutricionais, microbiológicas e sensoriais. A adição de quitosana e linhaça promoveram incremento significativo nos teores de proteínas, sais minerais e fibra alimentar, tornando dos gelados comestíveis estudados, produtos com alto teor de fibra alimentar. Dentre as amostras de sorvetes das formulações adicionadas de farinha de linhaça, a SQL-10 (10% de linhaça) foi a mais aceita em relação aos atributos sabor, textura, doçura, sabor residual e aceitação global. Para o teste de ordenação-preferência, a formulação SQL-0 (2% de quitosana e 0% de linhaça) foi a mais preferida enquanto que a formulação SQL-10 (2% de quitosana e 10% de linhaça) ficou em segundo lugar no teste. Os sorvetes processados com quitosana e farinha de linhaça se enquadram nos conceitos de alimento funcional, devido a possuírem nas suas formulações ingredientes funcionais que proporcionam benefícios à saúde com o intuito de promover melhoria na qualidade de vida.

## ABSTRACT

In the last decades, there is a growing interest in research and consuming foods with functional properties. The flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) has been considered a functional ingredient of great importance due to its functional combinations such as linolenic acid, lignans and fibers that are potentially beneficial to our health. Several research evidences the positive effects of adding flaxseed to the food to combat and prevent many diseases, for example, cancer, constipation, menopause, cardiovascular disease, among others. Chitosan, considered a soluble fiber of animal origin, has been researched for its hypocholesterolemic action and as a co-adjuvant in the reduction of weight. Processed foods with long shelf life, with nutritional and sensory quality guaranteed, present consumption potential. Ice cream, a dairy product obtained by the freezing of a pasteurized mix of ingredients, has a large share of the market for desserts. Thus, this work had the purpose of developing the prescriptions of ice cream of buffalo milk, skimmed, supplemented with flaxseed (5%, 10% and 15%) and chitosan in order to obtain products with an alternative source of fibers, evaluate the effects on physico-chemical, chemical, microbiological and sensory characteristics. The addition of flaxseed flour and chitosan provoked significant increases in protein, mineral salts and fiber contents of ice cream, transforming them into a product with high content of dietary fibers. Among the samples of ice cream added to formulations of flour flaxseed, the SQL-10 (2% of chitosan and 10% of flaxseed) was the most accepted attribute for flavor, texture, sweetness, flavor and residual global acceptance. For the test-ordering of preference, the formulation SQL-0 (2% of chitosan and 0% of flaxseed) was the most preferred while the formulation SQL-10 (2% of chitosan and 10% of flaxseed) was second place in the test. Ice cream with chitosan and flaxseed flour processed are within the concepts of functional food, because they have in their formulations functional ingredients that provide benefits to health in order to promote improvement in quality of life.

*Ao Arthur Giovanni, meu filho.*

**DEDICO!**

*À Maria das Graças, minha mãe;  
Ao José Paulo, meu pai;  
Meus avós Geraldo (in memorian) e Lauro (in memorian) e  
Minhas avós Judith e Adair (in memorian).*

**OFEREÇO!**

## **AGRADECIMENTOS**

Sem dúvida, essa é uma das partes mais importantes deste trabalho, pois foram muitas contribuições que recebi para cumprir esta meta tão importante na minha vida.

A ordem de agradecimentos não indica maior ou menor importância da contribuição, mas apenas a cronologia, visto que sem a ajuda, incentivo e apoio de qualquer um destes colaboradores o percurso seria mais difícil.

A DEUS, por ter me dado a oportunidade da VIDA, de chegar aonde cheguei e poder ajudar o próximo com os conhecimentos adquiridos ao longo da jornada.

Ao meu filho Arthur Giovanni, por ser peça fundamental da minha existência... Que compartilha dos meus dias e das minhas dificuldades de vencer cada momento. Você me faz sentir especial e me dá coragem para continuar enfrentando os obstáculos da vida!

Aos meus pais Graça e Paulo, que sempre me incentivaram e torceram para que eu buscasse aperfeiçoamento profissional, talvez, como uma única forma de tentar galgar alguns degraus na sociedade excludente em que vivemos. Amo vocês! Obrigada por serem os maiores incentivadores de todos os tempos que já conheci. Sem vocês eu não conseguiria!

Aos meus irmãos Graciela, Paulinho, Sandrinho e Netinho e os sobrinhos Breno e Gabriel que, mesmo distantes, estavam tão dentro do meu coração passando-me energias positivas e palavras de incentivo e carinho.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela realização do curso e apoio concedido.

À minha orientadora Professora Dora, pela alegria que manifestou quando demonstrei o interesse pela sua orientação. Sempre alto astral, orientou e guiou-me no caminho certo.



À Professora Patrícia, que me acolheu, dando-me porto seguro nos passos dados.

À Professora Isabella, pelo apoio e segurança, sempre disposta a ajudar.

À banca examinadora pelas críticas construtivas e confiança no trabalho desenvolvido.

Aos irmãos do coração Clayton Campelo, Derla Barbosa, Gisele Melo e João Paulo que desde a graduação são minhas companhias sinceras e os ombros amigos nos momentos de maior dificuldade e pelo sorriso e alegria nos momentos felizes.

Aos estagiários voluntários do Laboratório de Laticínios que, mesmo sem bolsas de estudo, seguraram firmes e fortes parte das minhas tarefas, trazendo-me tempo para dedicação ao Mestrado: Daniely (pela amizade e carinho), Gabriela (pela força e perseverança), Fábio (pelo "e aí, professora?"), Sabrina e Samia (pelos sorrisos e momentos de distração), Cívita (pelo crescimento juntas), Natália e Priscila (pelos questionamentos), Robson e Ana Lídia (pela grata insistência) e, em especial, ao Kelvi e à Lorena... meus pupilos a quem tanto quero bem por terem me ajudado quando minhas forças mentais já estavam cessando, sempre me estimulando e perguntando, de dia ou de noite, "e aí, já acabou a tese?". Essa é de vocês também!

Aos colegas funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFC pela boa convivência desde a minha chegada, especialmente ao Augusto e Pereira que nunca deixaram minha peteca cair. Ao querido colega Paulo Mendes, pelos posicionamentos e instruções durante o curso. À Marina Gondim, minha amiga, pela companhia e apoio nos últimos instantes de jornada do Mestrado.

Aos Professores Francisco José Siqueira Telles, Antônio Cláudio Lima Guimarães e José Cals Gaspar Júnior por serem meus padrinhos de coração: pela amizade e carinho de sempre.

À fábrica de Sorvetes Estouro, nas pessoas maravilhosas de D. Zininha e Sr. Everton, pela prontidão e ajuda em todas as minhas necessidades pessoais e profissionais.

À fazenda Laguna, na pessoa de Nelson Prado Filho, pela doação do leite de búfala, utilizada nesta importante pesquisa.

À POLYMAR Indústria e Comércio Ltda., empresa incubada no Parque de Desenvolvimento Tecnológico (PADETEC), da Universidade Federal do Ceará, na

pessoa do Dr. Alexandre Craveiro por ter cedido gentilmente a quitosana para realização desta pesquisa.

Agradeço a todos que tornaram possível este sonho. Novas etapas surgirão e espero contar novamente com todos. Mais uma vez: Muito Obrigada!

*“Que o seu alimento seja o seu remédio, que o seu remédio seja o seu alimento”.*

Hipócrates

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>17</b>
2.1	<b>Alimentos Funcionais e sua importância na dieta para a saúde</b>	<b>17</b>
2.1.1	<i>Fibra Alimentar</i>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>A linhaça e suas Propriedades Funcionais</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>A quitosana e suas propriedades funcionais</b>	<b>29</b>
2.3.1	<i>Processo de obtenção da quitosana a partir da quitina</i>	<b>32</b>
<b>2.4</b>	<b>Leite de Búfala: Produção, características químicas e nutricionais</b>	<b>40</b>
2.4.1	<i>Estudo comparativo entre o Leite de Búfala e o Leite de Vaca</i>	<b>41</b>
<b>2.5</b>	<b>Elaboração de Sorvetes: Características, Formulações e Processamento</b>	<b>45</b>
2.5.1	<i>Histórico</i>	<b>45</b>
2.5.2	<i>Considerações Gerais</i>	<b>46</b>
2.5.3	<i>Componentes do Sorvete</i>	<b>48</b>
2.5.4	<i>Balanceamento de Formulações</i>	<b>52</b>
2.5.5	<i>Processos de Fabricação do Sorvete</i>	<b>53</b>
2.5.6	<i>Pontos críticos de controle na fabricação de gelados comestíveis</i>	<b>57</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>59</b>
3.1	<b>Matéria-prima</b>	<b>59</b>
3.2	<b>Elaboração das Formulações do Sorvete</b>	<b>59</b>
3.2.1	<i>Processo de Fabricação dos Sorvetes</i>	<b>61</b>
3.3	<b>Codificação das Produções e Amostras</b>	<b>66</b>
3.4	<b>Métodos de Análises</b>	<b>67</b>
3.4.1	<i>Características físicas, físico-químicas e químicas</i>	<b>67</b>
3.4.2	<i>Características Nutricionais</i>	<b>68</b>
3.4.3	<i>Análises Microbiológicas</i>	<b>68</b>
3.4.4	<i>Análise Sensorial</i>	<b>69</b>
3.4.5	<i>Análises Estatísticas</i>	<b>69</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>71</b>
4.1	<b>Caracterização físico-química e química do Leite de Búfala</b>	<b>71</b>
4.2	<b>Caracterização físicas, físico-químicas e químicas dos sorvetes</b>	<b>72</b>
4.3	<b>Características Nutricionais</b>	<b>80</b>
4.4	<b>Análises Microbiológicas</b>	<b>86</b>
4.5	<b>Análise Sensorial</b>	<b>87</b>
4.5.1	<i>Caracterização da equipe sensorial</i>	<b>87</b>
4.5.2	<i>Aceitação das formulações dos sorvetes quanto aos atributos sensoriais analisados</i>	<b>90</b>
4.5.3	<i>Teste de Ordenação-preferência das formulações dos sorvetes</i>	<b>97</b>

4.5.4	<i>Teste de Intenção de compra das formulações dos sorvetes</i>	99
5	<b>CONCLUSÃO</b>	100
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	101
	<b>ANEXOS</b>	113

## 1. INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos principais fatores determinantes da saúde humana, sendo assim, as pesquisas sobre hábitos alimentares e as propriedades dos alimentos têm aumentado, visando uma proteção adicional na redução do risco de doenças crônicas (BERTASSO, 2000).

O princípio “Que o teu alimento seja teu remédio e o teu remédio seja teu alimento”, exposto por Hipócrates aproximadamente 2500 anos atrás, está recebendo um interesse dos consumidores no papel de alimentos específicos ou componentes alimentares efetivos fisiologicamente, os alimentos funcionais, para melhorar a saúde (HASLER 1998).

A função básica do alimento é fornecer energia e nutrientes para satisfação das necessidades nutricionais e garantia do bom funcionamento do organismo. Entretanto, nas últimas décadas, vários estudos têm demonstrado a associação entre dieta e doenças crônico-degenerativas e, assim, têm-se atribuído aos alimentos outras funções importantes. Neste contexto, surge uma nova categoria de alimentos, denominados alimentos funcionais. O termo alimentos funcionais foi introduzido no Japão, em meados dos anos 1980, referindo-se aos alimentos processados, contendo ingredientes que auxiliam as funções específicas do organismo, além de serem nutritivos (HASLER, 1998), conhecidos também como FOSHU (“Foods for Specified Health Use”).

A evolução da ciência dos alimentos apresenta um novo perfil ao uso de novas tecnologias. Utilizam-se mais ingredientes em relação aos que eram consumidos na antiguidade e hoje voltaram à mesa com efeitos e características funcionais antes não descobertas (FONSECA, 2004).

Os alimentos funcionais estão hoje entre os grandes avanços conseguidos pelo homem no intuito de promover e proporcionar saúde e qualidade de vida. Estes alimentos, que trazem naturalmente benefícios à saúde foram desenvolvidos ultimamente aproveitando-se do conhecimento recente adquiridos por engenheiros, tecnólogos de alimentos, químicos, nutricionistas e profissionais da área da saúde (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

As propriedades que possuem alguns alimentos funcionais relacionados à saúde podem ser provenientes de constituintes normais destes alimentos, ou através da adição de ingredientes que modificam as propriedades originais. Podem incluir: fibras alimentares, oligossacarídeos, proteínas modificadas, peptídeos, carboidratos, antioxidantes, minerais e outras substâncias naturais e microrganismos (VIEIRA, 2001).

A linhaça é um alimento vegetal único que oferece benefícios potenciais para a saúde cardiovascular por ser fonte importante de ácido  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ 3) e de lignanas, uma classe de fitoestrógenos. O teor de ácido  $\alpha$ -linolênico na semente da linhaça é maior do que em qualquer outra semente oleaginosa. Segundo Thompson *et al.* (1996), o teor de lignana na linhaça é 800 vezes maior do que em 66 alimentos vegetais avaliados.

A linhaça tem um perfil de ácido graxo sem igual. É alto em ácidos graxos poliinsaturados (73%), moderado em ácidos graxos monoinsaturados (18%) e baixo

em ácidos graxos saturados (9%). Em média, a linhaça contém 32-45% de gordura (sendo 51-55% de  $\alpha$ -linolênico e 15-18% de ácido linoléico); 20 a 25% de proteínas; 20 a 28% de fibra dietética total; 4-8% de umidade e 3-4% de cinzas (MORRIS, 2001).

A quitosana – um biopolímero de ocorrência natural, encontrado nas carapaças de crustáceos e em outras fontes naturais, é formada por unidades repetidas de D-glicosamina. Não é solúvel em água, mas forma gel em pH estomacal, comportando-se, desta forma, como as demais fibras hidrossolúveis (CRAVEIRO, 2003).

Diversos estudos publicados na literatura científica consideram a quitosana como uma fibra dietética de origem animal, uma vez que a mesma possui uma estrutura química muito semelhante à celulose, não sendo também digerida pelas enzimas digestivas (MUZZARELI, 1996; EBIHARA & SCHNEEMAN, 1989; MAEZAKI, *et al.* 1993).

O potencial da quitosana como fibra dietética é discutido por vários pesquisadores e especialistas da área que acreditam no uso desta fibra como alimento funcional capaz de fornecer uma série de benefícios para a saúde da população.

O sorvete à base de leite é um alimento saudável e nutritivo por conter em sua composição mínima 10% de gordura e 20% de sólidos totais (MOSQUIM, 1999). Não só pelo valor energético como também por conter as vitaminas do leite em maiores concentrações, como vitamina A, D, E, niacina e riboflavina, o sorvete a base de leite, é recomendável para crianças em crescimento que necessitam de aumento de peso e para adolescentes, à maior velocidade de crescimento de seus ossos.

Além do valor nutricional, o sorvete tem a característica de alta digestibilidade, quando bem homogeneizado. Esses fatores associados a outras características como sabor doce e textura macia, fazem do sorvete um alimento ideal para todas as idades. Pela fácil assimilação, o sorvete é excelente para idosos, pessoas com apetite difícil e em caso de úlceras e gastrites, o sorvete exerce função terapêutica onde, pelo resfriamento, ocorre o descongestionamento da mucosa gástrica inflamada e estimula a secreção das enzimas digestivas. Enfim, como se pode notar, nunca se reuniu tantos atributos em um só alimento quanto no sorvete, onde juntou-se nutrição com prazer (CASTILHO, 1999).

Embora o gado bovino seja o mais representativo na pecuária nacional, a bubalinocultura vem se difundindo em diversas regiões do país, confirmando o crescente interesse pela exploração do grande potencial leiteiro desses animais.

O leite de búfala apresenta maiores concentrações de gordura, proteínas, extrato seco total e alguns minerais em relação ao leite bovino. Por essa razão, a grande importância desse alimento está na transformação em seus derivados, uma vez que a sua composição peculiar possibilita um alto rendimento industrial.

A visão de adicionar ingredientes funcionais de valor nutritivo em exploração vem de novos posicionamentos das próprias indústrias que têm procurado descaracterizar o sorvete apenas como guloseima ou produto refrescante a ser consumido apenas no verão. Com muita criatividade, persistência e consciência em relação à qualidade, pode ser mudado o quadro de consumo de sorvete no Brasil.

A presença dos chamados alimentos de terceira geração no mercado brasileiro ainda é incipiente e o desenvolvimento de pesquisas, divulgação e comercialização destes produtos para a população brasileira têm um papel muito importante, pois promoverão uma maior disponibilidade destes produtos no mercado, levando ao aumento do consumo e abrindo novas perspectivas tecnológicas para a indústria de alimentos.

Neste contexto, desenvolveu-se o presente trabalho com a finalidade de associar uma formulação de sorvete funcional à base de leite de búfala suplementados com quitosana e linhaça, visando a obtenção de produtos com uma fonte alternativa de fibras e estudar os efeitos da adição dos ingredientes funcionais na qualidade do sorvete através de avaliações físico-químicas, químicas, microbiológicas, sensoriais e as informações nutricionais.



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Alimentos Funcionais e sua importância na dieta para a saúde**

A sociedade moderna tem se tornado cada vez mais complexa, modificando os padrões de vida. As pessoas frequentemente mostram sintomas de cansaço, depressão e irritação, ou mais comumente alguma forma de estresse (KWAK & JUKES, 2001). Apesar disto, a baixa incidência de doenças em alguns povos chamou a atenção para a sua dieta. Os esquimós, com sua alimentação baseada em peixes e produtos do mar ricos em ácidos graxos poliinsaturados das famílias

ômega 3 e 6, têm baixo índice de problemas cardíacos, assim como os franceses, devido ao consumo de vinho tinto, o qual apresenta grande quantidade de compostos fenólicos. Os orientais devido ao consumo de soja, que contém fitoestrogênios, apresentam baixa incidência de câncer de mama. Nestes países, o costume de consumir frutas e verduras também resulta numa redução do risco de doenças coronarianas e de câncer, comprovada por dados epidemiológicos (ANJO, 2004).

O aumento da consciência dos consumidores que, desejando melhorar a qualidade de suas vidas, optam por hábitos saudáveis, é um dos fatores que têm contribuído para o desenvolvimento dos alimentos funcionais.

Alimentos funcionais são definidos como qualquer substância ou componente de um alimento que proporciona benefícios para a saúde, inclusive a prevenção e o tratamento de doenças. Esses produtos podem variar de nutrientes isolados, produtos de biotecnologia, suplementos dietéticos, alimentos geneticamente construídos até alimentos processados e derivados de plantas (POLLONIO, 2000)

Segundo a portaria nº 398 de 30/04/99, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, alimento funcional é definido como todo e qualquer alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

Alguns parâmetros devem ser levados em conta em relação aos alimentos funcionais. Para Borges (2001), eles devem exercer um efeito metabólico ou fisiológico que contribua para a saúde física e para a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas. Nesse sentido, devem fazer parte da alimentação usual e proporcionar efeitos positivos, obtidos com quantidades não tóxicas e que exerçam tais efeitos mesmo após a suspensão da ingestão e que não se destinem a tratar ou curar doenças, estando seu papel ligado à redução do risco de contrair doenças.

O mercado de alimentos funcionais está em franco desenvolvimento, havendo grandes variações em função das diferentes definições que se encontram tanto na literatura científica, quanto na legislação de diferentes países. Em uma definição ampla, os alimentos funcionais incluiriam qualquer tipo de produto com efeito benéfico sobre a saúde, independente de haver ou não alegação de propriedade

funcional; numa definição restrita incluiriam apenas produtos com alegação de propriedades funcionais registradas em rótulo (SILVA, 2001).

No Brasil, o consumo de alimentos funcionais ainda é considerado muito baixo em relação aos países mais desenvolvidos. Por exemplo, em 1999, o brasileiro gastou 90 centavos de dólar em alimentos funcionais, enquanto o japonês gastou 60,50 dólares e o norte-americano 22,4 dólares. O Brasil é, portanto, um grande potencial de crescimento nesta categoria de alimentos (ALIMENTOS, 2001).

São considerados alimentos funcionais aqueles que, além de fornecerem a nutrição básica, promovem a saúde. Esses alimentos possuem potencial para promover a saúde através de mecanismos não previstos através de nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito restringe-se à promoção da saúde e não à cura de doenças (SANDERS, 1998).

A literatura referencia alguns critérios estabelecidos para determinação de um alimento funcional, tais como: exercer ação metabólica ou fisiológica que contribua para a saúde física e para a diminuição de morbidades crônicas; integrar a alimentação usual; os efeitos positivos devem ser obtidos em quantidades não tóxicas, perdurando mesmo após suspensão de sua ingestão; e, por fim, os alimentos funcionais não são destinados ao tratamento ou cura das doenças (BORGES, 2001).

Os principais ingredientes funcionais conhecidos são: fibras, ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 (n-3), fitoquímicos, peptídeos ativos (arginina e glutamina), prebióticos (inulina e oligofrutose ou frutooligossacarídeo), e os probióticos (lactobacilos acidófilos, casei, bulgárico e lactis) (BORGES, 2001).

A ciência dos alimentos funcionais, apesar de bastante estudada e evidenciada sua relevância clínica, ainda requer investimentos científicos para melhor esclarecimento dos seus princípios ativos e/ou efeito funcional de alguns de seus componentes bioativos (BORGES, 2001).

### **2.1.1 Fibra Alimentar**

A RDC nº 360 de 23/12/2003 da ANVISA, define fibra alimentar como sendo qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas do trato digestivo humano.

As fibras dietéticas são constituídas por uma associação de polímeros de alto peso molecular, que são macromoléculas compreendendo dois grupos químicos: aqueles com estrutura de polissacarídeos vegetais, a celulose, a hemicelulose, pectinas, e outros grupos sem a referida estrutura, a lignina, assim como gomas e mucilagens. A celulose e a hemicelulose são encontradas tipicamente nos vegetais, variando não só na quantidade, como na sua digestibilidade.

As fibras da dieta estão incluídas na ampla categoria dos carboidratos. Elas podem ser classificadas como solúveis, insolúveis ou mistas, podendo ser fermentáveis ou não-fermentáveis. A nova definição de fibra da dieta sugere a inclusão de oligossacarídeos e de outros carboidratos não-digeríveis (SAAD, 2006).

As fibras solúveis em água são representadas pela pectina, as gomas e certas hemiceluloses; as fibras insolúveis são constituídas pela celulose, hemicelulose e lignina. São encontradas nas estruturas de todos os vegetais folhosos, principalmente em seus talos; são abundantes nas cascas dos legumes, frutas e leguminosas; nos bagaços das frutas e legumes; nas sementes e caroços de vegetais e nos cereais integrais.

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 fermentadas rapidamente, enquanto que as insolúveis são lentamente ou apenas parcialmente fermentadas (PUUPPONEN-PINIÄ *et al.*, 2002).

As fibras atuam reduzindo a taxa glicêmica em diabéticos insulino-dependentes ou os tratados com sulfoniluréias, tendo o tipo de fibras influência no metabolismo dos glicídios; na prevenção de câncer de cólon, pela diminuição da presença de substâncias tóxicas na luz intestinal e pela maior eliminação fecal; na constipação intestinal crônica e no controle dos níveis de colesterol séricos (NEVES & RIBEIRO, 2003).

## **2.2 A linhaça e suas Propriedades Funcionais**

A linhaça é uma oleaginosa economicamente importante. Sua produção mundial se encontra entre 2.300.000 e 2.500.000 toneladas anuais, sendo o Canadá principal produtor, respondendo por 75% do comércio mundial. A América do Sul, o maior produtor é a Argentina, com cerca de 80 ton/ano. O Brasil apresenta uma baixa produção, cerca de 21 ton/ano (ACEITE & GRASAS, 2000).

Os grãos da linhaça são culturas que são objeto de grande interesse por parte da população em geral e da comunidade científica em particular, em função das suas características nutricionais e fisiológicas relevantes à saúde, muitas delas atribuídas à ação das fibras alimentares.

A linhaça é uma semente oleaginosa com mais de 200 espécies reconhecidas. Seu nome botânico é *Linum usitatissimum* L., significa “a maior parte utilizável”. Seu grão pequeno e pontiagudo, fino e ovalado apresenta em média 5mm de comprimento, 2,5 mm de largura e 1,5 mm de espessura. A cor do grão varia do amarelo claro para o marrom (CUI *et al.*, 1998).

A linhaça é a semente do linho, cujas fibras são tradicionalmente utilizadas para a confecção de tecidos. Atualmente, grande parte da demanda mundial de linhaça está voltada para o aproveitamento industrial do óleo, que é amplamente utilizado como agente de secagem em tintas e vernizes (CUI *et al.*, 1998). Com a extração do óleo, há um excedente que é direcionado para a alimentação animal.

O consumo da linhaça em várias formas como um ingrediente alimentar e por suas propriedades medicinais acontece há cerca de 5000 anos (OOMAH, 2001). Na atualidade, a linhaça é amplamente investigada e classificada como alimento funcional, principal fonte vegetal também de ômega-3 (53% do total de ácidos graxos) e de compostos fenólicos conhecidos como lignanas (OOMAH, 2001) é também uma rica fonte de fibras alimentares com boa proporção entre solúvel (auxilia na diminuição do colesterol sangüíneo) e insolúvel (apresenta efeito laxativo) (PAYNE, 2000).

Existem relatos do consumo da linhaça na Europa e Ásia desde 5000e 8000 anos a.C. (OOMAH, 2001). Este consumo caiu com o tempo, mas nos últimos anos,

a linhaça vem se tornando popular, devido ao seu papel funcional na saúde (CUI e col., 1998), o que tem estimulado a produção nacional desta matéria-prima.

A linhaça é comumente encontrada como grão integral, moído ou na forma de óleo. Atribui-se à linhaça o sabor e aroma de nozes, podendo ser facilmente incorporada a diversos produtos, tanto integralmente, como moída. Alguns exemplos de produtos são pães, biscoitos, bolos tipos *muffins*, biscoitos tipo *cookies* e bolos (MORRIS, 2001).

A linhaça é uma fonte abundante de ácido  $\alpha$ -linolênico, fibras e fito-químicos, ligninas e proteínas. Estes componentes da linhaça são de grande interesse, tanto para a indústria alimentícia, quanto para a farmacêutica (OOMAH & MAZZA, 1999). Acredita-se que os ácidos graxos poliinsaturados da família ômega-3 presentes na linhaça, tornam-a efetiva na prevenção de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de câncer. Segundo Ahmed (1999), ela também contém todos os aminoácidos de uma proteína completa, além de ser uma considerável fonte de lecitina, vitaminas e minerais. Adicionalmente, a linhaça é de particular interesse em relação ao seu papel na redução do risco de câncer de mama e de cólon devido a presença de lignanas (CARTER, 1993 citado por AHMED, 1999).

A linhaça tem um perfil de ácidos graxos único. É alto em ácidos graxos poliinsaturados (73%), moderado em ácidos graxos monoinsaturados (18%) e baixo em ácidos graxos saturados (9%). Em média, a linhaça contém 32-45% de gordura (sendo 51-55% de  $\alpha$ -linolênico e 15-18% de  $\alpha$ -linoléico), 20 a 25% de proteína, 20 a 28% de fibra dietética total, 4 a 8% de umidade e 3 a 4% de cinzas (MORRIS, 2001). A composição da linhaça pode variar dependendo da genética, do meio ambiente, do processamento da semente e do método de análise utilizado (PRASAD, 1998; COSKUNER, 2005). Esses e outros componentes da linhaça são incorporados à dieta são particularmente atrativos para o desenvolvimento de alimentos com vantagens específicas para a saúde (OOMAH, 2001).

As sementes de linhaça contêm de 22 a 26% de proteína (DAUN et al., 2003); nas variedades mais produzidas no Canadá os valores de proteína estão próximos a 36%. A composição de aminoácidos da linhaça é comparável à da soja (ambas apresentam altas taxas de ácido aspártico, glutamina, leucina e arginina)

caracterizando uma proteína completa e com efeitos sobre as funções imunológicas do organismo (OOMAH, 2001).

Pelo fato de ser rica em ácidos graxos poliinsaturados é eficaz na redução do risco de doenças cardiovasculares. Estudos em nutrição humana têm confirmado que as fibras presentes na linhaça exercem efeitos hipocolesterolemizantes e ajudam a modular a resposta glicêmica (OOMAH, 2001).

Diversos trabalhos atribuem ação hipocolesterolêmica ao grão de linhaça (LUCAS, 2002) sendo este efeito, atribuído em geral à presença de ácido  $\alpha$ -linolênico e lignanas.

As lignanas são fitoestrógenos (compostos difenólicos que estruturalmente se assemelham ao estrogênio) de contínuo interesse, devido a suas propriedades anticarcinogênicas, estrogênica, antiestrogênica, antioxidante e de inibição da enzima aromatase (MEAGHER *et al.*, 1999), sendo fonte principal precursora de lignanas mamárias: seicosolariciresinol diglucosidase (HUTCHINS *et al.*, 2001), apresentando de 0.2 a 3.7 mg/g de fibra a mais que em outros vegetais (MEAGHER *et al.*, 1999). São encontradas em muitos cereais e grãos, mas a linhaça é a maior fonte desse fitoestrógeno, pois contém de 75 a 800 vezes mais lignanas que os outros alimentos (PAYNE, 2000).

As lignanas presentes em vegetais, secoisolariciresinol e marairesinol, são convertidas em enterolactona e enterodiol por ação bacteriana no trato intestinal (PAYNE, 2000). As lignanas enterolactona e enterodiol foram descobertas inicialmente em 1983 em urina humana (MEAGHER *et al.*, 1999). O aumento do consumo de linhaça resulta em maior produção e excreção urinária de lignanas, observada em mulheres na pré-menopausa que consumiram dietas enriquecidas como farinha de linhaça (LAMPE *et al.*, 1994) e o mesmo ocorreu com o processamento de sementes.

Pesquisas têm sugerido benefícios à saúde relacionados à ação das lignanas: diminuição dos sintomas que ocorrem após a menopausa; inibição do crescimento de tumores estimulados por aumento do estrogênio. Este efeito pode ser explicado pelo fato de que as lignanas exercem um efeito antiestrogênico ao se ligarem aos receptores de estrogênio (RAFTER, 2002). Enterolactona e enterodiol inibiram o crescimento de células de câncer de mama em cerca de 18 a 20% (PAYNE, 2000).

As lignanas mostraram capacidade de reduzir tanto o tamanho de tumor mamário quanto o número de tumores em ratos com carcinogênese induzida (YUAN *et al.*, 1999), mas ainda são necessários dados epidemiológicos para provar a hipótese que as lignanas entereodiol e enterolactona exercem atividade anticarcinogênica em seres humanos (RAFTER, 2002).

Na ingestão associada de ácido graxo  $\alpha$ -linolênico com fibra alimentar, o ácido parece desempenhar um efeito significativo na redução do risco de doenças coronárias. Estudos de nutrição humana também sugerem que gomas solúveis em água e fibras de linhaça têm um efeito hipocolesterolêmico (CARTER, 1996).

No estudo de DODIN *et al.* (2005), mulheres saudáveis em menopausa tiveram 40g/dia de linhaça incorporada à dieta e, após um período de 12 meses, o nível de lipídios séricos e a densidade mineral óssea foram avaliados. Os resultados mostraram que a linhaça produziu uma redução 5,4% na concentração do colesterol LDL, o que pode atenuar a redução do risco de AVC (Acidente vascular-cerebral), em comparação com mulheres que ingeriram o placebo de gérmen de trigo. A densidade mineral óssea não diferiu significativamente entre os dois grupos. Os pesquisadores observaram que a incorporação de linhaça à dieta por um ano produziu um efeito favorável, porém não-significativo no colesterol sanguíneo, o que não ocorreu em relação à densidade mineral óssea. Entretanto, os pesquisadores afirmam que os efeitos benéficos sobre o perfil de lipídios combinado com ligeiros decréscimos na massa corpórea, índice de massa corpórea e pressão sanguínea, podem contribuir para uma redução na incidência de anormalidades nos lipídios e doenças cardiovasculares.

Os fatores antinutricionais presentes na linhaça são os glicosídeos cianogênicos, mas a dosagem encontrada nas sementes é baixa (OOMAH *et al.*, 2001) e a exposição ao cianeto em resposta a doses de 60g de linhaça não são prejudiciais a indivíduos saudáveis. Além disso, o tratamento em produtos de panificação enriquecidos com linhaça elimina os compostos cianogênicos (LAMPE *et al.*, 1994), uma vez que são instáveis e sensíveis ao aumento de temperatura.

A linhaça é uma semente oleaginosa que contém grande quantidade de lipídeos poliinsaturados em sua composição (PITA, 2003). Com aproximadamente 35% de lipídeos totais, a linhaça tem em sua composição grandes quantidades



(17,97% do conteúdo total de linhaça moída), sendo que cerca de 50% dos lipídeos totais da semente são constituídos por ácidos. (PITA, 2003).

Esse ingrediente tem sido amplamente utilizado na alimentação com o intuito de alterar a composição lipídica da carne e dos ovos, sendo que, tanto a semente inteira, como a moída, bem como o óleo extraído da linhaça, podem ser adicionados à dieta destes, sendo que a semente integral tem menor potencial oxidativo em relação ao óleo, pois mantém sua proteção natural (PITA, 2003).

A presença de fibra na funcionalidade alimentar da linhaça comprova que o grão é tratamento viável para a obstipação intestinal e enquadra-se como nutriente responsável por esse efeito laxativo, ganhando expressão nos estudos relacionados à nutrição humana no final do século XX (MENDONÇA, 1997).

Sabe-se que dietas ricas em fibras alimentares promovem efeitos benéficos para a saúde do homem. As fibras solúveis aumentam o tempo de trânsito intestinal, diminuem a velocidade de esvaziamento gástrico, são altamente fermentáveis, contribuindo para a produção de ácidos graxos além do quantitativo existente em sementes. Em geral, as fibras insolúveis, por outro lado, diminuem o tempo de trânsito intestinal, aumentam o volume fecal e reduzem a absorção de glicose (DUST *et al*, 2004).

Estabelecer uma definição para fibra alimentar tem sido, historicamente, um balanço entre conhecimentos existentes em nutrição e a capacidade da realização de métodos analíticos. Enquanto as definições baseadas em fisiologia definem com exatidão o componente (fibra), cientistas de órgãos reguladores seguem a tendência de confiar que os procedimentos analíticos atendem à definição com eficácia. O resultado atual é uma série de incongruências entre teoria e prática levando à confusão e complexidade com respeito aos alimentos serem ricos ou fontes de fibra alimentar (RADER, 2005).

Uma variedade de definições para fibra alimentar existe em todo mundo, e há uma falta de consenso entre vários grupos internacionais e organizações a respeito do assunto (RADER, 2005).

O termo fibra alimentar, presente no grão de linhaça, faz referência a carboidratos e componentes associados à dieta humana na forma de fibra bruta derivado da nutrição animal. De acordo com TROWELL *et al* (1972, p. 68)

*“Os componentes da parede celular dos vegetais que resistem à digestão pelas enzimas das secreções digestivas humanas, incluindo a celulose, hemicelulose, pectina e lignina”.*

De acordo com OOMAH (2001), a composição centesimal encontrada (% em base seca) para a linhaça está de acordo com a Tabela 1:

**Tabela 1 – Composição centesimal (%) da semente de linhaça**

Componentes	Linhaça
Proteínas	32,81
Lipídeos	9,00
Fibra insolúvel	41,37
Fibra solúvel	16,45

Fonte: OOMAH, 2001

Pode-se verificar nesta tabela a confirmação dos benefícios nutricionais da linhaça descritos por outros autores (MAZZA, 1993), tratando-se de um alimento com alto teor de fibras solúveis e insolúveis e de proteína. A linhaça contribui para uma gordura com excelente valor nutricional (alimento que traz benefício à saúde), por ser a maior fonte do ácido mencionado neste estudo, o ácido graxo, que não é produzido pelo organismo. Este ácido graxo pertence à família do ômega-3 e traz alguns benefícios quando ingerido, um dos quais de grande importância é a redução do nível de colesterol do sangue (PRASAD, 1997).

O grupo dos lipídeos é um dos três principais grupos encontrados em alimentos juntamente com proteínas e carboidratos. Os lipídeos desempenham diversas funções importantes no organismo como reserva de energia, combustível celular, componente estrutural das membranas biológicas e isolamento e proteção de órgãos.

Os óleos e gorduras presentes na semente de linhaça são formados por triacilgliceróis com diferentes combinações de ácidos graxos. A diferença entre óleos e gorduras está no estado físico à temperatura ambiente: óleos são líquidos e gorduras são sólidas. Esta diferença está relacionada com o tamanho das cadeias, o índice de insaturação e a distribuição dos ácidos graxos presentes na molécula de triacilglicerol. O ponto de fusão de um óleo ou gordura aumenta com a diminuição do grau de insaturação dos ácidos graxos e com o aumento do tamanho da cadeia dos ácidos graxos (SHAHIDI, 2005).

Na alimentação, óleos e gorduras fornecem a maior fonte de energia, são fontes dos ácidos graxos essenciais, contribuem para sensação de saciedade depois de comer e fazem com que alimentos tenham maior palatabilidade. Além disso, desempenham o papel fundamental, pois agem como veículo para as vitaminas lipossolúveis como A, D, E e K (Castro, Mendes & Santos, 2004).

A quantidade de óleo encontrado no grão de linhaça varia de 40 a 44% (GUNSTONE, 2002). A extração do óleo da semente de linhaça é feita por extração com solvente antes da prensagem a quente, quando o óleo tem aplicações industriais. Para o consumo humano é feito com a prensagem a frio. Devido a sua grande insaturação, o óleo de linhaça é muito sensível à oxidação e por isso deve ser processado em condições controladas (a frio, sem luz, sem oxigênio), embalado com nitrogênio em garrafas escuras e transportado e armazenado sob refrigeração.

O óleo de linhaça é classificado como um alimento funcional por ser a mais rica fonte vegetal de ácidos graxos ômega-3 (PRASAD, 1997). Em sua composição encontram-se 51-55% de ácido linolênico (PRASAD, 1997).

Os ácidos graxos da família ômega-3 e ômega-6 também são chamados de ácidos graxos essenciais, são ácidos graxos poliinsaturados que não são sintetizados pelo organismo e que devem portanto ser ingeridos na alimentação.

Através do metabolismo, os ácidos graxos se tornam precursores de outros ácidos graxos essenciais como o eicosapentanóico, o docosahexanóico, docosapentanóico (PACHECO, 2005).

Lee & Lip (2003) indicam o consumo de sementes de óleos vegetais que contenham o ácido como a semente da linhaça, se os ácidos mencionados não estiverem presentes na alimentação.

Mantzioris *et al* (1994) testaram dietas a base de linhaça e observaram que o aumento do ácido graxo, que tem mostrado ser bom para o tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão e doenças inflamatórias assim como o câncer de colón, verificaram com essa dieta que a linhaça retarda o crescimento de tumores.

Prasad (1997) cita a prevenção e redução de arterosclerose relacionada ao consumo de semente de linhaça, devido à presença de lignanas e do teor de ômega-3 presente nas sementes.

Outros estudos indicam que o consumo de ômega-3 reduz a taxa de colesterol no sangue, aumenta as lipoproteínas de alta densidade, reduz o teor de triglicérides, previne câncer de próstata (LEE & LIP, 2003), ajuda no tratamento de acne, aczema, psoríase e artrite reumática, reduz a ocorrência de arritmias e atua como antitrombótico.

A relação ideal ômega-6/ômega-3 consumida na alimentação deve ser igual a um, podendo chegar até 4:1, porém com hábitos alimentares atuais esta relação varia de 10:1 a 20:1, indicando uma dieta alimentar deficiente em ômega-3 (PITA, 2003). Esta deficiência acarreta uma competição entre os ácidos graxos essenciais, limitando a formação dos ácidos graxos da família ômega-3.

Os ácidos graxos ômega-6 são adquiridos com maior facilidade em dietas, pois se encontra em óleos que fazem parte do hábito alimentar. Já o ômega-3 encontra-se na linhaça, peixes de água fria e no óleo de canola.

A linhaça é considerada um alimento funcional que recentemente vem ganhando a atenção, entre outras situações, na prevenção do risco cardiovascular. Dentre os mecanismos que estão associados a esta proteção estão a redução do colesterol sérico, da agregação plaquetária, modulação de marcadores inflamatórios; melhora a tolerância da glicose e ação antioxidante. Bloedon *et al* (2004) em revisão levantaram estudos que demonstraram que a linhaça está envolvida em vários destes mecanismos, especialmente pela presença na sua constituição de ácido do tipo ômega-3, lignana e fibra solúvel.

Sugere-se que a ação do ômega-3 esteja relacionada à sua interferência na produção de eicosanóides que são pró-inflamatórios e pró-agregatórios plaquetários (KINSELLA *et al*, 1990). Prasad (1997) sugere que as lignanas apresentem a ação direta sobre a redução do colesterol.

Em estudo com mulheres após a menopausa, que consumiram *muffins* com 50g de farinha de linhaça, parcialmente desengordurada, sem ômega-3, Pita (2003) observou a redução do colesterol atribuindo este efeito a presença de fibra alimentar e lignanas.

Prasad (1997) em estudo com coelhos alimentados com a dieta hipercolesterolemia e linhaça parcialmente desengordurada observou a redução do colesterol sérico. Estudo posterior avaliou a administração de 15mg/kg de lignanas, observou expressivos resultados no perfil lipídico com redução do colesterol total. (PRASAD, 1997).

Neste cenário, a linhaça é uma semente com grande potencial para a nutrição humana: além de ser uma das mais ricas fontes de ácido graxos, ela também possui proteínas de alta qualidade e fibras. A demonstração da atividade clínica associada ao seu consumo levou o Instituto Nacional de Câncer dos Estados Unidos a classificá-la como um dos seis vegetais para estudo como alimento que reduz o risco de desenvolvimento de câncer (OOMAH, 2001).

### **2.3 A quitosana e suas propriedades funcionais**

A quitina e a quitosana são biopolímeros atóxicos, biodegradáveis e provenientes de fontes renováveis (CAMPANA *et al*, 2001).

A quitina é o segundo biopolímero mais abundante da natureza, é a precursora da quitosana. A quitina é um polissacarídeo constituído por uma seqüência linear do tipo n-acetilglicosamida. A principal fonte natural de obtenção é a carapaça de crustáceos (caranguejo, camarões, lagostas e siris) (DALLAN, 2005).

A quitosana é um polissacarídeo linear obtido da desacetilação da quitina. As propriedades físicas e químicas da quitosana são em função do grau médio de desacetilação e da massa molar média. Na presença de soluções diluídas de ácidos, a quitosana se comporta como um polieletrólito catiônico, constituído de copolímeros de 2-amino-2-desoxi-D-glicopiranosose e 2-acetamido-2-desoxi-D-glicopiranosose de

composição variável em função do grau médio de acetilação. A quitosana é insolúvel em água, mas se dissolve em soluções aquosas de ácidos orgânicos, como acético, fórmico, cítrico, além de ácidos inorgânicos como ácido clorídrico, resultando em soluções viscosas (SANTOS *et al*, 2003).

A quitosana comercial possui grau de desacetilação variando de 70% a 95%. (CANELLA *et al*, 2001). De acordo com o grau médio de desacetilação empregado para caracterizar o conteúdo médio de unidades n-acetil-D-glucosamina de quitina e quitosana, podem-se obter diversas quitosanas variando-se assim, suas propriedades físico-químicas, como solubilidade, pKa e viscosidade.

De um modo prático, a quitosana pode ser distinta pelo critério de solubilidade em solução aquosa do ácido diluído. Quando o polímero possui alto teor de grupos n-acetil (acima ou igual a 40%) distribuídos na cadeia polimérica, ele é normalmente insolúvel, sendo denominado quitina; quando os mesmos grupos são menores que 40% este polissacarídeo passa a ser solúvel em soluções aquosas de ácido diluído e é então denominado de quitosana (MONTEIRO JUNIOR, 2000).

A quitosana possui várias características que a tornam atraente para a utilização em cosméticos. Pertencente à classe dos biopolímeros naturais, a quitosana se destaca por apresentar carga global positiva em pH biológico, devido à presença de grandes grupos amino em sua estrutura, deste modo a quitosana apresenta-se como polímero policatiónico, enquanto a maioria dos biopolímeros naturais apresenta-se negativamente carregadas nas mesmas condições.

Conseqüentemente, a quitosana possui facilidade de aderência no cabelo e na pele. O fato de o cabelo ser aniônico há uma atração entre as cargas e conseqüentemente a formação de um filme na fibra capilar (DALLAN, 2005).

Os filmes de quitosana são muito mais estáveis em alta umidade, de modo que os cabelos tratados com este tipo de filme mostram menor carga estática.

A quitosana é insolúvel em água, ácidos concentrados, álcalis, álcool acetona e completamente solúvel em soluções de ácidos orgânicos, além de ácidos inorgânicos diluídos em pH menor que 6,0 (MATHUR, 1990).

A quitosana é biodegradável e sofre a ação de enzimas hidrolíticas largamente distribuídas nos tecidos fluídos corporais de animais e plantas e também no solo.

Na Tabela 2, pode-se observar a porcentagem do biopolímero quitosana presente em alguns organismos:

**TABELA 2 - Porcentagem de quitosana em alguns organismos**

<b>CRUSTÁCEOS</b>	
Caranguejo	72,1%
Caranguejo azul	14,0%
Caranguejo rei	10,6%
Caranguejo vermelho	35,0%
Camarão do Alaska	28,0%
Camarão	69,1%
Lagosta	77,0%
<b>INSETOS</b>	
Barata	35,0%
Besouro	15,0%
Mosca verdadeira	54,8%

Besouro de maio	16,0%
Borboleta	64,0%
<hr/>	
<b>MOLUSCOS</b>	
<hr/>	
Concha de molusco	6,1%
Plâncton	42,0%
Concha de ostra	3,6%
<hr/>	

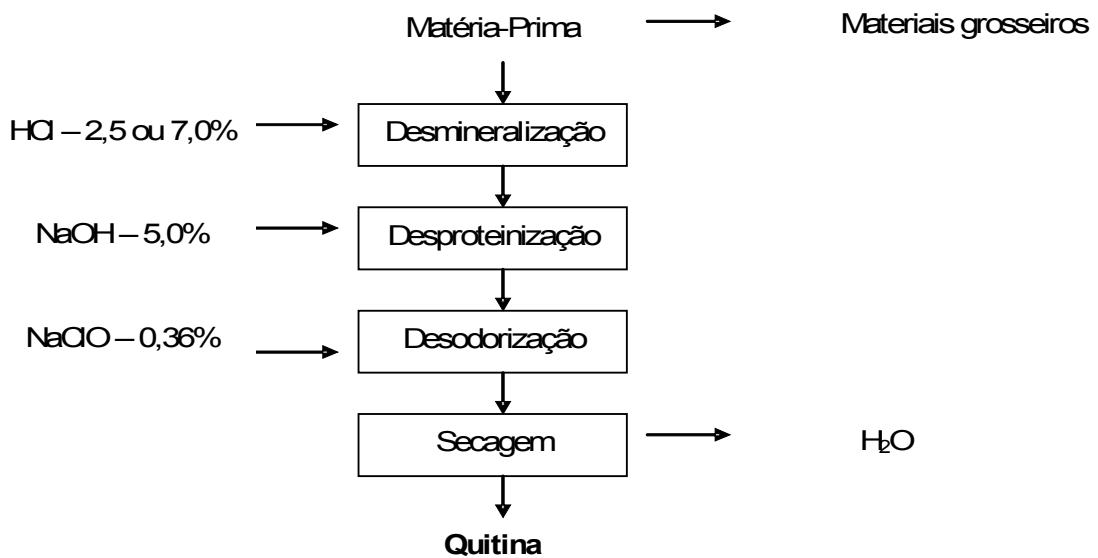
Fonte: CRAVEIRO *et al*, 2003.

O ciclo da quitosana impede naturalmente o excesso destes polímeros assegurando a conservação do ecossistema e meio ambiente.

### **2.3.1 Processo de obtenção da quitosana a partir da quitina**

O processo de produção da quitina, inicialmente segue as etapas de: pré-tratamento, desmineralização, desproteinização, desodorização e secagem (DALLABRIDA, 2000; MOURA, 2004; SOARES, 2002; SOUZA, 2001), como apresentado na Figura 1.





Fonte: Moura, 2006.

O pré-tratamento com água corrente, uma das operações preliminares à obtenção de quitina, tem como objetivo a separação do material grosseiro, entre eles material vegetal, porções de tecido e outros materiais que eventualmente possam acompanhar o resíduo. No caso dos resíduos de siri, esse pré-tratamento inclui ainda moagem, a fim de obter menor granulometria.

A etapa de desmineralização tem por objetivo reduzir o teor de cinzas da matéria-prima. É realizada com ácido clorídrico 2,5% v/v, no caso dos resíduos de camarão, e 7,0% v/v nos resíduos de siri, e agitação.

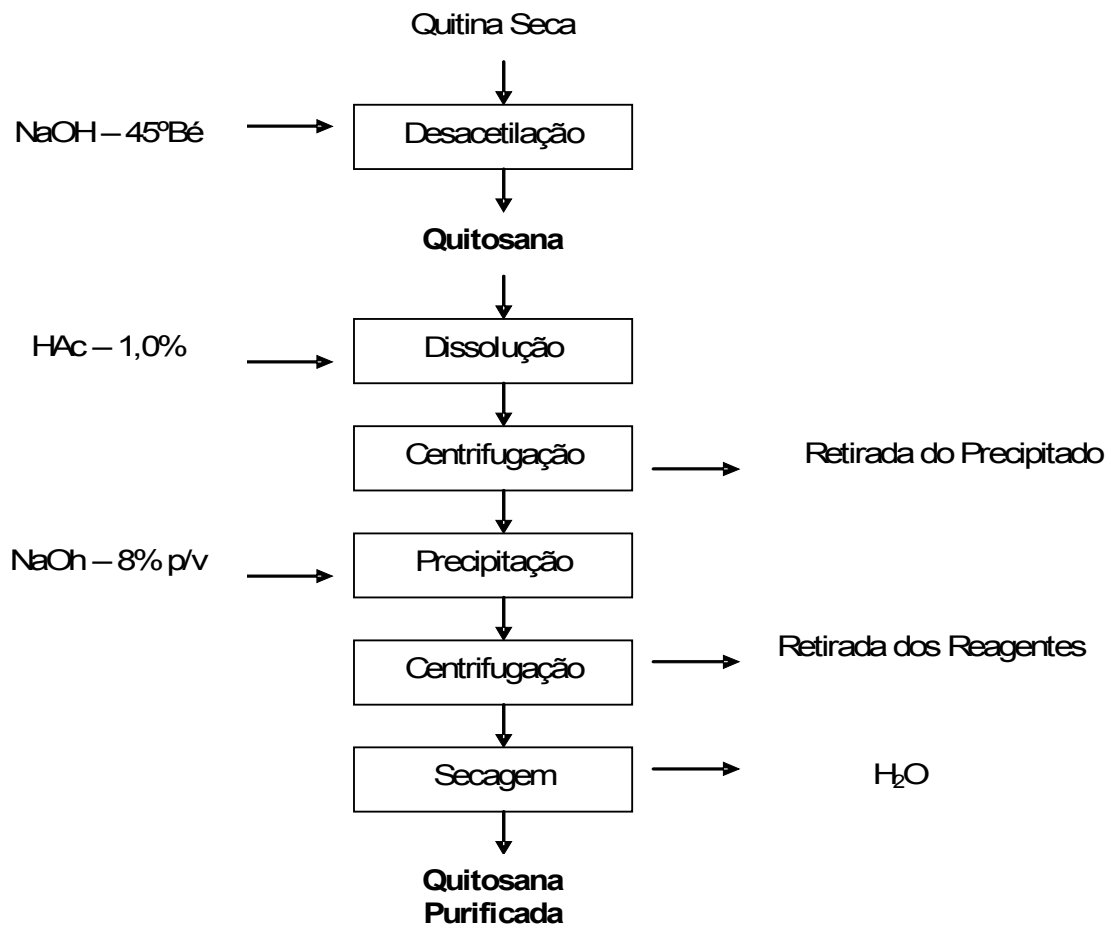
A etapa de desproteínização tem a função de reduzir o teor de nitrogênio protéico e consiste em adicionar solução de hidróxido de sódio 5% m/v à matéria-prima desmineralizada que se encontra no tanque agitado. Em seguida é feita a lavagem deste material até pH neutro.

Na etapa de desodorização, a matéria-prima desproteínizada é colocada em um tanque de agitação, ao qual é adicionada solução de hipoclorito de sódio 0,36% v/v. O objetivo dessa operação é acentuar a redução de odor proveniente do material e a retirada de pigmentos. Faz-se então a lavagem com água para retirar o hipoclorito de sódio restante, até pH neutro.

Após a desodorização é necessária a secagem do produto obtido (quitina úmida). Essa secagem é realizada à temperatura de 80°C por quatro horas, para

que a entrada no reator de desacetilação não altere a concentração de solução de NaOH 45°Bé (42,3%).

O processo de produção de quitosana é realizado a partir da desacetilação da quitina, em que a quitina reage com solução de NaOH 45°Bé (42,3%). Essa reação ocorre em um reator com agitação e aquecimento. A temperatura do reator será mantida constante a 130°C, durante duas horas. Ao término do tempo de reação é realizada uma lavagem com água corrente, retirando o excesso do reagente, o que se verifica por meio da medição do pH (SOARES, 2002).



Fonte: Moura, 2006

Depois da desacetilação da quitina obtém-se a quitosana, e esta então deve passar por um processo de purificação. Partindo da quitosana, prepara-se um sal com concentração de quitosana 1%, em solução de 1% ácido acético, da qual se obterá a quitosana dissolvida, já que esta é solúvel em ácidos orgânicos diluídos (até pH de aproximadamente 6,0). A solução é centrifugada para que seja possível retirar-se o material que não foi dissolvido e obter uma solução com menor quantidade de impureza. A quitosana é precipitada em soluções alcalinas até pH de aproximadamente 12,5. Após é feita a neutralização com ácido até pH 7,0. A separação é feita por centrifugação. A secagem é feita em secador de bandejas, até a umidade comercial. Assim se obtém a quitosana purificada (SOARES, 2002).

Os termos quitina e quitosana são amplamente utilizados, mas nenhum deles representa uma estrutura química única, são melhores definidos como copolímeros de unidades.

A quitosana quando solubilizada em meio ácido, forma soluções viscosas, sua solubilidade está relacionada com a quantidade de grupos protonados presentes, responsáveis pela repulsão eletrostática entre as cadeias e solvatação em água. O pKa dos grupos é de aproximadamente 6,5 assim aumentando o pH das soluções de quitosana acima deste valor ela sofre precipitação na forma de flocos gelatinosos (CHEN, 1996).

As principais características da quitosana que fazem dela um polissacarídeo de grande interesse para um número expressivo de aplicações são: poder ser quimicamente modificada; ser biodegradável, biocompatível, ser processada em diferentes formas (soluções, blendas, esponjas, filmes, membranas, gel pasta, tabletes, microesferas, microgrânulos e fibras, entre outros), além de ser um polieletrólito catiônico em meio ácido.

Propriedades apresentadas pela quitosana para aplicação como biomaterial:

- biocompatibilidade e atoxicidade;
- biodegradabilidade
- bioadesividade
- ação bacteriostática e antimicrobiana
- capacidade de acelerar a formação de osteoblastos para a formação do osso;
- ação homeostática;
- ação imunoadjuvante;
- acelera o processo cicatricial de feridas;
- forma complexos com polieletrólitos aniônicos, como proteínas, polímeros e outros
- capaz de sofrer modificações químicas formando derivados com grande variação de propriedades e aplicações, podendo ser explorada em formas diversas (MUZZARELLI, 1983).

Para a utilização da quitosana como um biomaterial é indispensável a realização de testes de toxicidade no organismo. Os testes biológicos realizados têm demonstrado segurança, inclusive quanto à mutagenicidade, toxicidade subcutânea

e cutânea, toxicidade crônica, pirogênese, hemólise e sensibilização, isso faz com que a quitosana seja um excelente candidato a biomaterial (CHEN, 2001).

O uso de filmes e coberturas comestíveis para estender o período de conservação e manter a qualidade de frutos frescos, congelados ou processados, tem sido evidenciado durante os últimos anos, devido a sua natureza biodegradável e segura, comparado com o sulfito. Assim, a quitosana, por ser um produto comestível, exibindo potencial para ser utilizado como um material de cobertura antifúngico para frutos na pós-colheita.

Estudos demonstraram que a aplicação de quitosana (1,0 ou 1,5 %) reduziu significativamente a podridão causada por *B. cinerea* em morangos armazenados por 21 dias a 13 °C sem diferença significativa entre os tratamentos com quitosana e com o fungicida iprodione. Além de induzir a atividade das enzimas quitinase e b-1,3-glucanase, o tratamento com quitosana manteve os frutos mais firmes e diminuiu a taxa de respiração dos mesmos durante o armazenamento por 21 dias a 4 °C (CHEN, 2001).

A quitosana nas formas de pó ou de flocos tem sido muito utilizada em processos de adsorção de íons metálicos e corantes. Todavia, nestas formas a quitosana apresenta duas grandes desvantagens: solubilidade em meio ácido, que dificulta sua recuperação, e baixa área superficial, que limita o acesso aos sítios de adsorção (grupos amino) não expostos, diminuindo a velocidade e a capacidade de adsorção (CHEN, 2001). Estes problemas podem ser contornados, respectivamente, promovendo-se a reticulação da cadeia polimérica da quitosana e sua modificação física, da forma de pó ou floco para a forma de esferas.

Dentre as inúmeras características que distinguem quitina e quitosana dos demais polissacarídeos destaca-se a atividade antimicrobiana. Esses polímeros provocam a inibição do crescimento de microrganismos, como *E. coli*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *S. pyogenes*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *S. faecalis*, *Shigella dysenteriae*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Coliformes*, *Vibrio*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Corynebacterium michiganense*, *Erwinia sp.*, *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Xanthomonas campestris*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium*

*oxysporum*, *Drechslera sorokiniana*, *Micronectriella nivalis*, *Procularia oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Tricophyton equinum* e *Candida*.

Alguns pesquisadores explicam a atividade antimicrobiana da quitosana por seus grupos amínicos que, uma vez em contato com os fluidos fisiológicos, provavelmente são protonados e se ligam a grupos aniônicos desses microrganismos, resultando na aglutinação das células microbianas e inibição do crescimento.

Estudos mais recentes, entretanto, revelam que o mecanismo da atividade antimicrobiana da quitosana está intimamente relacionado às propriedades físico-químicas do polímero e às características da membrana do microrganismo. Micrografias eletrônicas de *S. aureus* (bactéria gram-positiva) e *E. coli* (bactéria gram-negativa) na presença de quitosana mostram que a membrana do *S. aureus* foi enfraquecida ou até mesmo fragmentada, enquanto o citoplasma da *E. coli* foi concentrado e o interstício da célula, ampliado.

Zheng e Zhu (2004) demonstraram que a atividade antimicrobiana contra bactérias gram-positivas aumenta quanto maior a massa molecular do polímero, enquanto que, para bactérias gram-negativas, quanto menor a massa molecular da quitosana, maior a atividade antimicrobiana. Esses resultados sugerem que os efeitos da quitosana são distintos nos dois tipos de bactérias: no caso das gram-positivas, a hipótese é que quitosana de alta massa molecular forma películas ao redor da célula que acabam por inibir a absorção de nutrientes, enquanto que quitosana de baixa massa molecular penetra mais facilmente em bactérias gram-negativas, causando distúrbios no metabolismo desses microrganismos.

Quitina e quitosana desempenham, ainda, importante papel na homeostase, porém de maneira independente ao sistema clássico da cascata de coagulação. Okamoto *et al* (2003) mostraram que esses polímeros reduzem o tempo de coagulação sanguínea de forma dose-dependente, sendo a quitosana (tempo de coagulação sanguínea de 3,7 min) mais eficaz que a quitina (tempo de coagulação sanguínea de 4,7 min) na coagulação sanguínea sob a mesma concentração de 0,1 mg/mL (tempo de coagulação sanguínea de 12 min para o controle), embora a quitina tenha maior capacidade em agregar plaquetas (61,2%) que a quitosana (27,9%).

O fato de a quitosana ser mais eficaz na coagulação sanguínea, mesmo quando a quitina tem maior poder de agregação plaquetária, é atribuído à sua capacidade em agregar, também, os eritrócitos devido à interação das cargas positivas dos grupos amínicos livres da quitosana com as cargas negativas de receptores dos eritrócitos contendo resíduos de ácido neuramínico e murâmico.

É atribuída à quitina e quitosana potente ação analgésica tópica. Estudos realizados por Okamoto *et al* (2003) sugerem que o principal efeito analgésico da quitosana é decorrente da captura de hidrogênios ácidos liberados no local da inflamação pela ionização do grupo amínico a  $\text{NH}_3^+$ . A quitosana teria também a propriedade de absorver a bradicinina liberada no sítio da inflamação e a quitina, capacidade de absorção quase três vezes maior que esta.

A propriedade imunomoduladora da quitosana é devida à sua capacidade de ativar quase que exclusivamente o macrófago e explica não somente seu papel na aceleração da cicatrização de lesões, mas também a biodegradabilidade desse polímero no organismo (SILVA, 2006).

Os macrófagos, ativados pelos oligômeros de quitina e quitosana de baixa massa molecular, liberam interleucina-1, que estimula a proliferação de fibroblastos e influencia a estrutura do colágeno. Liberam, também, *N*-acetilglicosaminidase, que hidrolisa a quitosana a monômeros de *N*-acetilglicosamina e glicosamina, unidades de açúcares necessárias à biossíntese do ácido hialurônico e outros componentes da matriz extracelular pelos fibroblastos. Promovem a migração de neutrófilos, facilitando a resolução da resposta inflamatória (SILVA, 2006).

As atividades bactericidas e bacteriostáticas sugerem que estes polímeros podem prevenir infecções, se aplicados diretamente no local da lesão. A quitosana é excelente umectante e adere melhor que ácido hialurônico, além de ser economicamente mais viável (SILVA, 2006).

A utilização de sistemas gelificados como veiculadores de princípios ativos em produtos alimentícios, farmacêuticos e cosméticos requer o conhecimento prévio da compatibilidade do substrato a ser incorporado com a estrutura polimérica, assim como o seu efeito na transição sol-gel e no comportamento estrutural do gel quando submetido a condições específicas (SILVA, 2006).

O processo físico-químico de intumescimento em meio aquoso de géis de polímeros sintéticos e naturais<sup>5</sup> e os seus respectivos graus de hidratação no equilíbrio vêm sendo investigados com o propósito de aplicar estes sistemas em materiais biomédicos de liberação controlada de drogas. Através do intumescimento, a estrutura do gel é expandida, promovendo a liberação do princípio ativo. Neste sentido, géis de quitosana (poli- $\beta$ -(1-4)-D-glucosamina) vêm recebendo bastante atenção. No entanto, não se encontra na literatura especializada nenhuma referência quanto ao comportamento da transição sol-gel e à estrutura do gel que se forma na presença da droga incorporada (SILVA, 2006).

Pesquisas recentes demonstraram a capacidade da quitosana em se ligar às gorduras. Estudos realizados em ratos mostraram que a quitosana pode interferir na digestão e na absorção das gorduras pelo trato intestinal, facilitando a excreção destas gorduras nas fezes dos animais. Em um dos estudos foram testadas 23 fibras diferentes, numa proporção de 5% peso/peso, isto é, 5g de fibra foram adicionados a 100g da ração rica em gordura. O resultado demonstrou que a quitosana absorve pelo menos 6 vezes mais gordura do que qualquer outra fibra testada e inibe a digestão desta em 50%, em relação às outras fibras. Conclui-se, assim, que a quitosana possui alta capacidade de favorecer a excreção de lipídeos nas fezes (DEUCHI *et al*, 1994).

Fibras, em geral, sendo dotadas de solubilidade e viscosidade, possuem a habilidade de impedir a absorção de ácidos graxos e colesteróis. Isto ocorre por funcionarem como barreira física, impedindo a absorção destas substâncias (VAHOUNY, 1982; IKEDA, 1989). No entanto, este não parece ser o ponto principal na ação da quitosana no tocante a tal aspecto. A quitosana é dotada de solubilidade e viscosidade, principalmente em meio ácido. Assim sendo, a ausência de viscosidade em local onde nutrientes são absorvidos, como o intestino, mostra que esta propriedade possui, apenas, caráter adjuvante (SILVA, 2006).

Um importante aspecto a ser considerado é a interação iônica entre quitosana e sais biliares. Os primeiros trabalhos envolvendo a capacidade hipocolesterolêmica da quitosana sugerem este como sendo o mecanismo responsável pela diminuição do colesterol sérico. Esta interação ocorre entre a carga positiva presente na molécula da quitosana e a carga negativa presente em sais biliares e ácidos graxos. Desta maneira, pode ocorrer o comprometimento de estruturas micelares,



inviabilizando a emulsificação de lipídeos e impedindo, conseqüentemente, que estes derivados sejam absorvidos. O resultado direto deste processo é o aumento na excreção de ácidos biliares e ácidos graxos nas fezes. Desta seqüência de eventos, resulta a oxidação compensatória de colesterol a sais biliares em nível hepático, visando, desta maneira, manter o “pool” de ácidos biliares, conduzindo, então, ao decréscimo do nível de colesterol sérico (SILVA, 2006).

#### 2.4 Leite de Búfala: Produção, características químicas e nutricionais

A produção de leite de búfala gira em torno de 10,5% de todo o leite produzido no mundo. Desse montante, 92,12% são produzidos na Índia, China e Paquistão, que possuem aproximadamente 78% da população mundial de búfalos. O continente asiático é responsável por 96% da produção mundial de leite de búfala, com destaque para a Índia, onde 55% do leite produzido é de búfala (SILVA *et al.*, 2003).

Conforme dados da FAO (2002), o Brasil possui atualmente o maior rebanho da América Latina, constituído de 1.150.000 cabeças. De acordo com o Anuário Estatístico do Brasil (2000), as criações de búfalos estão distribuídos em todo os Estados brasileiros, localizando-se no Pará a maior concentração desse animal.

No Brasil, são comuns as raças Mediterrâneo, Murrah, Jafarabadi e Carabao, além de animais do tipo Baio, de um total de 19 raças conhecidas e espalhadas por mais de 40 países. No Estado do Ceará são encontradas criações de búfalos da raça Murrah, cujas características são animais com conformação média e compacta. Apresentam cabeças leves e chifres curtos, espiralados, enrodilhando-se em anéis na altura do crânio (Figura 1). São animais profundos e de boa capacidade digestiva, elementos muito importantes para as produtoras leiteiras.



Figura 1. Raça Murrah: chifres espiralados

Características de rusticidade, docilidade, resistência, longevidade, precocidade, proliferalidade e grande adaptabilidade o destacam como considerável alternativa para a produção de proteína de alta qualidade para a população, tanto como consumo interno como para exportação (FONSECA, 1987).

O leite de búfala é cerca de 40 a 50% mais produtivo na elaboração de derivados (queijo, iogurte, doce de leite, etc.) que o leite bovino (tabela 3). Características marcantes do leite de búfala são: a sua coloração totalmente branca, devido à ausência total de pigmentos carotenóides, o que também confere coloração branca à manteiga e aos queijos produzidos, e o sabor levemente adocicado. (MOZZARELA, 2007).

Em búfalas, a produção de leite apresenta acréscimo até o segundo mês da parição, diminuindo daí em diante até atingir o final da lactação (TONHATI *et al.*, 1996). De modo geral, a composição do leite produzido por animais domésticos da mesma espécie varia em função de regimes alimentares e entre localidades.

**Tabela 3. Rendimento Industrial de leite de búfala e de vaca.**

Derivado	Volume de leite/ kg de produto		Rendimento comparado Búfala/Vaca (%)
	Búfala	Vaca	
Iogurte	1,2	2,0	40
Mozzarella	5,5	8,0-10,0	39
Provolone	7,43	8,0-10,0	20
Queijo Marajó	6,00	10,0-12,0	41
Doce de Leite	2,56	3,5	29

Fonte: Adaptado de Silva *et al.*, 2003.

#### **2.4.1 Estudo comparativo entre o Leite de Búfala e o Leite de Vaca**

As características de composição e as propriedades físico-químicas do leite bubalino podem apresentar muitas variações devido a vários fatores como o estágio de lactação, a estação do ano, a raça, a produção individual dos animais, a alimentação e o número de ordenhas por dia, dentre outras causas (AKBAR *et al.*, 1999 e DUBEY *et al.*, 1997).

A densidade do leite de búfala pode variar de acordo com os diferentes meses do período da lactação, variando de 1.031,0 a 1.034,0 g/L (FURTADO, 1980a). Nader Filho *et al.* (1996) e Neves (1985), no entanto, observaram, respectivamente, valores médios pouco superiores, da ordem de 1.032,5 e 1.034,7 g/L.

A gordura, juntamente com a proteína, representa um dos principais componentes do leite bubalino, o qual possui teor de gordura maior do que no leite bovino (VERRUMA & SALGADO, 1994). Da mesma forma que a densidade, a gordura também poderá sofrer influência durante o período de lactação atingindo valores entre 5,40 e 6,66% (NADER FILHO *et al.*, 1996). No Brasil, há referências de percentuais de gordura do leite bubalino de até 8,16% (VERRUMA & SALGADO, 1994).

Os glóbulos de gordura no leite de búfala possuem diâmetros maiores, entre 3,5 e 7,5  $\mu\text{m}$  (FERRARA & INTRIERI, 1975), enquanto que o tamanho médio no leite bovino varia de 3,6 a 4,0  $\mu\text{m}$  (NEVES, 1985). De acordo com Dastur & Laxminarayama (1968) o número de glóbulos de gordura é de 3,2 e 2,6 milhões/ $\text{mm}^3$  no leite bubalino e bovino, respectivamente.

De acordo com Furtado (1980b), o maior percentual de proteínas em relação ao leite bovino constitui a principal vantagem na utilização de leite de búfala na fabricação de derivados, o que possibilita maior rendimento, principalmente de queijos. O teor de proteínas total no leite bubalino poderá variar de 3,63 a 5,26% (FAO, 1991). Segundo Verruma & Salgado (1994), o valor encontrado para a proteína no leite de vaca, 3,7%, encontra-se próximo do limite mínimo dos valores mencionados para o leite de búfala.

A caseína, principal proteína do leite, encontra-se em maior proporção. Sua micela no leite de búfala possui diâmetro variando de 110 a 150  $\text{nm}$ , enquanto que esta se apresenta entre 70 e 110  $\text{nm}$  no leite de vaca (FERRARA & INTRIERI, 1975). As micelas de caseína no leite de búfala são mais opacas, contêm menos

nitrogênio, porém mais cálcio e fósforo, quando comparados ao leite de vaca (GANGULI, 1979).

A lactose, principal carboidrato do leite, é o componente que menos varia ao longo do período de lactação, devido à sua osmolalidade (SUTTON, 1989; VARGAS, 1996). Mesquita *et al.* (2001), encontraram concentração média de 5,4% no início da lactação, 5,8% no período mediano e 5,5% ao final da lactação, enquanto que Duarte *et al.* (2001), detectaram percentagem média de lactose de 5,2%.

O Extrato Seco Total (EST) do leite bubalino é importante para obtenção de derivados com melhor qualidade estrutural e organoléptica (IYENGAR *et al.*, 1967). O teor de EST varia de 15,64% (NADER FILHO *et al.*, 1986) a 17,95% (NADER FILHO *et al.*, 1983) e é maior que o EST encontrado para o leite bovino, o qual se situa em cerca de 12% (VERRUMA & SALGADO, 1994).

O Extrato Seco Desengordurado (ESD) observado para o leite bubalino apresenta características semelhantes às mencionadas para o EST (IYENGAR *et al.*, 1967), variando de 8,84% (VERRUMA & SALGADO, 1994) a 10,49% (FURTADO, 1980a), sendo, portanto, maior do que o ESD observado para o leite bovino: em torno de 8,5% (VERRUMA & SALGADO, 1994). Outros pesquisadores encontraram resultados localizados dentro dos intervalos mencionados: 9,35% (ANTUNES *et al.*, 1998), 9,90% (NADER FILHO *et al.*, 1986) e 10,18% (NADER FILHO *et al.*, 1983).

O Índice Crioscópico (IC), ou Ponto de Congelamento, é utilizado na indústria de laticínios para verificar com exatidão se houve ou não fraude por adição de água ao leite. Segundo Nader Filho *et al.* (1983) e Antunes *et al.* (1998), o IC do leite de búfala poderá oscilar entre -0,531 e -0,548°C, respectivamente, com algumas variações durante os diferentes meses do período de lactação (NADER FILHO *et al.*, 1996). Comparativamente, o IC do leite bovino pode variar de -0,530 a -0,550°C (BRASIL, 1981).

Segundo Nader Filho *et al.* (1996) os valores de pH variam de acordo com os diferentes meses de lactação, podendo variar de 6,41 (FURTADO, 1980a) a 6,97 (NADER FILHO *et al.*, 1996).

Os trabalhos encontrados na literatura brasileira demonstram que a acidez do leite de búfala pode oscilar entre 20°D (NADER FILHO *et al.*, 1983) e 22,3°D (NADER FILHO *et al.*, 1986). A título de comparação, a acidez encontrada para o

leite bovino pode atingir valores de 14 a 20°D (NADER FILHO *et al.*, 1996). É importante ressaltar que a acidez titulável é decorrente tanto da presença de ácido láctico como de outros compostos, principalmente do teor de proteínas (caseína), o qual é maior no leite bubalino (FURTADO, 1980b). As proteínas do leite possuem caráter anfótero, podendo reagir tanto como bases, como também como ácidos. Assim, o leite bubalino possui efeito tamponante quando é submetido à titulação, sendo que o teor de proteínas totais aumenta significativamente sua acidez titulável, sem influência aparente na acidez real (FURTADO, 1980a).

A composição mineral do leite de búfala é cerca de 0,79 e 0,85%, apresentando-se maior do que a composição mineral no leite de vaca (FERRARA & INTRIERI, 1975).

Segundo Ferrara & Intrieri (1975) o conteúdo de cálcio pode alcançar até 25% do total da matéria mineral. No Brasil, o valor médio encontrado para o cálcio no leite bubalino é de 0,18% (VERRUMA & SALGADO, 1994).

O fósforo é encontrado no leite de búfala na proporção de 0,09 a 0,15% (FERRARA & INTRIERI, 1975). O leite bubalino ainda possui elevadas concentrações de ânions quando comparadas ao leite bovino (GANGULI, 1979).

As características microbiológicas do leite de búfala são relativamente pouco conhecidas, quando comparado ao leite bovino, sobretudo no Brasil. É importante ressaltar que o leite bubalino *in natura* apresenta, também, elevada perecibilidade e está sujeito às mesmas fontes de contaminação microbiana que podem existir na bovinocultura leiteira, principalmente na ordenha e no transporte do leite até a usina de processamento. Algumas peculiaridades do manejo e do comportamento das búfalas, entre outros fatores, podem contribuir para aumentar significativamente a carga microbiana inicial do leite cru, diminuindo assim, a qualidade e a validade do produto. Por último, limitando o seu emprego na indústria (CUNHA NETO, 2003).

Os búfalos possuem o costume de utilizar poças de água ou lama para se refrescar durante o dia, possibilitando a formação de uma camada fina de lama sobre a pele. Este comportamento confere proteção contra o *stress* térmico e os insetos, dado que os búfalos possuem características peculiares em sua estrutura de termorregulação cutânea (pele mais espessa, menor densidade de folículos pilosos, somado aos pêlos esparsos) que dificultam a dissipação de calor corporal e oferecem pouca ou nenhuma proteção contra a radiação solar (NASCIMENTO & CARVALHO, 1993).

O hábito de imergir em coleções de água, no entanto, gera uma grande dificuldade na obtenção higiênica do leite, pois a qualidade do leite *in natura* está intimamente relacionada com o tipo de manejo empregado no momento da ordenha. A adoção de técnicas adequadas de limpeza e sanitização de utensílios, equipamentos, úbere dos animais e instalações é essencial para a obtenção do leite com alta qualidade higiênica, ou seja, com reduzida contagem de microrganismos deteriorantes e ausência de espécies patogênicas (FONSECA & SANTOS, 2003).

Nos rebanhos brasileiros, a obtenção do leite de búfala é feita predominantemente através de ordenha manual. A utilização de ordenhadeira mecânica pode ser interessante para rebanhos formados por animais de produção elevada, como acontece, por exemplo, na Itália, onde as criações apresentam altos índices de melhoramento genético e de produtividade (FRANCISCIS & DI PALO, 1994).

A contaminação do leite obtido por ordenha mecânica é, geralmente, inferior à do leite obtido pelo sistema de ordenha manual, possibilitando uma menor carga bacteriana inicial no produto (FARMISANO *et al.*, 1980). Deve-se destacar, porém, que as ordenhadeiras mecânicas não garantem, por si só, a qualidade microbiológica do leite, uma vez que os equipamentos necessitam dos mesmos cuidados higiênicos rigorosos no trabalho de ordenha. De qualquer modo, similarmente à ordenha manual, a implantação de ordenha mecânica deve ser acompanhada de um treinamento adequado dos funcionários da propriedade, com vistas à obtenção de mão-de-obra qualificada para esta atividade (FONSECA & SANTOS, 2003).

## **2.5 Elaboração de Sorvetes: Características, Formulações e Processamento**

### **2.5.1 Histórico**

O sorvete surgiu durante o reinado do Imperador romano Nero, aproximadamente no ano de 62, d.C. Acredita-se que Nero não somente descobriu,

mas também saboreou um gelado composto de neve, néctar, polpa de frutas e mel. Como aconteceu na era precedente a "refrigeração" o imperador contratava corredores para trazerem dos Montes Alpinos a neve, afim de que pudesse preparar essas combinações geladas maravilhosas.

O conhecimento dos gelados difundiu-se lentamente pela Europa, e somente foi trazido para os E.U.A. por Alexander Hamilton em torno de 1770, apesar de ser conhecido na Europa desde o século XV.

O primeiro documento impresso sobre sorvetes apareceu na "Experiente Dona de Casa" em 1769 a mais de 200 anos de nossa época, na América do Norte.

Documentos mostram propaganda de sorvete em distribuidores dos Estados Unidos em 1777, porém o sorvete somente entrou em produção industrial em 1851, quando Jacob Fussel, um laticinista de Baltimore montou a primeira indústria de sorvetes nos E.U.A.

As primeiras patentes em equipamentos caseiros para produção de sorvete apareceram entre 1848 e 1851, sendo que a primeira fábrica de sorvetes no mundo foi instalada por Fussel na cidade de Baltimore. O mesmo Fussel fundou outras fábricas em 1856, em Washington e em 1864, em New York.

Em 1892 surgiu o primeiro curso sobre sorvetes na Faculdade Estadual da Pensilvânia e em 1901 na Faculdade Estadual de Iowa.

Em 1900 foi criada a Associação dos Produtores de Sorvetes, que mais tarde foi mudado para Associação Internacional de Produtores de Sorvete.

Em 1904 surgiu o cone de biscoito (casquinha) para sorvete na Feira Mundial de Saint Louis.

Em 1915 apareceram os primeiros livros sobre sorvetes entre eles "A produção de *Ice Creams* e *Ices*", por J. H. Frandsen.

Em 1940 foram produzidos os primeiros congeladores domésticos, que veio a difundir o uso do sorvete nos lares.

Em 1950 apareceram as primeiras gorduras vegetais para uso em sorvetes nos E.U.A.

### **2.5.2 Considerações Gerais**

Os alimentos popularmente conhecidos como picolés e sorvetes de massa estão classificados, pela legislação sanitária brasileira, como produtos Gelados Comestíveis (MIKILITA, 2004).

O sorvete é conhecido como um dos alimentos mais perfeitos. É altamente nutritivo, apresentando-se em diferentes formas, tamanhos e sabores, e é aceito como um alimento *delicatesse* pela maioria de seus consumidores.

De acordo com ANVISA (1999) e Mosquim (1999), os gelados comestíveis, são alimentos obtidos por congelamento, a partir de uma mistura básica, sob contínua agitação, pasteurizada, composta de ingredientes lácteos ou não, com ou sem a adição de outros ingredientes ou substâncias como: açúcares, corantes, aromatizantes, estabilizantes e emulsificantes, visando atender aos padrões definidos para sólidos totais e *overrun* (incorporação de ar) em condições que garantam a conservação do produto, no estado congelado, ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo.

Marshall & Arbuckle (1996) definem sorvete como uma mistura pasteurizada e homogeneizada de leite e outros ingredientes, que, pelo processo de agitação, incorpora ar, proporcionando características de suavidade e maciez ao produto congelado.

O sorvete possui a estrutura de um colóide complexo, formado por bolhas de ar, glóbulos de gordura, cristais de gelo e por uma fase aquosa não congelada. A fase contínua é a água onde estão dissolvidas a maioria dos ingredientes e a fase descontínua composta por ar e gordura (GOFF, 2007 e MOSQUIM, 1999).

De acordo com Rothwell (1990), o consumo de sorvete varia de país a país e isto não é completamente dependente das condições climáticas. Um grande exemplo é o consumo *per capita* de gelados comestíveis nos Estados Unidos que supera a 20 litros por ano, enquanto no Brasil, somente ultrapassa a 2 litros no eixo Rio – São Paulo, onde se concentra a população de maior poder aquisitivo (Mosquim, 1999). O consumo de sorvete do Norte e Nordeste representa 30% do consumo nacional. Seu maior consumo ocorre no verão, quando também é a época de maior produção de leite.

Como ingredientes básicos da formulação dos sorvetes estão a gordura, os sólidos não gordurosos do leite (SNGL), os adoçantes, os estabilizantes e



emulsificantes, os corantes e aromatizantes e a água, com adição ou não de frutas, sementes oleaginosas e outros produtos como café, cacau, licores, ovos e cobertura (MOSQUIM, 1999 e SOLER, 2001).

Segundo Mosquim (1999), os gelados comestíveis podem ser classificados, de acordo com sua composição, em:

- *Ice Cream* - Sorvete à base de creme
- *Ice Milk* - Sorvete à base de leite
- *Sherberts* - Sorvete à base de frutas
- *Water Ice* - Gelados à base de água

O processo de fabricação do sorvete de massa varia em consequência do estágio tecnológico e dos equipamentos utilizados, entretanto consiste das etapas básicas de: preparação da mistura, pasteurização, homogeneização, resfriamento rápido, maturação, batimento, acondicionamento, congelamento final e estocagem (GOFF, 2007).

O sorvete, sendo um produto derivado do leite, é um ótimo meio para o crescimento microbiano, graças ao elevado valor nutricional, ao pH quase neutro (6-7) e à longa duração do período de armazenamento (HONG KONG, 2001).

### **2.5.3 Componentes do Sorvete**

- *Água:*

Solvente universal, onde todos os componentes acham-se dispersos e dissolvidos, a água constitui-se no ingrediente fundamental para a composição da calda. É o ingrediente que entra em maior proporção, seja diretamente ou na forma do leite *in natura*. Neste caso, desnecessário é dizer que todo cuidado deve ser tomado, deve ser tratada e filtrada, obrigatoriamente.

- *Açúcar*

Propícia ao sorvete o ponto de congelamento. O mais utilizado é a sacarose. Tem a principal função de conferir a doçura e de contribuir com maior quantidade de sólidos à mistura, os quais de vital importância a textura, cremosidade, maciez e aspecto geral ao sorvete acabado.

Glicose: na forma de pó ou líquida, sendo que as qualidades deste produto, pelo seu valor nutritivo, fazem destacar a cor e o sabor, evitando a sensação de “enjoativo” causado pela sacarose. Contribui muito para o *shelf-life* do sorvete. Destacamos também as qualidades de seu alto valor nutritivo, cor do sorvete acabado, bem como sabor enaltecidos. Utilizada juntamente com a sacarose se consegue fazer um balanço de sólidos X adoçamento bastante aceitável.

Níveis baixos de açúcar numa formulação ocasiona ao produto final uma textura dura e quebradiça, dificulta o "concheiar" no momento de servir, porém do outro lado, altas concentrações a consequência é de uma massa muito mole, com textura pegajosa e enjoativa.

- *Leite e Derivados*

O leite desempenha papel importante na composição do sorvete, por ser a fonte primária de proteínas e gorduras, as quais são fundamentais no equilíbrio do sistema e na obtenção das características desejáveis do produto final.

Podemos utilizá-lo *in natura* ou em pó, nos tipos integral ou desnatado.

Sólidos Não Gordurosos do Leite (SNGL): Conferem ao sorvete equilíbrio entre corpo e textura, melhorando a viscosidade. Compreendem todas as substâncias sólidas presentes no leite. Dentre estes sólidos, destaca-se a lactose, as proteínas, e os sais minerais, responsável por uma estrutura firme ao corpo do sorvete acabado. O excesso de SNGL provoca no sorvete estocado por longo tempo uma textura arenosa devido a cristalização da lactose e ainda o aparecimento de sabores salgado e cozido, por isso seu conteúdo no sorvete é limitado.

Normalmente utilizamos leite em pó como fonte de SNGL, fator de correção em formulações. Importante considerar a gordura presente no leite em pó integral (26%) sendo que no tipo desnatado é muito reduzido, em torno de 2%.

- *Gorduras*

Responsável por maciez, textura, cremosidade e durabilidade do sorvete. As fontes de gordura utilizada podem ser de origem animal, proveniente do leite integral e seus derivados como, por exemplo, creme de leite e manteiga.

A adição de mais gordura em nossa formulação (obter um sorvete mais cremoso) poderá ser feito com as de origem vegetal hidrogenadas, próprias para gelados com ponto de fusão abaixo de 34°C.

As gorduras principalmente as lácteas, dão ao sorvete riqueza, corpo e cremosidade, porém caracterizam gosto de creme e amanteigados, excelente para sabores como chocolate, baunilha, nozes e outros, mas podem não combinar com sabores de nossas frutas tropicais.

Sorvetes com maior teor de gordura reduzem a sensação de frio, sendo uma ótima opção para o inverno.

Quantidades percentuais médias admissíveis, encontra-se na tabela 4:

**Tabela 4: Principais características dos diferentes tipos de sorvete**

<b>TIPOS DE SORVETE</b>	<b>PRINCIPAL CARACTERÍSTICA</b>
Sorbet	gordura = 0%
Sherbet	gordura = até 4%
Artesanal	gordura = até 8%
Industrial	gordura = até 12%
Premium	gordura = mais de 14%

Fonte: GUIA, 1999.

- *Outros componentes*

Além dos ingredientes descritos acima, estão ainda nesta categoria as frutas frescas ou secas, inteiras ou em pedaços, polpas, sucos, purês, as sementes oleaginosas como castanha de caju, do Pará, amendoim, nozes, etc. Compõem também as raspas de chocolates, os vinhos, licores e coberturas. Estão numa ordem de utilização na formulação por serem anti-congelantes, ou podem comprometer o equipamento de fabricação.

- *OVERRUN*

Incorporação de ar ao produto acabado. À quantidade de ar incorporado ao sorvete chamamos de *overrun* (transbordamento).

O *overrun* para sorvetes extraídos em equipamentos artesanais pode variar entre 50 a 70% e para os sorvetes industriais, em equipamentos contínuos de 80% a 110% de ar incorporado.

O controle do rendimento ou *overrun* é de muita importância no cálculo dos custos do sorvete. Alguns fatores que contribuem para uma menor incorporação de ar:

- Excesso de estabilizante
- Frutas, chocolate, cacau
- Homogeneização insuficiente
- Refrigeração insuficiente na produtora (fora das especificações do fabricante)
- Calda com temperatura alta para início de fabricação
- “Raspadores” do equipamento desajustados
- Demora em extrair o sorvete da produtora

Fatores que contribuem para um maior rendimento do sorvete:

- Balanceamento correto da calda
- Calda em temperatura correta para fabricação (3° a 5°C)
- Aditivos (emulsificantes e estabilizantes) de qualidade comprovada
- Procedimento de maturação da calda obedecido corretamente

Fórmula para cálculo do *overrun*:

$$\frac{VF - VI}{VI} \times 100 = \text{Overrun}$$

Onde:

VF = volume final (sorvete pronto)

VI = volume inicial (calda)

▪ *Aditivos Indispensáveis*

Etimologia:

- Emulsificante

O agente emulsificante tem a propriedade de produzir uma emulsão entre dois líquidos que não se misturam naturalmente, como exemplo a dispersão da gordura na água, de forma homogênea, controlar a aglomeração e reagrupamento da gordura durante a etapa de congelamento, facilitar a incorporação de ar, aumentar a resistência a contração melhorando as características de derretimento.

- Estabilizante

A partir da fabricação até o momento do consumo, os sorvetes ficam sujeitos à variação de temperatura. Estes choques térmicos permitem o crescimento dos cristais de gelo tornando a textura arenosa. Os estabilizantes imobilizam grandes quantidades de água, quando se dissolvem em água, as moléculas vão se hidratando e se dispersando formando uma "rede" tridimensional que imobiliza a água não ligada: esse efeito é facilmente observável, já que implica no aumento da viscosidade do sistema.

Todavia, estes resultados são obtidos satisfatoriamente somente se forem usados em proporções corretas e devidamente acompanhados de demais ingredientes da formulação.

Os estabilizantes aumentam a viscosidade da calda, melhoram o corpo e textura do produto final, melhoram sensivelmente as propriedades de fusão e derretimento, facilitam a incorporação e distribuição do ar e promovem melhor estabilidade durante o armazenamento.

- Aromatizantes e Corantes

A principal função destes compostos é de realçar ou caracterizar as cores e sabores. Objetivam conferir ou acentuar a cor e sabor ao produto final. A quantidade de polpa que se pode utilizar na composição do sorvete é limitada por razões de custo, diferentes origens ou colheitas. O processo industrial que sofre a fruta até sua utilização (esterilização, envase, armazenamento) faz com que, em sua etapa final muitas vezes, já não conta com a grande maioria dos componentes aromáticos que dão a fruta natural sua nota fresca e agradável.

Os ácidos também contribuem para formar o sabor final, caracterizando a originalidade do paladar da fruta. Dosagens e procedimentos corretos de entrada na receita do sorvete a ser fabricado.

#### **2.5.4 Balanceamento de Formulações**

Um sorvete para apresentar as características desejáveis, garantir bons resultados quanto ao rendimento, à cremosidade e à estabilidade, os ingredientes devem ser adicionados em proporções corretas a fim de manter correta relação entre os componentes de sua composição, de forma a ter uma formulação equilibrada.

Quando o teor de gordura aumenta numa formulação, o teor de sólidos não-gordurosos do leite (SNGL) deve diminuir, para evitar o problema de textura arenosa causado pelo excesso de lactose (que é o açúcar natural do leite), conforme demonstrado na Tabela 5 abaixo:

**Tabela 5. Composição de Sorvetes a base de leite em diferentes teores de gordura**

% gordura	% S.N.G.L.	% açúcar	% sólidos totais
3	14-15	14-18	29-35
4	12-14	14-18	30-36
5	11-13	14-18	30-36
6	11-13	14-18	31-37
8	10-12	16-18	34-38
10	10-11	16-18	36-39
12	9-10	16-18	37-40
14	8-9	16-18	38-41
16	7-8	16-18	39-42
18	6-7	16-18	40-43

### **2.5.5 Processos de Fabricação do Sorvete**

- *Preparo da Mistura:*

Todos os ingredientes líquidos são colocados na pasteurizadora e tem início a agitação e aquecimento.

O aquecimento é executado para liquefazer a gordura, bem como dissolver mais facilmente os açúcares e os estabilizantes. Os ingredientes secos, inclusive o leite em pó, açúcar e estabilizador (salvo alguma exceção) são adicionados enquanto a parte líquida está em agitação e antes que a temperatura alcance 50°C.

Para evitar a formação de grumos nos materiais secos, é recomendado fazer uma mistura prévia do açúcar, leite em pó, estabilizador, etc. Os materiais que dão cor e sabor ao sorvete (salvo exceções) devem ser colocados na calda fria, após a maturação.

- *Homogeneização:*

Todas as misturas de sorvete contendo gorduras, devem ser homogeneizadas (batidas). Sua finalidade é melhorar as características de batimento da mistura e do corpo, além de dar uma textura macia ao sorvete.

A homogeneização (batimento) consiste em quebrar ou reduzir o tamanho dos glóbulos de emulsão, tornando-os uniformes. Quando se faz uso de gorduras vegetais hidrogenadas, a homogeneização (batimento) deve ser feita a quente, em torno de 60°C, temperatura em que gorduras estão no estado líquido.

- *Pasteurização:*

Por razões bacteriológicas, a mistura (calda) deve ser pasteurizada. A portaria 379, de 26 de abril de 1999 do Ministério da Saúde, cita como obrigatória a

pasteurização de gelados comestíveis elaborados com produtos de laticínios e/ou ovos.

Pasteurização é o tratamento térmico destinado a destruir todos os microorganismos patogênicos (microorganismos capazes de produzirem doenças) da calda de sorvete.

A pasteurização sempre é expressa em termos de tempo *versus* temperatura. O sucesso da pasteurização depende de fatores como:

- Deve-se tomar cuidados para não ocorrer uma contaminação do produto nas etapas pós-pasteurização.

- Todos os equipamentos e utensílios com os quais o produto terá algum contato, devem estar bem limpos e higienizados.

- A embalagem deve estar isenta de sujidades.

Para o tratamento térmico ideal, recomenda-se:

- Sistema com tina de pasteurização/batelada: 70° C por 30 minutos.

- Sistema contínuo: 80° C por 25 segundos.

Após o aquecimento, a mistura deve ser resfriada para 4° C no menor tempo possível. O resfriamento da calda evita que os microorganismos não-patogênicos restantes se multipliquem. O produto pasteurizado deve ser mantido sob refrigeração.

A pasteurização, devido à temperatura, faz com que os estabilizantes e emulsificantes usados nas ligas dissolvam-se totalmente e trabalhem com toda a sua potencialidade. No entanto, deve-se considerar que, quando do emprego de alguns emulsificantes e estabilizantes, devem ser adicionados à calda somente após a pasteurização, na calda já fria. Não deve ser aquecido junto com a calda, pois neste caso, perderia parte da sua potencialidade.

- *Maturação:*

Após o resfriamento da calda, esta deve ser maturada. Nesta fase, é complementada a adição dos ingredientes sensíveis ao tratamento térmico, como sucos de frutas, polpas, essências, etc. Nesta fase, ocorre a solidificação das gorduras e a viscosidade aumenta devido à hidratação das proteínas do leite e estabilizantes, que absorvem a água livre. O tempo de maturação pode variar de 1 a 24 horas, recomendando-se tempos mais altos para caldas com teor de gordura



maior. Esta operação se efetua à temperatura de 4°C, em equipamentos apropriados e sob agitação lenta e constante.

- *Congelamento:*

Esta é uma das operações mais importantes, já que dela depende a qualidade, o rendimento e o sabor do produto final.

O processo de congelamento pode ser dividido em duas partes:

- \* congelamento na máquina produtora;
- \* congelamento e endurecimento nas câmaras de armazenamento.

O processo de congelamento pode variar de acordo com o tipo de equipamento utilizado, que genericamente pode ser classificado em descontínuos (tipo batelada), verticais ou horizontais, ou contínuos.

Além dessas variações, deve-se esperar que o congelamento na máquina produtora seja rápido, enquanto a mistura é agitada para incorporar ar, de maneira a controlar a formação de cristais de gelo e fazer com que o sorvete tenha suavidade no corpo e na textura, bom sabor e "Overrun".

Quando o sorvete adquire consistência, retira-se da máquina produtora e rapidamente transfere-se às câmaras de armazenamento, onde se completa o processo de congelamento e endurecimento.

Esta etapa do processamento é importante enfatizar pois quando o sorvete sai da máquina produtora, apresenta consistência semi-sólida, com mais da metade da água congelada. O restante da água vai se congelar nas conservadoras ou câmaras de endurecimento à temperatura de aproximadamente -25°C. Convém ressaltar também a diferença que deve haver entre a temperatura de um balcão de onde o sorvete será retirado e servido, e a câmara de armazenamento, que normalmente é usada apenas pelos fabricantes que distribuem os sorvetes para revenda.

A temperatura do balcão deve ser superior, ou seja, em torno de -12°C a -8°C, caso contrário, a massa irá apresentar-se muito endurecida devido ao baixo ponto de congelamento. Estas temperaturas devem ser constantes, pois variações podem ocasionar o desenvolvimento de cristais de gelo de maior tamanho, que resultaria numa textura áspera no sorvete.

A concentração de sólidos solúveis na calda previamente ao seu congelamento é em torno de 25%. Na saída da produtora, onde se congelam mais

de 50% de água, a concentração de sólidos solúveis duplica-se, ou seja, sua concentração é de pelo menos 50%. Durante o endurecimento, mais de 25% de água se congela, portanto, os sólidos solúveis aumentam até 63%. Quando a concentração de substâncias dissolvidas é muito grande, já não se congelará mais água.

A quantidade de água congelada a uma determinada temperatura num sorvete de leite encontra-se na Tabela 6:

**Tabela 6: Percentual de água congelada a determinadas temperaturas.**

Temperatura	Água congelada (%)
- 3°C	18%
- 3,5°C	26%
- 4°C	35%
- 5°C	48%
- 6°C	55%
- 7°C	64%
- 25°C	90%

Fonte: GUIA, 1999.

### **2.5.6 Pontos críticos de controle na fabricação de gelados comestíveis**

A etapa de recepção e estocagem de insumos e matérias primas para a fabricação de sorvetes pode ser considerada como um ponto crítico de controle microbiológico, físico e químico, quando ingredientes são incorporados após a etapa de aeração e congelamento parcial (MIKILITA, 2004).

Se os ingredientes utilizados na preparação da mistura apresentarem uma carga microbiana indesejável, as suas prováveis toxinas não serão eliminadas na etapa de pasteurização. A situação é a mesma ao se considerar os perigos químicos que podem estar presentes nos ingredientes e insumos (GONÇALO, 2002 e MORABITO, 1999).

As frutas, nozes, corantes, aromatizantes, entre outros ingredientes, podem contribuir significativamente para a contaminação do produto, especialmente se a sua adição ocorrer depois da pasteurização (ICMSF, 1985).

O outro ponto crítico de controle voltado ao controle de perigos microbianos é a etapa da pasteurização no processo de fabricação do sorvete (GOFF, 2002 e GONÇALO, 2002). A pasteurização não elimina completamente os microorganismos presentes no produto, permitindo a sobrevivência de bactérias termodúricas não formadoras de esporos e dos esporos da maioria das bactérias, tanto aeróbicas como anaeróbicas (ICMSF, 1985). Assim, caso ocorra qualquer falha ou desvio no tratamento térmico da mistura e de seus parâmetros de tempo e temperatura, não haverá outra etapa em que se efetue a redução de microorganismos patogênicos em níveis aceitáveis, sendo essa etapa considerada um ponto crítico de controle importante na inocuidade dos gelados comestíveis (CASTILHO, 1999).

Warke *et al.* (2000) ressaltam que, além da implantação do sistema Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Boas Práticas de Fabricação e após o processamento, incluindo o transporte e a exposição à venda, são igualmente importantes para se obter um produto de alta qualidade e bem aceito pelo consumidor.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Matéria-prima**

O Leite de Búfala Desnatado Pasteurizado foi procedente de doação da Fazenda Laguna, especializada em criação de bubalinos, da cidade de Paracuru/ Ceará/ Brasil. Para garantia da qualidade, o mesmo foi transportado em compartimentos isotérmicos mantido a 4°C, até produção do sorvete.

A quitosana foi fornecida pela POLYMAR Indústria e Comércio Ltda., localizada em Fortaleza/ Ceará/ Brasil.

A linhaça foi adquirida no comércio de Fortaleza/ Ceará/Brasil.

Os demais ingredientes como: açúcar, gordura vegetal hidrogenada, emulsificantes e aromatizantes foram gentilmente doados pela indústria de gelados comestíveis Chaves & Melo Ltda., Sorvetes Estouro, de Fortaleza/ Ceará/ Brasil, onde os sorvetes foram fabricados.

#### **3.2 Elaboração das Formulações do Sorvete**

Foram desenvolvidas cinco formulações, partindo-se de uma formulação básica ou padrão, conforme demonstrada na Tabela 7.

Destas, quatro foram adicionados de Quitosana como ingrediente com percentual fixado em 2%. Este valor foi definido através de testes preliminares.

A primeira formulação foi desenvolvida sem adição de farinha de linhaça e quitosana, em seguida, as outras foram balanceadas com adição de farinha de linhaça em diferentes proporções (0%, 5%, 10% e 15%), conforme demonstrado na Tabela 8, mantendo-se o padrão de 5% de gordura, 12% de SNGL, 15% de açúcar, 2% de quitosana e 62% de água.

**Tabela 7 – Formulação Básica de Sorvete**

Componente	Quantidade (kg)
Leite Búfala	5000
Gordura Hidrogenada	400
Leite em Pó Desnatado	350
Água	560
Sacarose	1200
Liga Neutra	90
Saborizante	240

Fonte:  
Mosquim, 1999.

**Tabela 8 –  
Formulação  
modificada  
baseada na**

**formulação básica do sorvete.**

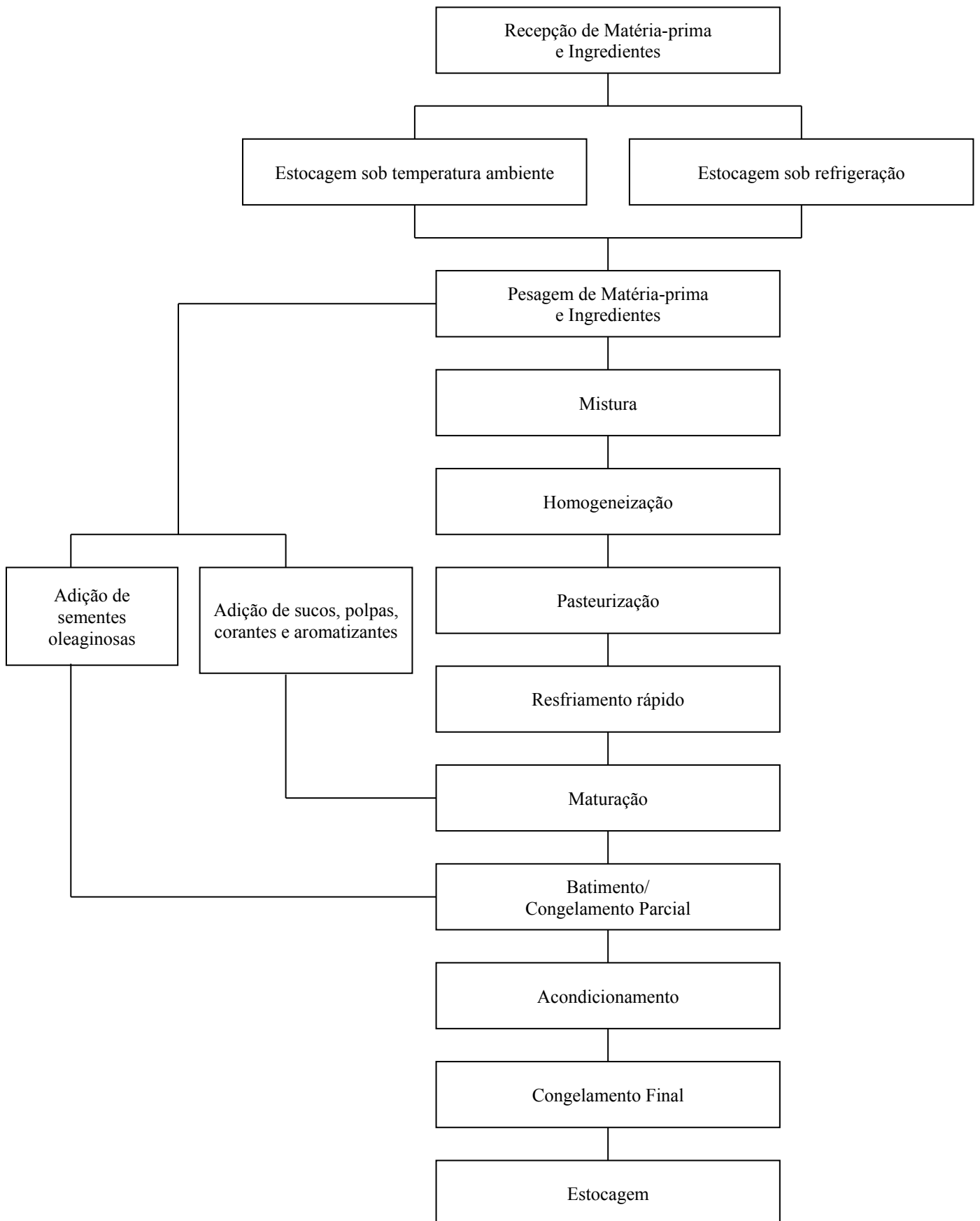
Ingredientes	Tipos de Formulação				
	Teste Zero	0% de Linhaça (Controle)	5% de Linhaça	10% de Linhaça	15% de Linhaça
Leite de Búfala	5000	5000	4700	4400	4200
Desnatado					
Gordura Hidrogenada	400	400	260	100	--
Leite em Pó Desnatado	510	350	370	450	500
Água	560	560	560	560	410
Sacarose	1200	1200	1200	1200	1200
Liga Neutra	90	90	90	90	90
Cacau	240	240	240	240	240
Quitosana	--	160	160	160	160
Linhaça	--	--	400	800	1200

Fonte: Adaptado de Mosquim, 1999.

### **3.2.1 Processo de Fabricação dos Sorvetes**

O processo de fabricação do sorvete de massa varia em consequência do estágio tecnológico e dos equipamentos utilizados, entretanto consiste das etapas básicas de: pesagem dos ingredientes, preparação da mistura, pasteurização, homogeneização, resfriamento rápido, maturação, batimento, acondicionamento, congelamento final e estocagem (GOFF, 2007), conforme fluxograma a seguir:

**Figura 2: Fluxograma de Fabricação de Sorvetes:**



As figuras a seguir demonstram algumas das etapas de fabricação dos sorvetes de Leite de Búfala com propriedades funcionais adicionados de quitosana e linhaça:



Figura 3: Pesagem dos ingredientes



Figura 4: Mistura dos Ingredientes





Figura 5: Pasteurizadora e Maturadora da calda do sorvete



Figura 6: Produtora de Sorvete Descontínua Vertical



Figura 7: Saída do Sorvete da Produtora: congelamento parcial



Figura 8: Envase Mecânico dos Copinhos



Figura 9: Colocação manual das tampas para congelamento final em câmara de congelamento a - 25°C

### 3.3 Codificação das Produções e Amostras

Para maior controle das fabricações e análises, as produções foram codificadas conforme mostra a tabela 9:

Tabela 9: Codificação das amostras

<b>Códigos</b>	<b>Produções</b>
Teste Zero	Sorvete com 0% de Quitosana e 0% de Linhaça
SQL-0 (Controle)	Sorvete com 2% de Quitosana e 0% de Linhaça
SQL-5	Sorvete com 2% de Quitosana e 5% de Linhaça
SQL-10	Sorvete com 2% de Quitosana e 10% de Linhaça
SQL-15	Sorvete com 2% de Quitosana e 15% de Linhaça

Para as análises Físico-Químicas foram realizadas após o congelamento final, decorridas 72 horas da fabricação.

### **3.4 Métodos de Análises**

#### **3.4.1 Características físicas, físico-químicas e químicas**

- **Umidade:** Determinado em estufa a 105°C por 24h, de acordo com o método da (A.O.A.C., 2005).

- **Proteínas:** determinado pelo método de Kjeldahl nº 46-11 da A.O.A.C. (2005), considerando-se 5,70 como fator de conversão para o cálculo de proteína.

- **Cinzas:** Fez-se a carbonização das amostras seguida de incineração a 225°C por 24h, segundo (A.O.A.C.,2005)

- **Lipídeos:** Foi utilizado o método descrito por BLIGH & DYER (1959), tendo como solvente a mistura clorofórmio (10mL), metanol (20mL) e água (8mL).

- **Carboidratos:** determinado pela diferença, isto é, a fração de carboidratos corresponde a 100 menos a somatória das frações protéica, lipídica, cinzas e umidade.

$$\% \text{ carboidratos} = 100\% - (\% \text{ proteína} + \% \text{ lipídeos} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ umidade})$$

- **pH:** método potenciométrico (A.O.A.C., 2005).

- **Acidez titulável total:** determinado por titulometria (A.O.A.C., 2005).

- **Índice de Iodo:** segundo metodologia da A.O.A.C., 2005.

#### **3.4.2 Características Nutricionais:**

- **Valor calórico:** através da utilização dos coeficientes de ATWATER (carboidrato = 4,0; lipídeos = 9,0; proteínas = 4,0) (WATT, 1963).

- **Colesterol:** método fotolorimétrico (A.O.A.C., 2005).

- **Fibra Alimentar:** determinado pelo método enzimático/gravimétrico que se baseia na gelatinização e hidrólise do amido e hidrólise das proteínas das amostras pela ação das enzimas específicas e precipitação da fibra pelo etanol (A.O.A.C. 2005).

- **Cálcio, Ferro e Sódio:** método de mineralização por via seca segundo A.O.A.C. (2005) e quantificação pela técnica de espectrometria de emissão atômica.

### **3.4.3 Análises Microbiológicas**

As análises microbiológicas serão realizadas através das metodologias oficiais de acordo com métodos padrões para produtos derivados do leite descritos por: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1991); Vanderzant & Splittstoesser (1992) e Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000), e comparadas com a Resolução – RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2001) para detecção de *Salmonella*, enumeração de *Staphylococcus* coagulase-positiva e coliformes fecais.

### **3.3.4 Análise Sensorial**

Noventa e seis provadores não-treinados avaliaram quatro formulações de sorvete, correspondente, respectivamente, à formulação sem adição de linhaça (SQL-0 - Controle) e formulações com 5% (SQL-5), 10% (SQL-10) e 15% (SQL-15) de adição de linhaça.

Os provadores foram caracterizados conforme a ficha de identificação inicial da análise sensorial, apresentada no Anexo I, onde foram considerados: sexo, grau de escolaridade, idade e frequência de consumo.

Para esta análise sensorial, foi desenvolvido um plano experimental de Quatro Blocos Completos Casualizados, de forma que cada formulação recebeu 24 julgamentos por bloco. O plano experimental encontra-se apresentado no Anexo I. Nesta avaliação, cada provador recebeu fichas onde assinalava o quanto gostara ou desgostara do produto, utilizando o teste de Escala Hedônica de nove pontos (9= gostei muitíssimo até 1= desgostei muitíssimo), conforme ficha em anexo (Anexo II), avaliando cor, sabor, textura, doçura, sabor residual e aceitação global.

O segundo teste, de Ordenação-preferência, cada provador indicava a posição de 1º ao 4º lugar da formulação de sua preferência.

Nos últimos testes, foram avaliadas as atitudes de compra, onde os provadores assinalavam na escala de cinco pontos (5= Certamente compraria a 1= Certamente não compraria).

Estes testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará.

As amostras foram servidas codificadas com 3 dígitos casualizados, através de tabela de sugestão para codificação de amostra, de acordo com Cochran x Cox (1957) citada por Mailgard (1988). Cada provador tomara água entre as amostras.

Todos os testes foram realizados em cabines individuais, sob luz branca e em superfície de cor branca.

### **3.4.5 Análises Estatísticas**

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa de estatística STATISTICA, versão 7.0 e com apresentação dos dados em tabelas e histogramas de frequência.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização físico-química e química do Leite de Búfala

A tabela 10 apresenta os valores das características físico-químicas e químicas leite de búfala desnatado pasteurizado utilizado na fabricação do sorvete controle, do sorvete adicionado apenas com quitosana (SQL-0); dos sorvetes adicionados de quitosana e linhaça a 5% (SQL-5), 10% (SQL-10) e 15% (SQL-15).

**Tabela 10. Composição físico-químicas e químicas do leite de búfala<sup>1</sup>**

Amostras	Leite de Búfala
Densidade (g/L)	1034,3 ± 0,2
Gordura (%)	0,0 ± 0,0
Proteína (%)	3,88 ± 0,01
Cinzas (%)	0,83 ± 0,01
Etrato Seco Total (%)	8,82 ± 0,05
Lactose (%)	4,11 ± 0,00
Umidade (%)	91,18 ± 0,05
Acidez (°D)	20,10 ± 0,10

<sup>1</sup> Médias ± Desvio padrão de determinações em quintuplicata.

A determinação da densidade observada no leite de búfala utilizada para a produção dos sorvetes no valor médio de 1034,3g/L encontra-se descrita por Nader Filho *et al.* (1996) e Neves (1985) como faixa desejável entre 1.032,5 e 1.034,7 g/L.

O teor de gordura encontrado no valor de 0,00% indica o completo desnate do leite de búfala utilizado na fabricação, isentando o produto da presença de colesterol.

O teor de proteínas do leite de búfala é responsável pelo maior rendimento na produção de derivados do leite. A média dos valores encontrados, 3,88%, está dentro do determinado pela FAO (1991), que varia de 3,63 a 5,26%.

O conteúdo mineral determinado encontra-se na faixa desejável que, segundo Ferrara & Intrieri (1975) é de 0,79 a 0,85%. O teor de lactose definido está abaixo da



média de 5,2% detectada por Duarte *et al.*(2001), enquanto que o valor de Extrato Seco Total (EST) esta dentro do intervalo de 8,84% (VERRUMA & SALGADO, 1994) a 10,49% (FURTADO, 1980a).

A acidez pode oscilar entre 20°D (NADER FILHO *et al.*,1983) e 22,3°D (NADER FILHO *et al.*, 1986), encontrando-se portanto próximo o limite inferior, indicando excelente qualidade do leite em estudo, decorrente tanto da presença de ácido láctico como de outros compostos, principalmente do teor de proteínas.

#### **4.2 Caracterização físicas, físico-químicas e químicas dos sorvetes.**

Os sorvetes processados foram analisados e os resultados estão apresentados nas tabelas 11, 12, 13, 14 e 15. Para os dados da composição centesimal dos sorvetes quanto à umidade, proteína, lipídios, cinzas e carboidratos, foram realizadas análise de variância (ANOVA), conforme metodologia descrita, que identificou diferença significativa entre as formulações apenas para a variável umidade. Foi aplicado teste de Tukey ao nível de significância de 5% para comparação das formulações entre si.

A Tabela 11 apresenta a composição centesimal do sorvete elaborado com 0% de quitosana e 0% de linhaça, usado como teste zero desta pesquisa.

**Tabela 11. Composição centesimal<sup>1</sup> do sorvete controle com 0% de quitosana e 0% de linhaça.**

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Umidade	70,21 ± 0,2

Proteínas	6,50 ± 0,10
Cinzas	0,93 ± 0,01
Carboidratos	17,78 ± 0,01
Lípídeos	4,83 ± 0,14

<sup>1</sup> Médias ± Desvio padrão de determinações em quintuplicata.

A Tabela 12 mostra a composição centesimal dos valores encontrados para o sorvete SQL-0, processado com 2% de quitosana e 0% de linhaça.

**Tabela 12. Composição centesimal<sup>1</sup> do sorvete adicionado de 2% quitosana e 0% de linhaça.**

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Umidade	70,17 ± 0,2
Proteínas	6,49 ± 0,40
Cinzas	0,97 ± 0,01
Carboidratos	17,74 ± 1,21
Lípídeos	4,80 ± 0,53

<sup>1</sup> Médias ± Desvio padrão de determinações em quintuplicata.

Os resultados da composição centesimal do sorvete adicionado de 2% de quitosana e 5% de linhaça (SQL-5) estão apresentados na tabela 13.

**Tabela 13. Composição centesimal<sup>1</sup> do sorvete adicionado de 2% quitosana e 5% de linhaça.**

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Umidade	63,00 ± 0,24
Proteínas	6,55 ± 0,15
Cinzas	1,10 ± 0,02
Carboidratos	24,11 ± 1,32
Lípídeos	5,24 ± 0,54

<sup>1</sup> Médias ± Desvio padrão de determinações em quintuplicata.

A Tabela 14 mostra a composição centesimal do sorvete elaborado com 2% de quitosana e 10% de linhaça (SQL-10).

**Tabela 14. Composição centesimal<sup>1</sup> do sorvete adicionado de 2% quitosana e 10% de linhaça.**

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Umidade	60,29 ± 0,12
Proteínas	6,69 ± 0,34
Cinzas	1,21 ± 0,02
Carboidratos	26,41 ± 1,20
Lipídeos	5,40 ± 0,41

<sup>1</sup> Médias ± Desvio padrão de determinações em quintuplicata.

Na Tabela 15 encontra-se os resultados da composição centesimal do sorvete processado com 2% de quitosana e 15% de linhaça (SQL-15).

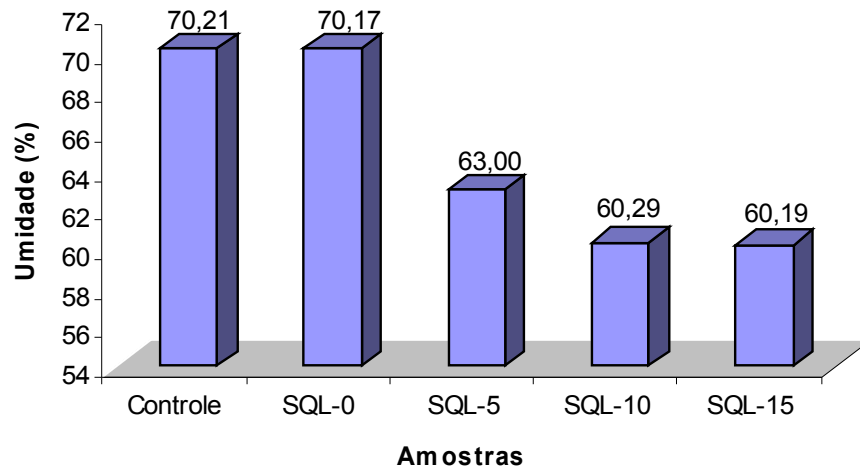
**Tabela 15. Composição centesimal<sup>1</sup> do sorvete adicionado de 2% quitosana e 15% de linhaça.**

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Umidade	60,19 ± 0,22
Proteínas	7,00 ± 0,57
Cinzas	1,30 ± 0,01
Carboidratos	25,11 ± 1,89
Lipídeos	6,40 ± 0,68

<sup>1</sup> Médias ± Desvio padrão de determinações em quintuplicata.

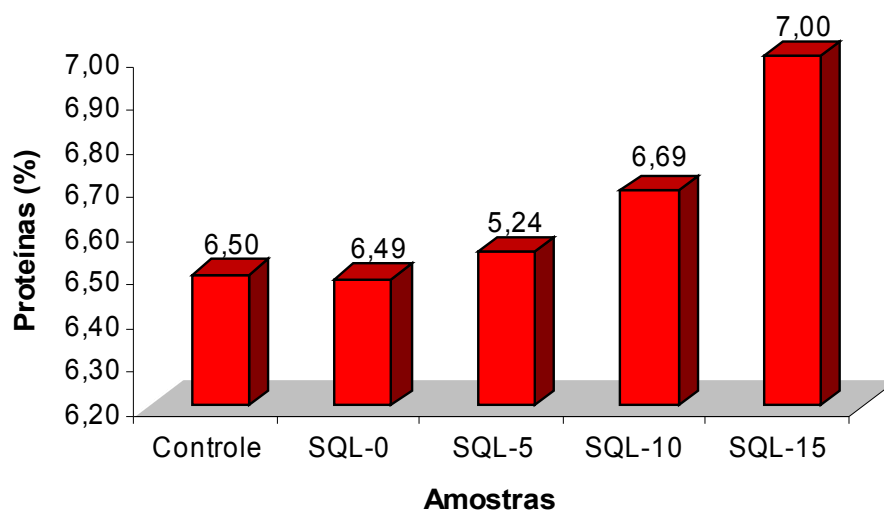
Os sorvetes apresentaram teores de umidade entre 60,19 a 70,21%. Esta grande variação deve-se à adição considerável de farinha de linhaça às formulações

dos gelados comestíveis (5%, 10% e 15%), aumentando o teor de sólidos solúveis, resultando em um produto mais consistente, conforme demonstrado no Gráfico 1.



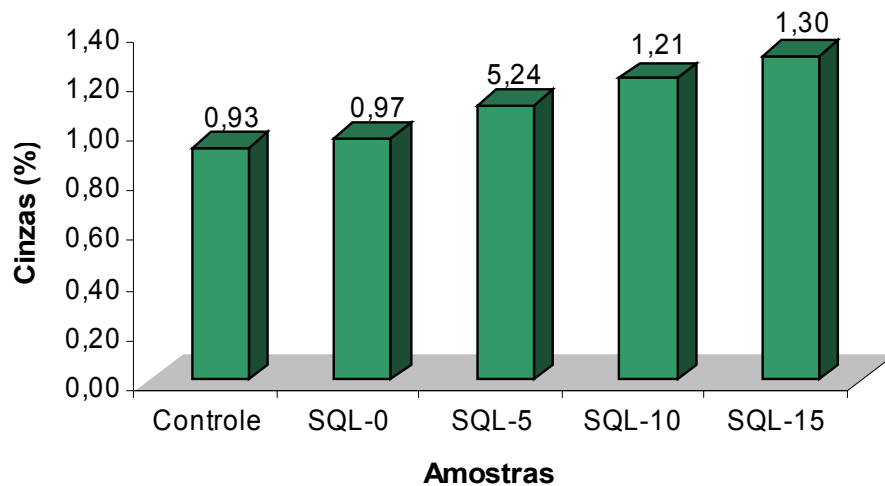
**Gráfico 1. Percentual de Umidade das amostras de sorvete.**

O teor de proteína variou de 6,49 a 7,00%, apresentado no Gráfico 2, aumentando conforme a adição de linhaça, melhorando dessa forma as características nutricionais do alimento.



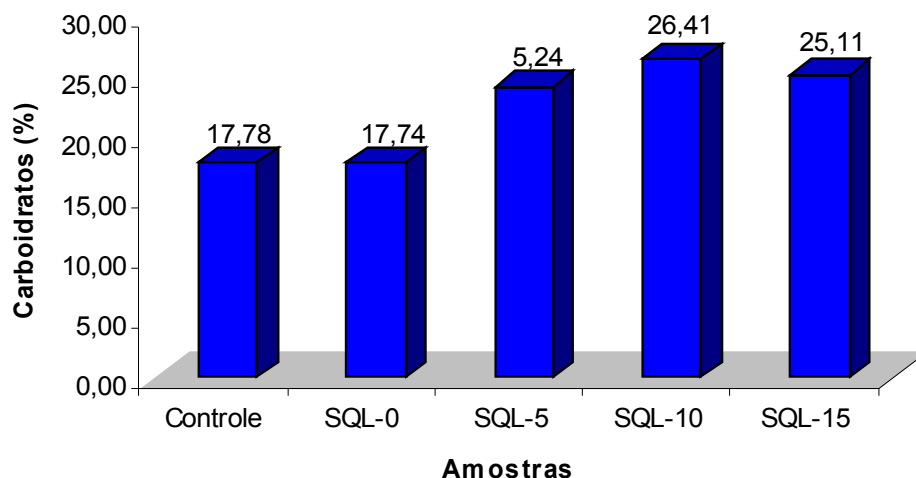
**Gráfico 2. Percentual de Proteína das amostras de sorvete.**

O teor de cinzas variou de 0,97 a 1,30%; proporções estas garantidas pela adição do maior percentual de linhaça. O aumento do teor de cinzas significa um maior conteúdo de sais minerais no alimento, de grande importância para sua qualidade nutricional, como demonstrado no Gráfico abaixo:



**Gráfico 3. Percentual de Cinzas das amostras de sorvete.**

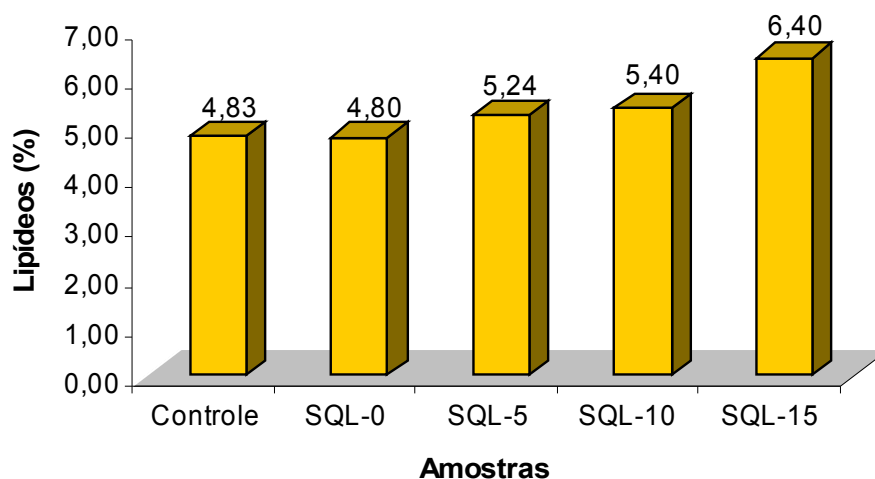
O Gráfico 4 apresenta o percentual de carboidratos determinados variando de 12,78 a 14,43%, mantendo-se nas amostras analisadas das quatro formulações desenvolvidas um padrão do teor de açúcar, não diferindo significativamente ao nível de 5% entre si.



**Gráfico 4. Percentual de Carboidratos das amostras de sorvete.**

O teor de lipídeos variou de 4,80 a 6,40%. Devido à substituição total da gordura vegetal hidrogenada pela farinha de linhaça na formulação SQL-15, observou-se um aumento significativo no conteúdo da fração lipídica no produto obtido. Fato este justificado pela presença de um maior percentual da farinha de linhaça na formulação.

Vale ressaltar que mesmo a quitosana tendo a propriedade de se ligar quimicamente às moléculas de gordura, a adição de 2% deste ingrediente nas formulações dos gelados comestíveis em estudo não interferiu na determinação do teor de gordura dos produtos, quando comparado ao teste zero. Isto pode ter ocorrido devido ao pH do sistema onde a quitosana não está em sua forma gelificada.



**Gráfico 5. Percentual de Carboidratos das amostras de sorvete.**

A porcentagem de incorporação de ar foi diminuindo conforme o aumento da adição de linhaça à calda do sorvete. Isso se deu por conta da absorção de água pelas fibras da farinha de linhaça e quitosana, diminuindo a água livre disponível para a ligação ar-água-gordura dos gelados comestíveis em estudo, apresentando diferença significativa entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). A Tabela 16 mostra tais diferenças.

**Tabela 16. Overrun:** porcentagem de incorporação de ar durante o processo de fabricação.

Amostras	%
SQL-0	95,2 <sup>a</sup>
SQL-5	72,8 <sup>b</sup>
SQL-10	62,4 <sup>c</sup>
SQL-15	53,5 <sup>d</sup>

Os resultados dos parâmetros pH e acidez titulável nas amostras estão apresentados a seguir, na Tabela 17.

**Tabela 17. Avaliação do pH e Acidez titulável nos sorvetes<sup>1,2</sup>.**

<b>Amostras</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez titulável (% ácido láctico)</b>
Controle	6,59 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,69 ± 0,01 <sup>a</sup>
SQL-0	6,55 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,63 ± 0,01 <sup>a</sup>
SQL-5	6,53 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,72 ± 0,01 <sup>a</sup>
SQL-10	6,51 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,82 ± 0,01 <sup>a</sup>
SQL-15	6,47 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,95 ± 0,01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Médias ± Desvio Padrão de determinações em quintuplicata.

<sup>2</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

Conforme os resultados da Tabela 17, não foram observados variações significativas no pH e na acidez titulável. Isto se justifica devido à obtenção de formulações desenvolvidas com balanceamento adequado.

Índice de iodo é a medida da insaturação química de uma gordura e os resultados são dados como o número de gramas de iodo absorvido por 100 g de amostra de gordura (BELLAVÉR, 2004). Pode ser usado para estimar a relação de saturação e insaturação (S: I).

A Tabela 18 apresenta os resultados da avaliação do Índice de Iodo dos sorvetes em estudo.

**Tabela 18. Avaliação do Índice de Iodo das amostras de sorvete<sup>1,2</sup>.**

<b>Amostra</b>	<b>Média</b>
Controle	5,60 ± 0,01 <sup>a</sup>
SQL-0	5,59 ± 0,01 <sup>a</sup>
SQL-5	6,60 ± 0,02 <sup>b</sup>
SQL-10	10,92 ± 0,01 <sup>c</sup>
SQL-15	12,19 ± 0,02 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Médias ± Desvio Padrão de determinações em quintuplicata.

<sup>2</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

Pode-se observar através dos resultados que o índice de insaturação é diretamente proporcional à adição de linhaça. Os dados apresentados, quando submetidos à análise de variância e teste de Tukey a nível de 5% de significância, apresentaram diferença significativa entre todos os tratamentos quando comparados entre si.



À medida que foi adicionado a farinha de linhaça às formulações de sorvete, maior foi o resultado da quantificação do índice de iodo. Isto se deve à quantidade de ácidos graxos poliinsaturados presente na semente de linhaça (MORRIS, 2001).

#### **4.3 Características Nutricionais:**

A análise nutricional dos sorvetes estão apresentadas nas tabelas 19, 20, 21, 22 e 23 de acordo com cada formulação desenvolvida.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária publicou em 26/12/03 as Resoluções RDC nº 359 - Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados Para Fins de Rotulagem Nutricional e RDC nº 360 - Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, nos quais os Gelados Comestíveis são enquadrados.

Para tanto, devem ser declaradas, obrigatoriamente, as seguintes informações: Valor energético; Carboidratos; Proteínas; Gorduras totais; Gorduras saturadas; Gorduras trans; Fibra alimentar; Sódio.

A recomendação diária para uma dieta de 2000 kcal ou 8000 kJ, para cada nutriente são: Carboidratos, 300 gramas; Proteínas, 75 gramas; Gorduras Totais, 55 gramas; Gorduras Saturadas, 22 gramas; Fibra Alimentar, 25 gramas; Sódio, 2400 miligramas.

**Tabela 19.** Informação Nutricional do Sorvete de Leite de Búfala com 0% de quitosana e 0% de linhaça (Controle).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 60 g (1 copo de 130 mL)		
	Quantidade por porção	VD (*)
Valor Energético	245 kcal	12%
Carboidratos	24 g	7%
Proteínas	8,3 g	11%
Gorduras Totais	6,3 g	11%
Gordura Saturada	1g	4%
Gorduras Trans	NA	(**)
Colesterol	0	0%
Fibra Alimentar	0 g	0%
Sódio	50 mg	3%
Cálcio	70 mg	11%
Ferro	QNS	1%

(\*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8000kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(\*\*) Valor diário de referência ainda não estabelecido.

NA: valor Não Aplicável; QNS: quantidade não significativa

A análise nutricional do sorvete de chocolate à base de leite de búfala desnatado, sem adição de linhaça e quitosana apresentou em cada 60 g do produto um Valor Calórico Total (VCT) de 245 kcal, correspondendo a 12% das necessidades diárias recomendadas com base em uma dieta de 2000 kcal. Deste total, 7% são provenientes dos carboidratos, 11% de proteínas e 11% dos lipídios.

**Tabela 20.** Informação Nutricional do Sorvete de Leite de Búfala com 2% de quitosana e 0% de linhaça (SQL-0).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 60 g (1 copo de 130 mL)		
	Quantidade por porção	VD (*)
Valor Energético	242 kcal	12%

Carboidratos	23 g	7%
Proteínas	8,4 g	11%
Gorduras Totais	6,2 g	11%
Gordura Saturada	0,9	4%
Gorduras Trans	NA	(**)
Colesterol	0	0%
Fibra Alimentar	2 g	8%
Sódio	50 mg	3%
Cálcio	70 mg	11%
Ferro	QNS	1%

(\*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8000kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(\*\*) Valor diário de referência ainda não estabelecido.

NA: valor Não Aplicável; QNS: quantidade não significativa

Ao adicionar 2% de quitosana ao produto, observou-se a presença de fibra alimentar com um ganho de 2 g por porção, correspondendo a 8% do valor diário recomendado. Não houve diferença significativa em relação aos macronutrientes: carboidratos, proteínas e lipídios, quando comparado ao grupo controle.

**Tabela 21.** Informação Nutricional do Sorvete de Leite de Búfala com 2% de quitosana e 5% de linhaça (SQL-5).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 60 g (1 copo de 130 mL)		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor Energético	235 kcal	12%
Carboidratos	34 g	11%
Proteínas	8,5 g	11%
Gorduras Totais	6,8 g	12%
Gordura Saturada	1,1	5%
Gorduras Trans	NA	(**)
Colesterol	0	0%
Fibra Alimentar	5 g	20%
Sódio	52 mg	3%

Cálcio	71 mg	11%
Ferro	QNS	1%

(\*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8000kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(\*\*) Valor diário de referência ainda não estabelecido.

NA: valor Não Aplicável

Devido à adição dos ingredientes funcionais há um aumento significativo de fibra alimentar no sorvete SQL-5, representando 20% das necessidades diárias recomendadas, deixando o produto rico em fibras.

**Tabela 22.** Informação Nutricional do Sorvete de Leite de Búfala com 2% de quitosana e 10% de linhaça (SQL-10).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 60 g (1 copo de 130 mL)		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor Energético	221 kcal	12%
Carboidratos	33 g	11%
Proteínas	8,7 g	11%
Gorduras Totais	7,0 g	11%
Gordura Saturada	1,4	4%
Gorduras Trans	NA	(**)
Colesterol	0	0%
Fibra Alimentar	7 g	28%
Sódio	53 mg	3%
Cálcio	72 mg	11%
Ferro	QNS	1%

(\*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8000kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(\*\*) Valor diário de referência ainda não estabelecido.

NA: valor Não Aplicável

Na formulação balanceada para o sorvete SQL-10, observou-se a significativa presença de fibra alimentar quando comparado ao grupo Controle e ao SQL-5. Foi observado também, a queda do valor calórico do produto, de 242 kcal (controle) para 221 kcal (SQL-10), devido à substituição gradual de gordura hidrogenada vegetal.

**Tabela 23.** Informação Nutricional do Sorvete de Leite de Búfala com 2% de quitosana e 15% de linhaça (SQL-15).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 60 g (1 copo de 130 mL)		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor Energético	182 kcal	12%
Carboidratos	33 g	11%
Proteínas	9,1 g	11%
Gorduras Totais	8,3 g	11%
Gordura Saturada	1,7	4%
Gorduras Trans	NA	(**)
Colesterol	0	0%
Fibra Alimentar	9 g	36%
Sódio	55 mg	3%
Cálcio	72 mg	11%
Ferro	QNS	1%

(\*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8000kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(\*\*) Valor diário de referência ainda não estabelecido.

NA: valor Não Aplicável

Devido ao grande percentual de ingredientes funcionais adicionados à formulação do sorvete SQL-15, observou-se um acréscimo significativo na

quantidade de fibra alimentar por porção do produto: 9 gramas quando comparado ao grupo Controle. Este valor corresponde à 36% de fibra alimentar com base em uma dieta de 2000 kcal.

Todas as formulações desenvolvidas apresentaram valor 0 (zero) para o Colesterol, devido à utilização de leite de búfala desnatado como matéria-prima.

#### 4.4 Análises Microbiológicas

A tabela 24 apresenta os resultados das análises microbiológicas realizadas nas quatro formulações de sorvete Controle, SQL0, SQL5, SQL10 e SQL15.

**Tabela 24. Análises Microbiológicas**

Amostras <sup>1</sup>	Análises		
	Coliforme a 45°C (NMP/g)	Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	<i>Salmonella sp.</i> /g
Padrão RDC nº12 <sup>2</sup>	5 x 10	5 x 10 <sup>2</sup>	Ausente
Controle	< 3	< 10	Ausente
SQL-0	< 3	< 10	Ausente
SQL-5	< 3	< 10	Ausente
SQL-10	< 3	< 10	Ausente
SQL-15	< 3	< 10	Ausente

<sup>1</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>2</sup> Tolerância Máxima para amostra indicativa.

Os resultados apresentados se encontram de acordo com os padrões legais vigentes para as situações enquadradas no item 1.1 do Anexo II da Resolução – RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2001).

## 4.5 Análise Sensorial

Os sorvetes fabricados com adição de quitosana e linhaça foram submetidos à análise sensorial com provadores não-treinados, os quais avaliaram o produto através de escala hedônica de 9 pontos quanto ao sabor de chocolate, cor, textura, doçura, sabor residual; ordenção-preferência e atitude de compra, utilizando testes afetivos a nível laboratorial.

Estes testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará.

### 4.5.1 Caracterização da equipe sensorial

Para a caracterização da equipe sensorial, foram considerados: sexo, grau de escolaridade, idade e frequência de consumo de sorvetes.

#### 4.5.1.1 Caracterização dos provadores por sexo

Os resultados da caracterização da equipe de provadores com relação ao sexo estão no Gráfico 9.

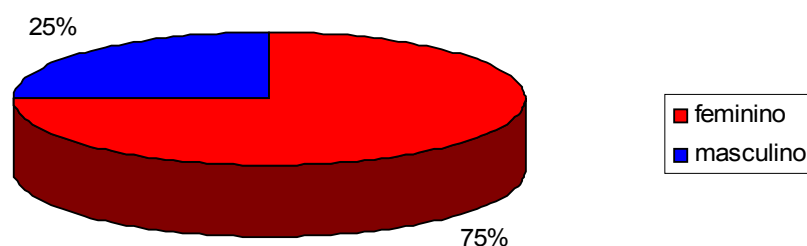


Gráfico 9 – Provadores por sexo

De acordo com o Gráfico 9, houve predominância do sexo feminino com 75% dos provadores contra 25% de provadores do sexo masculino.

#### 4.5.1.2 Caracterização dos provadores por grau de escolaridade

No Gráfico 10 observa-se a distribuição de provadores por grau de escolaridade.

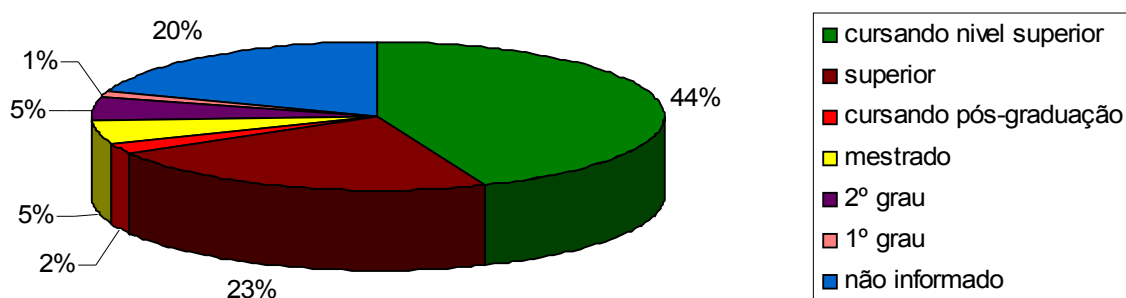


Gráfico 10 – Provadores por grau de escolaridade

#### 4.5.1.3 Caracterização dos provadores por idade

No Gráfico 11 estão demonstrados os dados de frequência de faixa etária. Pode-se observar que 69% dos provadores se situaram na faixa etária de 18 a 25 anos, enquanto que 21% na faixa de 26-35 anos, 4% entre 36-45 anos, 4% na faixa de maiores de 45 anos e 2% dos provadores não responderam ao questionamento da faixa etária.



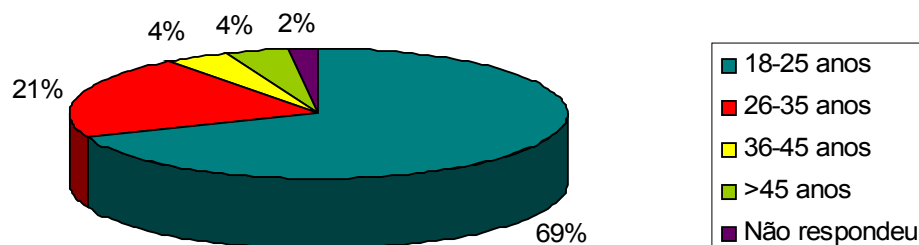


Gráfico 11 - Distribuição dos provadores por idade

#### 4.5.1.4 Caracterização dos provadores pela frequência de consumo de sorvete

Neste estudo adotou-se a seguinte classificação para a frequência de consumo de sorvete: muito alto (diariamente); alto (3 a 5 vezes por semana); moderado (1 vez por semana); baixo (1 a 2 vezes ao mês).

Na tabela 25 estão apresentados os resultados de frequência de consumo. Observou-se uma tendência expressiva de consumo, fator importante na avaliação sensorial, através de estudos com consumidores (MEILGARD, 1988; SIDEL & STONE, 1993).

**Tabela 25. Frequência de consumo de sorvete**

Frequência de Consumo	Quantidade	%
Diariamente	03	3,13
3 a 5 vezes por semana	26	27,08
1 vez por semana	42	43,75
2 vezes no mês	15	15,63
1 vez no mês	10	10,42
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>100</b>

Entre os provadores, 43,75% informaram consumir sorvetes moderadamente (1 vez por semana), enquanto que 27,08% informaram consumir o produto com uma frequência alta (3 a 5 vezes por semana). 15,63% e 10,42% dos consumidores expressaram um consumo moderadamente baixo a baixo, respectivamente.

#### **4.5.2 Aceitação das formulações dos sorvetes quanto aos atributos sensoriais analisados**

As características sensoriais foram avaliadas pelo teste de Escala Hedônica que quantifica um atributo estritamente psicológico para predizer a aceitabilidade de um produto em termos de graus sucessivos de 'gostar' e 'não-gostar' (TEIRXEIRA, 1987), conforme Tabela 26.

A escala hedônica é uma escala de intervalo que expressa o grau de gostar ou desgostar de uma amostra pelo consumidor. Neste caso, a preferência será implícita. Os pontos associados a valores numéricos possibilitarão a análise estatística dos resultados através da aplicação de médias, desvios padrões, análise de variância, teste de Tukey e/ou de Ducan (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

Tabela 26. Escala Hedônica.

<b><u>ESCALA</u></b>	
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

Os resultados da análise de variância ANOVA e do teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) dos tributos de cor, sabor, textura, doçura, sabor residual e aceitação global estão apresentados, respectivamente, nas tabelas e gráficos abaixo.

**Tabela 27. Médias da análise sensorial pelo Teste de Escala Hedônica<sup>1</sup> dos sorvetes no tributo cor.**

Amostra <sup>2</sup>	Média <sup>3,4</sup>
SQL-0	7,33 ± 1,95 <sup>a</sup>
SQL-5	8,59 ± 1,38 <sup>b</sup>
SQL-10	8,89 ± 1,62 <sup>c</sup>
SQL-15	8,97 ± 2,02 <sup>c</sup>

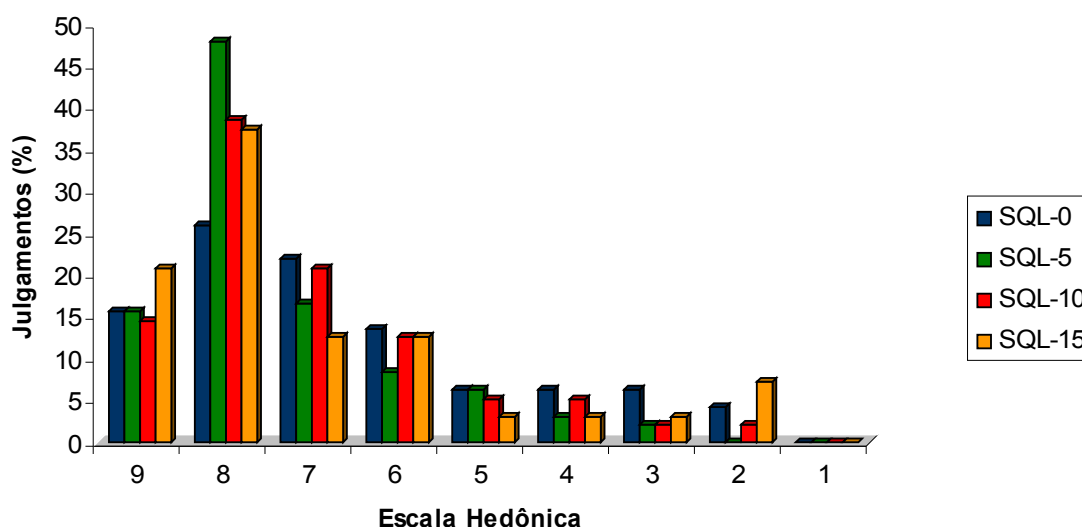
<sup>1</sup> Escala 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9= gostei muitíssimo.

<sup>2</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>3</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>4</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

O resultado da aceitação, conforme mostra a Tabela 27, mostrou que as médias de aceitação das formulações de sorvete no atributo cor situaram-se nas categorias “gostei moderadamente” a “gostei muito” da escala hedônica. As amostras SQL-10 e SQL-15 não diferiram significativamente entre si (p≤0,05). Abaixo encontra-se o histograma de frequência dos provadores em cada julgamento.



**Gráfico 12. Histograma de frequência do atributo cor.**

**Tabela 28. Médias da análise sensorial pelo Teste de Escala Hedônica<sup>1</sup> dos sorvetes no atributo sabor.**

Amostra <sup>2</sup>	Média <sup>3</sup>
SQL-0	6,80 ± 1,99 <sup>a</sup>
SQL-5	6,07 ± 2,21 <sup>b</sup>

SQL-10	7,04 ± 1,69 <sup>c</sup>
SQL-15	4,40 ± 1,85 <sup>d</sup>

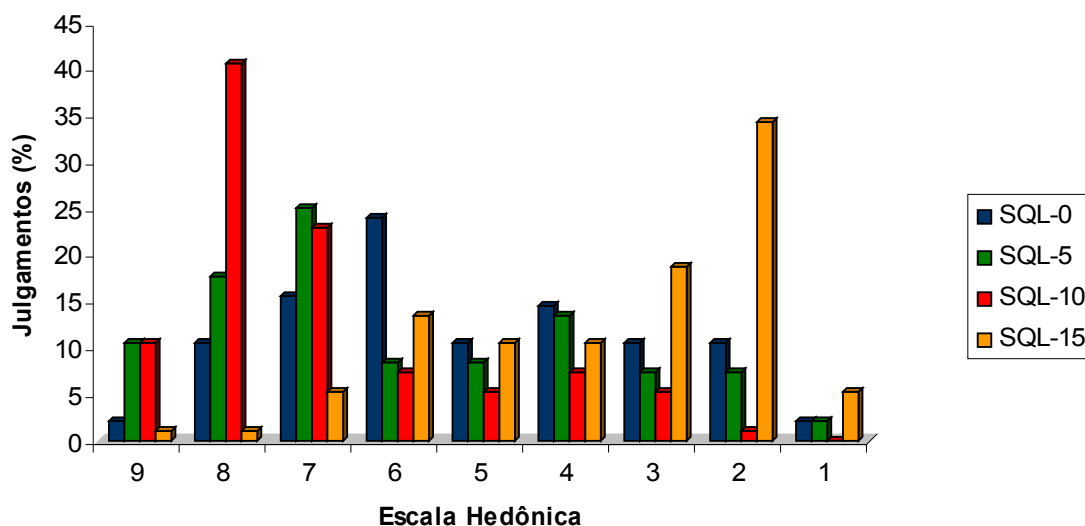
<sup>1</sup> Escala 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9= gostei muitíssimo.

<sup>2</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>3</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>4</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

Houve diminuição da aceitabilidade no sorvete com 15% de linhaça, apresentando diferença significativa em relação às outras formulações, sendo situada na categoria “desgostei ligeiramente” da escala hedônica provavelmente devido ao sabor amendoado concentrado que mascarou o sabor adocicado do sorvete, que a farinha de linhaça proporciona, quando utilizada em grandes concentrações. As outras amostras situaram-se nas categorias “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Abaixo está apresentando o histograma de frequência dos julgamentos dos provadores.



**Gráfico 13. Histograma de frequência do atributo sabor.**

**Tabela 29. Médias da análise sensorial pelo Teste de Escala Hedônica<sup>1</sup> dos sorvetes no atributo textura.**

Amostra <sup>2</sup>	Média <sup>3</sup>
SQL-0	7,19 ± 1,76 <sup>a</sup>
SQL-5	6,60 ± 2,54 <sup>b</sup>
SQL-10	7,71 ± 1,98 <sup>a</sup>
SQL-15	6,95 ± 2,41 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Escala 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9= gostei muitíssimo.

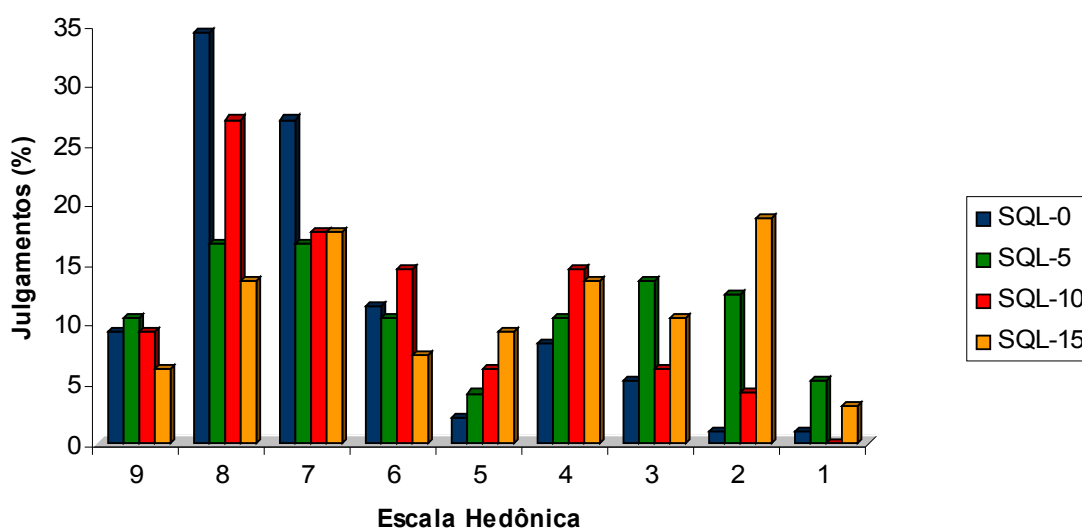
<sup>2</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>3</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>4</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

De acordo com os resultados obtidos, mostrados na Tabela 29, as médias de aceitação dos sorvetes no atributo textura, situaram-se na escala hedônica, nas categorias “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Abaixo se encontra o histograma de freqüência dos provadores em cada julgamento.



**Gráfico 14. Histograma de frequência do atributo textura.**

**Tabela 30. Médias da análise sensorial pelo Teste de Escala Hedônica<sup>1</sup> dos sorvetes no atributo doçura.**

Amostra <sup>2</sup>	Média <sup>3</sup>
SQL-0	7,03 ± 1,65 <sup>a</sup>
SQL-5	6,79 ± 2,11 <sup>b</sup>
SQL-10	7,94 ± 2,07 <sup>c</sup>
SQL-15	4,19 ± 1,82 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Escala 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9= gostei muitíssimo.

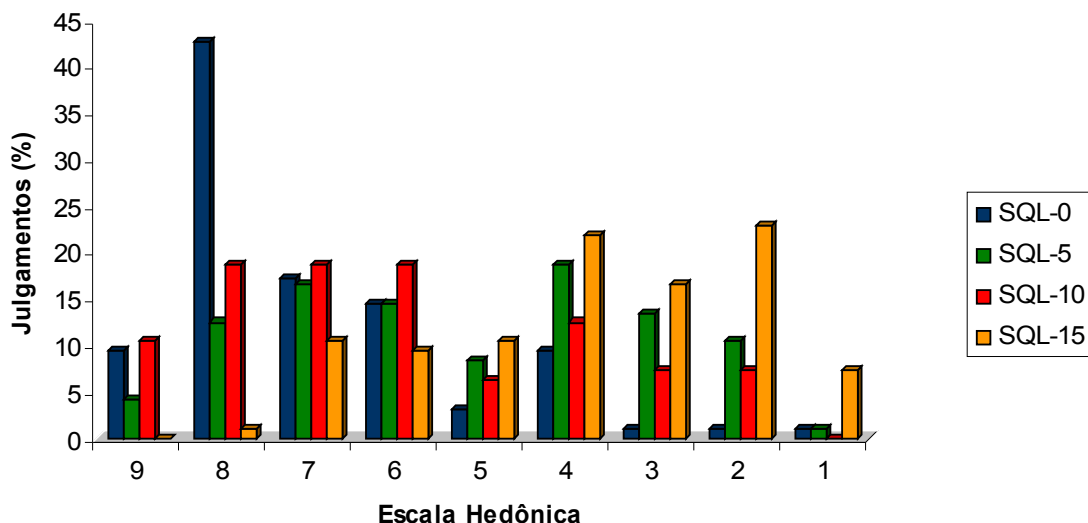
<sup>2</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>3</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>4</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

O sorvete SQL-15 diferiu significativamente dos demais tendo sua média situada na categoria “desgostei ligeiramente” da escala hedônica. As demais formulações de sorvete ficaram na média das categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

A seguir, histograma de frequência dos julgamentos para o atributo doçura.



**Gráfico 15. Histograma de frequência do atributo doçura.**

**Tabela 31. Médias da análise sensorial pelo Teste de Escala Hedônica<sup>1</sup> dos sorvetes no atributo sabor residual.**

Amostra <sup>2</sup>	Média <sup>3</sup>
SQL-0	6,94 ± 2,04 <sup>a</sup>
SQL-5	6,22 ± 2,14 <sup>b</sup>
SQL-10	7,45 ± 1,78 <sup>c</sup>
SQL-15	4,32 ± 1,80 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Escala 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9= gostei muitíssimo.

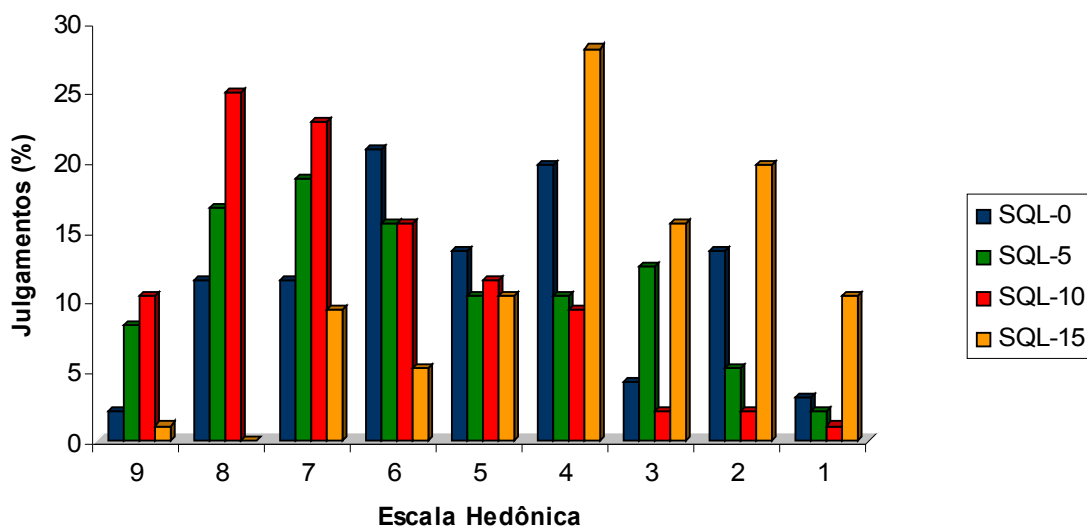
<sup>2</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>3</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>4</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si ( $p > 0,05$ ).

As amostras SQL-0, SQL-5 e SQL-10 apresentaram médias de aceitação correspondentes na escala hedônica às categorias “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”. Somente o sorvete SQL-15 diferiu significativamente das demais, permanecendo na faixa do julgamento desgostei ligeiramente devido ao sabor residual forte que a farinha de linhaça proporcionou aos provadores.

O histograma abaixo demonstra a freqüência de julgamentos do atributo sabor residual dentro da escala hedônica.



**Gráfico 16. Histograma de freqüência do atributo sabor residual.**

**Tabela 32. Médias da análise sensorial pelo Teste de Escala Hedônica<sup>1</sup> dos sorvetes no atributo aceitação global.**

Amostra <sup>2</sup>	Média <sup>3,4</sup>
SQL-0	7,17 ± 1,75 <sup>a</sup>
SQL-5	6,38 ± 2,29 <sup>b</sup>
SQL-10	6,84 ± 1,94 <sup>b</sup>
SQL-15	4,27 ± 1,88 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> Escala 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9= gostei muitíssimo.

<sup>2</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>3</sup> Média ± desvio padrão.

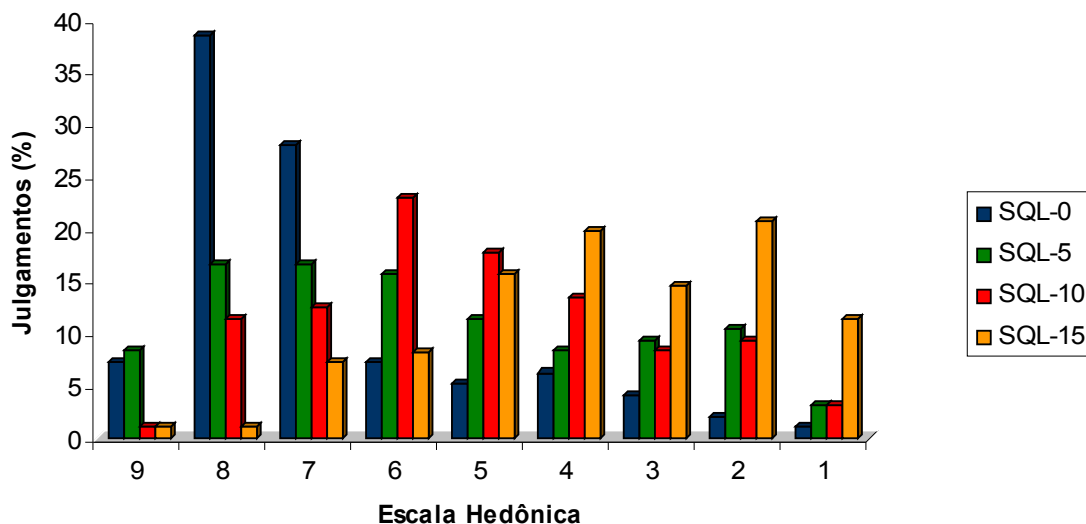
<sup>4</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

As amostras de sorvete SQL-0, SQL-5 e SQL-10 apresentaram média de aceitação global em torno do “gostei moderadamente”, enquanto que a amostra SQL-15 apresentou média de 4,27, correspondente na escala hedônica ao



“desgostei ligeiramente”. O Gráfico 17 apresenta a freqüência de julgamentos na escala hedônica para este atributo.

**Gráfico 17. Histograma de freqüência do atributo aceitação global.**



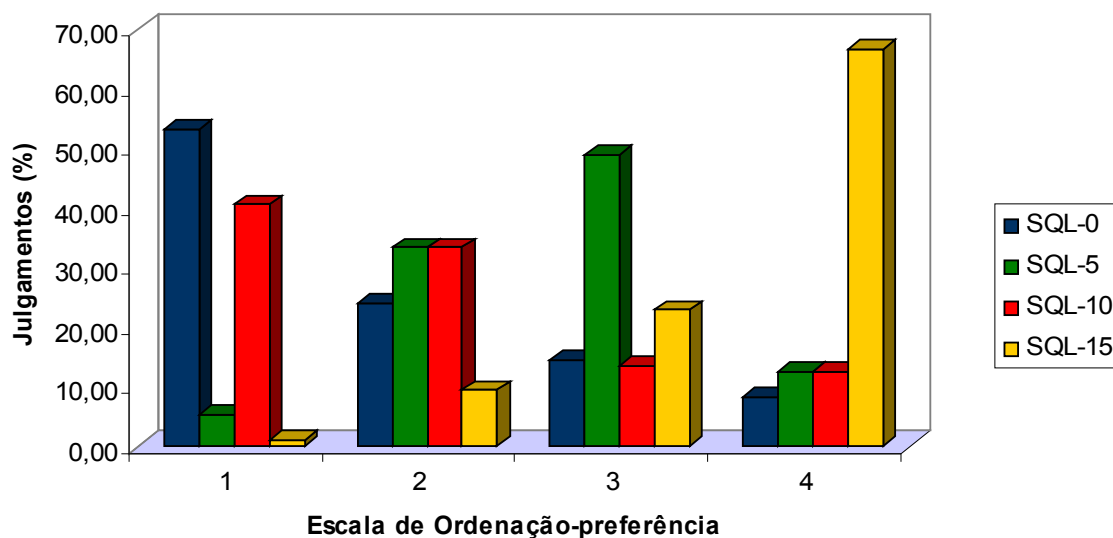
De modo geral, a adição de quitosana e linhaça tiveram uma aceitação boa pelos consumidores, conforme os atributos avaliados.

Somente a formulação SQL-15 recebeu avaliação dos mesmos, deixando-o na categoria “desgostei ligeiramente” aos atributos sabor, doçura e sabor residual, devido à grande concentração do ingrediente funcional farinha de linhaça.

#### **4.5.3 Teste de Ordenação-preferência das formulações dos sorvetes**

Neste teste, amostras das quatro formulações diferentes de sorvetes foram apresentadas ao mesmo tempo aos provadores para que descrevessem sua preferência em escala crescente do 1º ao 4º lugar.

As respostas referentes ao teste de ordenação preferência estão apresentadas no Gráfico 18 e na Tabela 31.



**Gráfico 18. Frequência de Julgamentos no teste de ordenação-preferência**

**Tabela 33. Médias dos Julgamentos para o teste de ordenação-preferência.**

Amostra <sup>1</sup>	Média <sup>2,3</sup>
SQL-0	1,78 ± 0,98 <sup>a</sup>
SQL-5	2,69 ± 0,76 <sup>b</sup>
SQL-10	1,97 ± 1,02 <sup>a,c</sup>
SQL-15	3,55 ± 0,71 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>2</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>3</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05).

Pode-se observar conforme a média dos resultados que em primeiro lugar, na preferência do consumidor, ficou a amostra SQL-0, em segundo lugar, SQL-10, em terceiro lugar o sorvete SQL-5 e em último lugar, SQL-15.

#### 4.5.4 Teste de Intenção de compra das formulações dos sorvetes

**Tabela 34. Médias dos Julgamentos para o teste de atitude de compra<sup>1</sup>.**

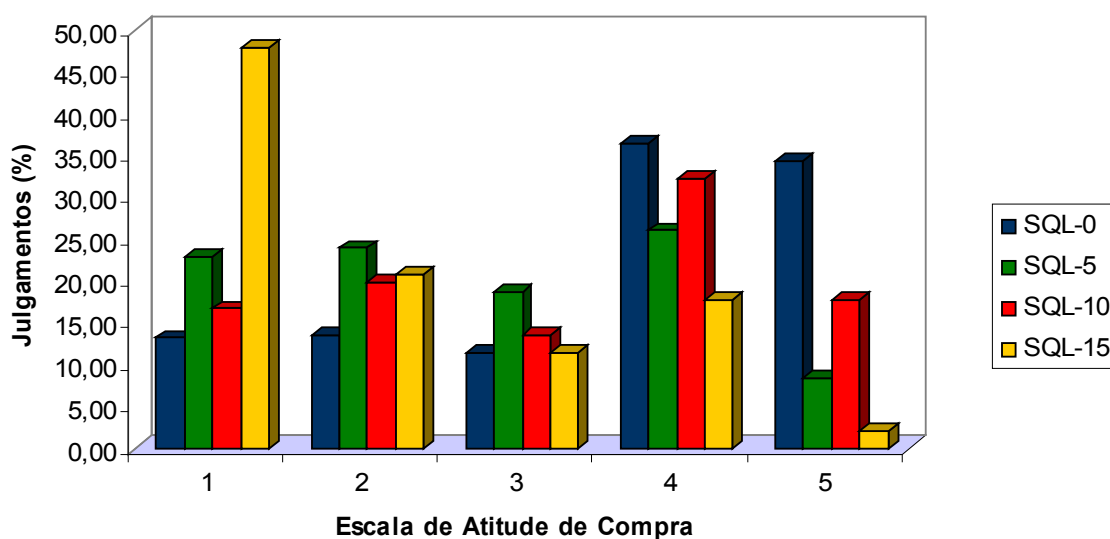
Amostra <sup>1</sup>	Média <sup>2</sup>
SQL-0	3,16 ± 1,16 <sup>a</sup>
SQL-5	2,27 ± 1,30 <sup>b</sup>
SQL-10	3,85 ± 1,37 <sup>a,c</sup>
SQL-15	2,94 ± 1,22 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Escala 1=certamente não compraria; 5=certamente compraria.

<sup>2</sup> SQL-0: Sorvete com quitosana sem adição de linhaça; SQL-5: Sorvete com quitosana e 5% de linhaça; SQL-10: Sorvete com quitosana e 10% de linhaça; SQL-15: Sorvete com quitosana e 15% de linhaça.

<sup>3</sup> Média ± desvio padrão.

<sup>4</sup> Numa mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si ( $p>0,05$ ).



**Gráfico 19. Histograma de frequência do teste de Atitude de Compra**

Para o teste de atitude de compra, entre as amostras de sorvetes avaliadas, a SQL-0 e SQL-10 obtiveram as melhores intenções de compra.

## 5. CONCLUSÃO

A aplicação de farinha de linhaça e quitosana no processamento de sorvetes nas diferentes proporções estudadas apresentaram resultados satisfatórios em relação a aspectos tecnológicos e nutricionais.

A farinha de linhaça com seu alto teor de lipídios promoveu uma substituição parcial e total da gordura vegetal utilizada nas formulações estudadas, conferindo uma inovação tecnológica no fabrico de sorvetes sem adição de gordura hidrogenada.

A adição de quitosana e linhaça promoveram incremento significativo nos teores de proteínas, sais minerais e fibra alimentar, tornando dos gelados comestíveis estudados, produtos com alto teor de fibra alimentar.

À proporção que aumentaram os percentuais de farinha de linhaça (5%, 10% e 15%) com adição de 2% de quitosana, verificou-se a diminuição no valor calórico dos sorvetes.

As diferentes formulações com adição de quitosana e linhaça agregaram ao produto uma quantidade significativa de fibra alimentar e ausência completa de colesterol.

Para o teste de ordenação–preferência, a formulação SQL-0 (2% de quitosana e 0% de linhaça) foi a que obteve maior preferência enquanto que a formulação SQL-10 (2% de quitosana e 10% de linhaça) ficou em segundo lugar no teste e a mais bem colocada das adicionadas de linhaça.

Dentre as amostras de sorvetes das formulações adicionadas de quitosana e farinha de linhaça, a SQL-10 (10% de linhaça) foi a mais aceita em relação aos atributos sabor, textura, doçura, sabor residual e aceitação global, apresentando 7 g de fibra alimentar em uma porção de 60 g, representando, portanto, 28% da quantidade diária recomendada. Isto o torna um produto de grande aceitabilidade e rico em fibras.

Os sorvetes processados com quitosana e farinha de linhaça se enquadram nos conceitos de alimento funcional, devido a possuírem nas suas formulações ingredientes funcionais que proporcionam benefícios à saúde com o intuito de promover melhoria na qualidade de vida.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACEITES & GRASAS. Lino, una oleaginosa con historia. *Aceites & Grasas*, 38, 59-72, 2000. Apud: TURATTI, J.M. Óleos vegetais como fonte de alimentos funcionais. **Óleos e Grãos**, São Caetano do Sul, set./out., n.56, p.20-27, 2000.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis.** *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 29 abr.1999.

AGUILERA, J.M.; STANLEY, D.W. **Microstructural principles of food processing & engineering.** London: Elsevier Applied Science, 1990. 343p.

AHMED, Z. Physico-chemical, structural and sensory quality of corn based flax-snack. **Nahrung**, v.43, n.4, p. 253-258, 1999.

AKBAR, M.A; KULDIP; KULMARI, R.; SINGH, N. **Effects of feeding by pass protein with and without biopromoters on milk production, and certain rumen and blood metabolites in lactating Murrah buffaloes.** *Indian Journal of Animal Sciences*, v.69, n.11, p.967-971, 1999.

ALIMENTOS funcionais... o maravilhoso mundo dos nutracêuticos. **Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, n. 17, p. 38-56, nov./dez. 2001.

ANJO, D. L. C. **Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular.** *Jornal Vascular Brasileiro*. v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ANTUNES, L.A.F.; YABU, M.C.; SCHOLZ, M.B.S; RAPACCI, M. **Variações físico-químicas e sensoriais em misturas de leites bovino e bubalino.** *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora-MG, v.43,n.259, p.20-22, 1988.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL – 1999, v.59, p.3-78, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of analysis of the association analytical chemists*. 18.ed. Maryland: AOAC, 2005.

BELLAVER, C.; Zanotto, D.L. et al. 2004. **parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos Protéicos de origem animal.** Determinação da solubilidade protéica de farinhas de subproduto de aves com a pepsina em baixa concentração. Conferencia APINCO 2004. FACTA. Campinas.

BERGER, K.G. Ice cream. In: \_\_\_\_\_. **Food Emulsions**. 3.ed. New York, 1997. P.413-490.

BERTASSO, B.A. **O consume alimentar em regiões metropolitanas brasileira: análise da pesquisa de orçamentos familiares.** Piracicaba, SP, 2000. 109p.

Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BLIGH, E.G; DYER, W.J. **A rapid method of total lipid extraction and purification.** Can J Biochem Physiol. 1959 Aug;37(8):911-7. No abstract available. PMID: 13671378 [PubMed - indexed for MEDLINE]

BLOEDON, *et al.* **Flaxseed and cardiovascular risk.** Nutr Ver, 62:18-27. 2004.

BOLLIGER, S.; GOFF, H.D.; THARP, B.W. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. **International Dairy Journal**, v.10, p.303-309, 2000.

BORGES VC. **Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos.** In: Waitzberg DL. Nutrição Enteral e Parenteral na Prática Clínica. São Paulo: Atheneu; 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Métodos Analíticos Oficiais para o controle de produtos de origem animal e seus ingredientes.** Métodos Físico-químicos. Brasília, 1981.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2000. **Aprovar o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 dez. 2003.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 379 de 26 de Abril de 1999. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Brasília, abr. 1999.

CAILLET, A. *et al.* Characterization of ice cream structure by direct optical microscopy. Influence of freezing parameters. **Swiss Society of Food Science and Technology**, p.743-749, 2003.

CANELLA, K.M.N.C.; GARCIA, R.B. Caracterização de quitosana por cromatografia de permeação em gel: influência do método de preparação e do solvente. Química Nova, v.24, n.1, p.13-17, 2001.

CAMPANA FILHO, *et al.* **Características e Propriedades de Quitosanas Purificadas nas Formas Neutra, Acetato e Cloridrato.** Polímeros vol.11 no.2 São Carlos Apr./June 2001

CASTILHO, A.; Gallardo, C. S.; Rodríguez, L. A. **Estudio Del Sistema ARICCP-HACCP En Una Planta Piloto de Elaboración de Helados.** *Alimentaria*, n. 35, p. 35 -40, mar. 1999.

CASTRO, MENDES & SANTOS. **Modificação de óleos e gorduras por biotransformação**. Química Nova, v. 27, no. 1, p. 146-156. 2004.

CARTER, J.F. **Sensory evaluation of flaxseed of different varieties**. Proc. Flax Int. 56: 201-203. 1996

CHANG, Y.W.; HARTEL, R.W. Development of air cells in a batch ice cream freezer. **Journal of Food Engineering**, London, v.53, n.1, 2002.

CHEN, R. H.; HWA, H-D.; **Carbohydr. Polym.** 29, 353. 1996.

CRAVEIRO, A.A.; CRAVEIRO A.C.; QUEIROZ, D.C. **Quitosana: A fibra do futuro**. 1ª Edição, 281p. Fortaleza/CE, Editora Eletrônica Sandro Vasconcelos, 2003.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. **Some physical properties of flaxseed**. Journal of Food Engineering. Dez. 2005.

CUI, *et al.* **Flaxseed: a functional food for the 21 st century**. Canad Chem News 50 (5) p.19.1998

CUNHA NETO, O.C. **Avaliação do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 71p., 2003.

DALLABRIDA, V. F. **Otimização do processo de obtenção de quitosana a partir da casca de camarão**. Relatório Final da BIC/FURG. Rio Grande, 2000.

DALLAN, P.R.M. **Síntese e caracterização de membranas de quitosana para aplicação na regeneração de pele**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Química. 2005.

DASTUR, N.N.; LAXMINARAYAMA, H. **Buffaloes milk and milk products**. Dairy Science Abstracts. Wallingford, v.30, n.4, p. 177-186, 1968.

DEUCHI, K. *et al.* **Decreasing Effect of Chitosan on the Apparent Fat Digestibility by Rats Fed on High-fat Diet** – Biosci. Biotech. Biochem., Japan, v.58, n.9, p.1613-1616, 1994.

DODIN, S.; LEMAY, A.; JACQUES, H.; LEGARÉ, F.; FOREST, J.C. and MASSE, B. **The Effects of Flaxseed Dietary Supplement on Lipid Profile, Bone Mineral Density, and Symptoms in Menopausal Women: A Randomized, Double-Blind, Wheat Germ Placebo-Controlled Clinical Trial**. The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism. 90(3): 1390-1397. 2005.

DONHOWE, D.P.; HARTEL, R.W. Recrystallization of ice during bulk storage of ice cream. **International Dairy Journal**, 1996.

DUARTE, J.M.C. **Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em rebanho bubalino no Estado de São Paulo, Brasil**. Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", v.56, n.322, p.16-19, 2001.

DUBBEY, P.C; SUMAN, C.L.; SANYAL, M.K.; PANDEY, H.S.; SAXENA, M.M.; YADAV, P.L. **Factors affecting composition of milk of bubaloes**. Indian Journal of Animal Sciences, v.67, n.09, p.802-804, 1997.

DUST, *et al.* **Extrusion conditions affect chemical composition and in vitro digestion of select food ingredients**. J. Agric Food Chem, v. 52, p. 2989-2996. 2004.

EBIHARA, K. KIRIMA, S. **Comparative effects of water-soluble and water-insoluble dietary fibers on various parameters relating to glucose tolerance in rats**. Nutrition Reports International, v.226, n.22, p.139-202, 1982. In DERIVE S.C., HEIDI M *et al.* Efeito hipoglicêmico de reações à base de berinjela (*Solanum melongena* L.) em ratos *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.22, n.2, Campinas mai/Aug. 2002.

FAGUNDES, R.L.M.; COSTA, Y.R. **Uso de alimentos funcionais na alimentação**. *Higiene Alimentar*; 17:47; 2003.

FARMISIANO, M.; PERCUOCO, G.; PERCUOCO, S. **Qualitative and quantitative distribution of microflora in buffaloes's milk related to season and milking method**. Dairy Science Abstracts, v.42, p.6663, 1980.

FENNEMA, O.R. Instability of nonequilibrium states of water in frozen foods. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.11, n.2, p.152-169, 1991.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Tradução de Pedro Roncales Rabinal; et al. Zaragoza: Acribia, 1993. Tradução de: Food Chemistry.

FERRARA, B.; INTRIERI, F. **Características e emprego do leite de búfala**. *Zootecnia*. São Paulo-SP, v.13, n.1, p.25-50, jan/mar, 1975.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**: sistema de análise de variância. Lavras: UFLA, 1999. Programa.

FLINT, E. **Princípios de cristalografia**. Moscou: Paz, 1966. 243p.



FLORES, A.A.; GOFF, H.D. Ice crystal size distributions in dynamically frozen model solutions and ice cream as affected by stabilizers. **Journal Dairy Science**, v.82, p.1399-1407, 1999.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos Ed., 2003.

FONSECA, W. **Búfalo: estudo e comportamento**. São Paulo. Ícone, 213p., 1987.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **O Búfalo: produção animal e saúde**. São Paulo-SP. Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos, 1991.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **PRODUCTION YEARBOOK – 2000**, v.54, p.211, 2002.

FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional. 1998. 487p.

FRANCISCIS, G.; DI PALO, R. **Buffalo milk production**. In: WORLD BUFFALO CONGRESSO, 4, 1994, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: WBC, v.1, p.137-147, 1994.

FURTADO, M.M. **Composição centesimal do leite de búfala, na Zona da Mata Mineira**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Juiz de Fora-MG, v.35, n.211, p.43-47, 1980a.

FURTADO, M.M. **Leite de Búfala: Estudo da Fabricação do Queijo Azul**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Juiz de Fora-MG, p.23-31, 1980b.

GANGULI, N.C. **Buffalo milk technology**. Revista Mundial de Zootecnia, v.30, p.2-10, 1979.

GARSID, J. General principles of crystallization. **Food Structure and Behaviour**. Academic, 1987. p.35-65.

GIBSON, G.R. **Dietary modulation of human gum microflora using the prebiotics oligofructose and inulin**. Journal of Nutrition, 7:1438-41, 1999.

GIBSON, G.R., ROBERFROID, M.B. **Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics**. Journal of Nutrition, 6:1401-12, 1995.

GOFF, D. H. **Ice Cream Manufacture**. Dairy Science and Technology Education Series. Disponível em: <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icmanu.html>> Acesso em: 01 de agosto de 2007.

GOFF, H.D. Colloidal aspects of ice cream. **Journal Dairy Science**, v.7, p.363-373, 1997.

GOFF, H.D. Ice cream. In: \_\_\_\_\_. **Advanced dairy chemistry**. 3.ed. [Sill.:s.n] 2003. Cap. 24, v. 1, p.1063-1085.

GOFF, H.D. Low-temperature stability and the glassy state in frozen foods. **Food Research International**, Ontario, v.25, p.317, 1992.

GOFF, H.D.; KINSELLA, J.E.; JORDAN, W.K. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **Journal Dairy Science**, v.72, p.385-397, 1989.

GOFF, H.D.; VERESPEJ, E.; SMITH, A.K. A study of fat and air structures in ice cream. **International Dairy Journal**, v.9, p.817-829, 1999.

GONÇALO, E. B. **Boas práticas de fabricação e o sistema APPCC na fabricação de sorvetes**. *Revista do Instituto Cândido Tostes*, n. 327, v. 57, Juiz de Fora – MG, jul./ago. 2002.

GUEGOV, Y. Phase Transmissions of water in some products of plant origin at low and superlow temperatures. **Advances in Food Research**, v.27, p.297-361,1981.

GUIA para elaboração do Plano APPCC: laticínios e sorvetes. Brasília. SENAI/DN. 1999, 173p.

GUNSTONE. **Movements toward tailor-made fats**. *Progress in lipid research*, v. 37, no. 5, p. 277-305. 2002.

HASLER, C.M. **Functional foods – Their role in disease prevention ad health promotion**. *Food Technology*, Chicago, v.52, n.11, p.63-68, nov. 1998.

HARTEL. R.W. Ice crystallization during the manufacture of ice cream. In: **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p.315-320, 1996.

HONG KONG. **Microbiological Risk Assessment of Ice Cream. Risk Assessment Studies**, v. 7. Food and Environmental Hygiene Department, Queensway Government Offices, Hong Kong, set. 2001.

HUTCHENSON, D. **Researcher lists characteristics of probiotics**. *Feddstuffs*, 14:8-10, 1987.

HUTCHINS, A.M.; MARTINI, M.C.; OLSON, B.A. *et al.* **Flaxseed influences urinary lignan excretion in a dose-dependent manner in postmenopausal women.** *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 9: 113-118. 2001.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF. **Ecología Microbiana de los Alimentos.** Vol. II, Productos Alimenticios. Zaragoza – Espanha: Ed. Acribia, 1985.

IKEDA, I.; Tomari, Y.; Sugano, M.; *J. Nutr.*, 119, 1383. **1989.**

IYENGAR, M.K.K.; NAMBUDRIPAD, V.K.N.; DUDANI, A.T. **Effect of heat-treatment of buffalo and cow milk in the manufacture of yoghurt.** *Indian Journal of Dairy Science*, v.20, p.8-10, 1967.

JANCIC, S.J.; GROOTSCHOLTEN, P.A.M. Nucleation: mechanisms and sources of nuclei in industrial crystallizers. In: \_\_\_\_\_. **Industrial crystallization.** Delft: Delft University, 1984. Cap. 2, p.15-37.

KWAK, N.; JUKES, D. J. **Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept.** *Food Control.* v. 12, p. 99-107, 2001.

KINSELLA *et al.* **A dietary n-3 polyunsaturated fatty acid and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanism.** *Journal of food science technology.* V. 53, p. 1-58. 1990.

LANGENDORFF, V. *et al.* Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. **Food Hydrocolloids**, v.14, p.273-280, 2000.

LAMPE *et al.* **Urinary lignan and isoflavonoid excretion in premenopausal women consuming flaxseed power.** *Am J Clin Nutr*, v. 60, p. 122-128. 1994.

LEE & LIP. **The role of omega-3 fatty acid in the secondary prevention of cardiovascular disease.** *Q. J. Méd*, v. 96, p. 465-480. 2003

LUCAS. **Flaxseed improves lipid profile without altering biomarkers of bone metabolism in postmenopausal women.** *J Clin Endocrinal Metab* p. 87. 2002.

MACCABE, W.L.; SMITH, J.C.; HARRIOT, P. **Unit operations of chemical engineering.** 5.ed. New York: McGraw-Hill, 1993. 1130p.

MAEZAKI, Y.; TSUJI, K.; NAKAGAWA Y.. **Hypocholesterolemia effect of chitosan in adult males.** *Biosci. Biotech. Biochem.*, Japan v.57, n.9, p.1439-1444, 1993.

MANTZIORIS *et al.* **Differences exist in the relationships between dietary linoleic and alpha-linolenic acids and their respective long-chain metabolites.** *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 61, p. 320-324. 1994.

MARSHALL, R. T., Arbuckle, W. S. **Ice cream.** Chapman & Hall, 1996.

MATTHIAS, D.E.; WILDMOSER, H.; WINDHAB, J.E. Air cell microstructuring in a high viscous ice cream matrix. **Colloids and surfaces a: physicochemistry engineering aspects.** 2005.

MATHUR, N. K.; NARANG, K. C. Chitin and chitosan: versatile polysaccharides from marine animals. *Journal of Chemical Education*, v.67, n. 11, p. 938-942, 1990.

MEAGHER, L.P. ; BEECHER, G.R. ; FLANAGAN, V.P. ; LI, B.W. **Isolation and characterization of the lignans, isolaricresinol and pinoresinol, in flaxseed meal.** *J. Agric Food Chem.* 47 : 3173-3180. 1999.

MENDONÇA. **Utilização do farelo de milho na produção de snacks com fibra.** (Dissertação Mestrado, Universidade Estadual de Londrina). Londrina, 132p. 1997.

MESQUITA, A.J. de; TANEZINI, C.A.; FONTES, I.F., *et al.* **Qualidade físico-química e microbiológica do leite cru bubalino.** Goiânia: UFGO, 71p. 2001.

MIKILITA, I.S; CÂNDIDO, L.M.B. **Fabricação de sorvetes: Perigos significativos e pontos críticos de controle.** *Revista Brasil Alimentos*, n.26, Julho/Agosto, 2004.

MONTEIRO JUNIOR, O.A. *et al.* **Preparação, modificação química e calorimetria do biopolímero quitosana.** Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química. Dissertação de Mestrado. 2000.

MORABITO, N. **Gelato e HACCP.** *IL Latte*, 24 (4), p. 62-64, 1999.

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos.** São Paulo: Livraria Varela, 1999. 97 p.

MORRIS, D.H. **Essential nutrients and other functional compounds in flaxseed.** *Nutrition today*, 36(3): 159-162. 2001.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade.** Fonte Comunicações e Editora Ltda. São Paulo. 1999.

MOURA, C.; MUSZINSKI, P.; SHMIDT, C.; ALMEIDA, J.; PINTO, L. **Quitina e Quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto.** Rio Grande, 2006.

MOURA, J. M.; RIZZI, J.; PINTO, L. A. A. **Obtenção de quitina a partir de resíduos de siri: otimização da etapa de desmineralização.** Trabalho apresentado no XIII CIC – Congresso de Iniciação Científica e VI Encontro da Pós-Graduação, Pelotas, RS, 2004.

**MOZZARELA** di bufala campana d.o.p. Itália. Disponível em: <<http://www.Mozzarelladibufala.org>>. Acesso em 30 de setembro de 2007.

MUZZARELI, R. A. A.; TANFANI, F.; EMANUELLI, M.; MARIOTTI, S. N-(CABOXYMETHYLIDENE)Chitosans: Novel Chelating polyampholytes obtained from chitosan glyoxylate. **Carbohydr. Res.**, v. 107, p. 199 – 210, 1983.

MURH, A. H.; BLANSHARD, J.M.V. Effect of polysaccharide stabilizers on the rate of growth of ice. **Journal of Food Technology**, Oxford, v.21, n.6, p.683-710, 1986.

NADER FILHO, A., et al. **Estuda da variação do ponto crioscópico do leite de búfala**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 39, n.234, Juiz de Fora-MG, 1984.

NADER FILHO, A.; AMARAL, L.A.; TONHATI, H.; PENHA, L.H.C.; TOLEDO, L.M. **Varição das características físico-químicas do leite de búfala, durante os diferentes meses do período de lactação**. Artigos de Veterinária, v.12, n.2, p.148-153, 1996.

NADER FILHO, A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.S.; ROSSI JÚNIOR, O.D.; EÇA, F.A.D. **Características físico-químicas do leite bovino, bubalino e do produto da mistura do leite de ambas as espécies**. Artigos de Veterinária, v.2, n.1, p.95-106, 1986.

NADER FILHO, A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.S.; ROSSI JÚNIOR, O.D.; FILHO, M. **Estudo da determinação do ponto crioscópico do leite de búfala**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.38, n.228, p.21-23, 1983.

NASCIMENTO, C., CARVALHO, C.O.M. **Criação de Búfalos**. Brasília: EMBRAPA, 1993.

NEVES, C.V.B & RIBEIRO, D.M. **A importância da Fibras Dietéticas**. Programa de Educação Tutorial, Escola de Nutrição. Universidade Federal de Ouro Preto. Murais, 2003.

NEVES, N.L.B. **Contribuição da bubalinocultura para a produção leiteira**. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. *Caracterização e implantação de uma política para o leite*. Piracicaba-SP: FEALQ, p-37-46, 1985.

OKAMOTO, H.; Nishida, S.; Todo, H.; Sakakura, Y.; Lida, K.; Danjo, K.; **J. Pharm. Sci.** , 92, 371. 2003.

OOMAH, B.D.. **Food source**. Journal of the Science of the Food and Agriculture. V. 81, p. 889-894. 2001

OOMAH, B.D. & MAZZA, G **Flaxseed products for disease prevention. Functional Foods – Biochemical in Processing Aspects**. Technomic. Cap. 4, p. 91.1999.

PACHECO. **Fibras e doenças gastrointestinais**. São Paulo: Varela, p. 385-97. 2005.

PAYNE. **Promoting better health with flaxseed in bread**. Cereal Foods World, v. 45., n.3. 2000

PITA. **Fontes marinhas e vegetais de PUFAs na dieta de poedeiras**. São Paulo, 2007 (Dissertação de mestrado USP). 2003

POLLONIO, M.A.R. **Alimentos funcionais: as recentes tendências e os envolvidos no consumo**. Higiene Alimentar;14: 26-31, 2000.

PRASAD K. Dietary flax seed in prevention of hypercholesterolemic atherosclerosis. **Atherosclerosis**, Shannon, v.132, p.69-76, 1997.

PRASAD, K., MANTHA, S.V., MUIR, A.D., WESTCOTT, N.D. Reduction of hypercholesterolemic atherosclerosis by CDC-flaxseed with very low alpha-linolenic acid. **Atherosclerosis**, Shannon, v.136, p.367-375, 1998.

PUUPPONEN-PINÄ, R. et al. **Development of functional ingredients for gut health. Trends**. Food Science and Technology, Amsterdam, v.13, p.3-11, 2002.

RAFTER. **Scientific basis of biomarkers and benefits of functional foods for reduction of disease risk: câncer**. British J Nutr, v.88, suppl. 2, p. 219-224. 2002.

RESENDE, J.V. de. **Redução de danos de congelamento em frutos de melão (*Cocum es melo L. Inodorus*) utilizando substâncias crioprotetoras de concentrações e origem diversas**. 1995. 136p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Departamento de Ciência de Alimentos. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RUSSELL, A.B.; CHENEY, P.E. WANTLING, S.D. Influence of freezing conditions on ice crystallization in ice cream. **Journal of Food Engineering**, v.39, p.179-191, 1999.

SAAD, S. M. I. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte**. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. v. 42, n. 1., p.1-16, 2006.

SANDERS, M.E. **Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria**. International Dairy Journal, Amsterdam, v.8, n.5, mai, p.341-347, 1998.

SANGH, P.R.; WANG, C.Y. Quality of frozen foods: a review. **Journal of Food Process Engineering**, v.1, p.97-127, 1977.

SANTOS, R. **Imobilização de lipases em gel de Pectina**. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Regional de Blumenau, UFSC/FURB, Florianópolis/Blumenau, SC, Brasil, 77p. 2003.

SCHORSCH, C.; JONES, M.G.; NORTON, I.T. Phase behaviour of pure micellar casein/k-carrageenan systems in milk salt ultrafiltrate. **Food Hydrocolloids**, v.14, p.347-358, 2000.

SHAHIDI, **Bayley's industrial oil and fat products**, v.1., 6ª. ed. John Wiley & Sons, Inc. 2005.

SILVA, H.S.R. **Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços**. *Quím. Nova* vol.29 no.4 São Paulo July/Aug. 2006.

SILVA M.S.T.; LOURENÇO, Jr.J.B.; MIRANDA, H.Á.; ERCHESEN, R.; FONSECA, R.F.S.R.; MELO, J.A.; COSTA, J.M. **Programa de incentivo a criação de búfalos por pequenos produtores – PRONAF**. Belém, PA: CPATU, 2003.

SILVA, N. **Perspectiva do Mercado internacional de alimentos funcionais**. *Revista Engenharia de Alimentos*, Santa Catarina, n.32, p.34, 2001.

SKOOG, D.A. et al. **Fundamentals of analytical chemistry**. 8.ed. New York: Thompson, 2006. 999p.

SOARES, N. M.; MOURA, C. M.; RIZZI, J.; VASCONCELOS, S. R.; PINTO, L. A. A. **Obtenção e purificação de quitosana a partir de resíduos de camarão em escala piloto**. Trabalho apresentado no VI INIC – Encontro de Iniciação Científica – Latino-Americano, São José dos Campos, SP, 2002.

SOARES, N. M.; MOURA, C. M.; RIZZI, J.; VASCONCELOS, S. R.; PINTO, L. A. A. **Purificação de quitosana obtida a partir de resíduos de camarão das indústrias de pescado da cidade do Rio Grande**. Trabalho apresentado no EQAMA – Encontro de Qualidade dos Alimentos e Meio Ambiente, Rio Grande, 2002.

SOLER, M. P.; Veiga, P. G. **Série Publicações Técnicas do Centro de Informação em Alimentos: sorvetes**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2001.

SOLOMONS. T.W.G. **Organic chemistry**. 6.ed. New York: Thomson, 1996. v.1, 777p.

SOUZA, M. P.; PINTO, M. L. M.; BATISTA, L. M.; RUSCHEINSKY, N.; PINTO, L. A. A. **Secagem de quitosana obtida a partir de resíduos de camarão: análise das técnicas de leite de jorro e bandeja**. Trabalho apresentado no IV Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Engenharia Química, UME, Maringá, PR, 2001.

SUTTON, J.D. **Altering milk composition by feeding.** Journal of Dairy Science, v.72, n.10, p.2801-2814, 1989.

THOMPSON, L.U., RICKARD, S.E.; ORCHESON, J.; SEIDL, M.M. **Flaxseed and its lignan and oil components reduce mammary tumor growth at late stage of carcinogenesis.** Carcinogenesis 17: 1373-1376. 1996.

TONHATI, H., BARUSELLI, P.S., OLIVEIRA, J.F.S. et al. **Stagione di parto, picco di lattazione e produzione del latte nella bufala della Valle Ribeira dello Stato di San Paolo, Brasile.** *Bubalus bubalis*, (3): 63-67, 1996.

TROWELL *et al.* **Crude fibre, dietary and atherosclerosis.** Atheroscler Nutr Ver, p. 31-38. 1972.

VAHOUNY, G. V.; *Federation Proceedings*, 41, 2801. 1982.

VARGAS, O.L. **Como deve ser produzido e transportado o leite para consumo humano.** In: Congresso Brasileiro de Gado de Leite, 2. Piracicaba: FEALQ, p. 169-244. 1996.

VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. **Avaliação nutricional do leite de búfala em comparação ao leite de vaca.** Scientia Agrícola, v.51, n.1, p.131-137, 1994.

VIEIRA, S.M. **Biscoito tipo cookie com adição de quitosana.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, 2001

WANG, G. **Inhibition and inactivation of five species of foodborne pathogens by chitosan.** Journal of Food Protection, v. 55, n. 11, p. 916-919, 1992.

WARKE, R. et al. **Incidence of Pathogenic Psychrotrophs in Ice Creams Sold in Some Retail Outlets in Mumbai, India.** *Food Control*, n.11, p. 77-83, 2000.

WATT, B. & MERRILL, A.L. **Composition of foods: raw, processed, prepared.** Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division / Agricultural Research Service, 1963. 198p. (Agriculture Handbook, 8).

YUAN, Y.V., RICKARD, S.E., THOMPSON, L.U. Short-term feeding of flaxseed or its lignan has minor influence on *in vivo* hepatic antioxidant status in young rats. **Nutr. Res.**, New York, v.19, n.8, 1233-1243, 1999.

ZHENG, L-Y.; Zhu, J.-F.; **Carbohydr. Polym.** 54, 527. 2003



## **ANEXOS**

## ANEXO I

### Plano experimental de 4 Blocos Completos Casualizados para 4 formulações.

Provador	Ordem				Provador	Ordem			
	1º	2º	3º	4º		1º	2º	3º	4º
1	A	B	C	D	49	A	B	C	D
2	A	B	D	C	50	A	B	D	C
3	A	C	B	D	51	A	C	B	D
4	A	C	D	B	52	A	C	D	B
5	A	D	B	C	53	A	D	B	C
6	A	D	C	B	54	A	D	C	B
7	B	A	C	D	55	B	A	C	D
8	B	A	D	C	56	B	A	D	C
9	B	C	A	D	57	B	C	A	D
10	B	C	D	A	58	B	C	D	A
11	B	D	A	C	59	B	D	A	C
12	B	D	C	A	60	B	D	C	A
13	C	A	B	D	61	C	A	B	D
14	C	A	D	B	62	C	A	D	B
15	C	B	A	D	63	C	B	A	D
16	C	B	D	A	64	C	B	D	A
17	C	D	A	B	65	C	D	A	B
18	C	D	B	A	66	C	D	B	A
19	D	A	B	C	67	D	A	B	C
20	D	A	C	B	68	D	A	C	B
21	D	B	A	C	69	D	B	A	C
22	D	B	C	A	70	D	B	C	A
23	D	C	A	B	71	D	C	A	B
24	D	C	B	A	72	D	C	B	A
25	A	B	C	D	73	A	B	C	D
26	A	B	D	C	74	A	B	D	C
27	A	C	B	D	75	A	C	B	D
28	A	C	D	B	76	A	C	D	B
29	A	D	B	C	77	A	D	B	C
30	A	D	C	B	78	A	D	C	B
31	B	A	C	D	79	B	A	C	D
32	B	A	D	C	80	B	A	D	C
33	B	C	A	D	81	B	C	A	D
34	B	C	D	A	82	B	C	D	A
35	B	D	A	C	83	B	D	A	C
36	B	D	C	A	84	B	D	C	A
37	C	A	B	D	85	C	A	B	D
38	C	A	D	B	86	C	A	D	B
39	C	B	A	D	87	C	B	A	D
40	C	B	D	A	88	C	B	D	A
41	C	D	A	B	89	C	D	A	B
42	C	D	B	A	90	C	D	B	A
43	D	A	B	C	91	D	A	B	C
44	D	A	C	B	92	D	A	C	B
45	D	B	A	C	93	D	B	A	C
46	D	B	C	A	94	D	B	C	A
47	D	C	A	B	95	D	C	A	B
48	D	C	B	A	96	D	C	B	A

## ANEXO II

### Análise Sensorial de SORVETE

Nome: _____	Sexo: ( ) F ( ) M	Escolaridade: _____		
Idade: ( ) menor de 18	( ) 18 – 25	( ) 25 – 35	( ) 35 – 45	( ) acima de 45

1. Marque na escala abaixo o quanto você **GOSTA** de:

#### **SORVETE**

- ( ) Gosto muitíssimo
- ( ) Gosto muito
- ( ) Gosto moderadamente
- ( ) Nem gosto, nem desgosto

2. Você consome SORVETE:

- ( ) diariamente; ( ) 3 a 5 vezes por semana; ( ) 1 vez por semana; ( ) 2 vezes por mês; ( ) 1 vez ao mês

Caso você concorde em participar deste teste com **SORVETE COM ADIÇÃO DE LINHAÇA E QUITOSANA** e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão desse produto, por favor, **assine esta ficha:**

**ASSINATURA** .....  
.....

## Avaliação Sensorial de SORVETE COM ADIÇÃO DE LINHAÇA E QUITOSANA

Obrigado por participar de nossa pesquisa com SORVETE. A sua opinião é de extrema importância. Por favor, responda as seguintes questões:

Observe a amostra e indique na escala abaixo o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU** seguintes características:

### ESCALA

- 10 Gostei muitíssimo
- 9 Gostei muito
- 8 Gostei moderadamente
- 7 Gostei ligeiramente
- 6 Nem gostei, nem desgostei.
- 5 Desgostei ligeiramente
- 4 Desgostei moderadamente
- 3 Desgostei muito
- 2 Desgostei muitíssimo

Nº					SABOR RESIDUAL
AMOSTRA	COR	SABOR	TEXTURA	DOÇURA	
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

2. Prove as amostras novamente, da esquerda para a direita, **ORDENANDO-AS** de acordo com a **SUA PREFERÊNCIA**:

	Código da Amostra
1º LUGAR	_____
2º LUGAR	_____
3º LUGAR	_____
4º LUGAR	_____
5º LUGAR	_____

3. Marque na escala abaixo com que frequência você consumiria estes produtos:

1. Certamente compraria
2. Possivelmente compraria.
3. Talvez comprasse, talvez não comprasse.
4. Possivelmente não compraria
5. Certamente não compraria.

Nº AMOSTRA	VALOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____