

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**CENTRO DE TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**RITA VIEIRA GARCIA**

**DESENVOLVIMENTO DE LEITE DE CABRA FERMENTADO  
ADICIONADO DE CEPAS PROBIÓTICAS, INULINA, AMIDO E  
GELATINA**

**JOÃO PESSOA – PB**

**2011**

**RITA VIEIRA GARCIA**

**DESENVOLVIMENTO DE LEITE DE CABRA FERMENTADO  
ADICIONADO DE CEPAS PROBIÓTICAS, INULINA, AMIDO E  
GELATINA**

**JOÃO PESSOA – PB**

**2011**

**RITA VIEIRA GARCIA**

**DESENVOLVIMENTO DE LEITE DE CABRA FERMENTADO  
ADICIONADO DE CEPAS PROBIÓTICAS, INULINA, AMIDO E  
GELATINA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Eustáquio R. Travassos

**JOÃO PESSOA – PB  
2011**

G216d Garcia, Rita Vieira.

Desenvolvimento de leite de cabra fermentado  
adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

/ Rita Vieira Garcia.- João Pessoa, 2011.

81f.

Orientador: Antônio Eustáquio R. Travassos

Tese (Doutorado) – UFPB/CT

1. Tecnologia de Alimentos. 2. Produto caprino. 3.  
Produto lácteo. 4. Sinérese. 5. Espessante. 6. Probiótico.

UFPB/BC

CDU: 664(043)



RITA VIEIRA GARCIA

DESENVOLVIMENTO DE LEITE DE CABRA FERMENTADO ADICIONADO DE  
CEPAS PROBIÓTICAS, INULINA, AMIDO E GELATINA

Tese aprovada em 29 de setembro de 2011

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Antônio Eustáquio R. Travassos - DGTA/CCHSA/UFPB  
Coordenador da Banca

  
Profa. Dra. Maria das Graças Xavier Carvalho - CSTR/UFCG  
Membro externo

  
Prof. Dr. Edvaldo Mesquita Beltrão - DGTA/CCHSA/UFPB  
Membro externo

  
Profa. Dra. Rita de Cássia R. do Egypto Queiroga - DN/CCS/UFPB  
Membro interno

  
Prof. Dr. Evandro Leite de Souza - DN/CCS/UFPB  
Membro interno

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo.

Ao Programa de Pós-Grad. Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela possibilidade de execução deste trabalho.

Ao Prof. Eustáquio pela orientação acadêmica e confiança em min.

Aos professores Edvaldo Beltrão, Evandro Leite, Rita Queiroga e Maria das Graças, membros da banca examinadora, pelas valiosas contribuições que certamente estão refletidas neste trabalho.

A prof<sup>a</sup>. Monica Tejo pela presteza, generosidade e por realizar o estudo estatístico.

As estagiárias Havanna, Leila e Angela pela dedicação, compromisso, iniciativa e amizade.

A prof<sup>a</sup> Cybelle pelos ensinamentos prestados e amizade.

A Larissa por sempre ter participado dos trabalhos e amizade.

Ao colega Edvaldo por responder aos meus questionamentos e amizade.

Ao funcionário Gilvando pela presteza, generosidade e disposição em dividir conhecimentos.

Ao IFBA pela liberação das minhas atividades profissionais.

Ao programa CAPES-PICDT pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, pelo exemplo de vida, e pelo apoio e incentivo em tudo que penso realizar.

Aos meus irmãos pela torcida e conselhos e aos meus sobrinhos pela alegria que trazem.

As minhas colegas (comadres) Kátia, Fátima e Ruth pela harmoniosa convivência e pelo laço de amizade que construímos.

As colegas e amigas Claudinha, Ana Raquel, Juliana, Ana Paula, Mariane pelo apoio e amizade.

Aos amigos Rai, Cláudio, Mônica, Ton, Fátima, Rianny, Belmiro, Luciany, Penha, Renata, Neiva... por todos os momentos que compartilhamos.

## RESUMO

O setor lácteo busca produzir alimentos tendo como atributo principal a funcionalidade. Nesse contexto um mercado a ser explorado é o de lácteos caprinos, uma vez que, o leite de cabra representa uma opção alimentar de excelentes qualidades nutricionais e dietéticas. Contudo, em razão de suas particularidades físicas e químicas, após a fermentação do leite, gera um coágulo macio, conferindo um produto pobre em textura. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um leite de cabra fermentado mediante ação das cepas probióticas *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium* BB-12 e da bactéria *Streptococcus thermophilus*, adicionado do ingrediente prebiótico inulina e dos espessantes amido e gelatina bem como avaliar sua composição físico-química, susceptibilidade à sinérese, contagem das bactérias e análise sensorial no primeiro dia da elaboração e após 15 dias de armazenado refrigerado. Os ensaios foram elaborados segundo um planejamento experimental do tipo fatorial com três níveis e três pontos centrais totalizando onze ensaios. Os níveis mínimos e máximos foram escolhidos com base nos limites legais, dados da literatura e testes preliminares considerando a qualidade sensorial emitida por degustadores. O amido, gelatina e inulina representaram os ingredientes das variáveis e os ingredientes fixos foram: leite em pó, açúcar e fermento lácteo. As etapas do processo foram pesagem do leite, preparo da mistura, tratamento térmico, resfriamento, inoculação direta, incubação, resfriamento, quebra do coágulo, envase e armazenamento. As formulações desenvolvidas atenderam as especificações legais para um leite fermentado quanto aos valores médios de proteínas, gordura e acidez. Os teores e combinações de amido e gelatina e suas interações com inulina foram suficientes para promover uma diminuição significativa no índice de separação do soro. A maioria das formulações atingiu o número mínimo necessário de micro-organismos estabelecido na legislação para um leite fermentado. As propriedades sensoriais aparência, cor e consistência alcançaram notas altas e o aroma e sabor obtiveram notas em torno de cinco. De um modo geral não houve alteração significativa na enumeração das bactérias probióticas e na qualidade sensorial das formulações recém-elaboradas em relação às formulações após 15 dias de armazenamento refrigerado. As adições das bactérias probióticas e do ingrediente prebiótico inulina poderão ampliar, ainda mais, a potencialidade do leite caprino em prover efeitos benéficos à saúde das pessoas.

**Palavras-chave:** produto caprino, produto lácteo, sinérese, espessante, probiotico

## ABSTRACT

The dairy sector is seeking to produce foods with functionality as main attribute. In this context, a market to be explored is that of dairy goats, since goat milk is a food alternative of excellent dietary and nutritional characteristics. However, due to its physical and chemical characteristics, the milk produces a soft clot after fermentation, giving a product with poor texture. The objective of this study was to develop a goat milk fermented by the action of probiotic strains *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium* BB-12 and *Streptococcus thermophilus* added of the prebiotic ingredient inulin and thickeners starch and gelatin and to evaluate its physicochemical composition susceptibility to syneresis, bacterial counts and sensory analysis on the first day of preparation and after 15 days of refrigerated storage. The tests were elaborated according to a factorial experimental design with three levels and three central points totaling eleven trials. The minimum and maximum levels were selected based on legal limits, literature data and preliminary tests considering the sensory quality evaluated by tasters. Starch, gelatin and inulin represented the variable ingredients and the fixed ingredients were: milk powder, sugar, milk and yeast. The process steps were milk weighing, mix preparation, heat treatment, cooling, direct inoculation, incubation, cooling, clot breaking, filling and storage. The developed formulations met the legal requirements for fermented milk regarding protein, fat and acidity average values. The starch and gelatin levels, combinations and interaction with inulin were sufficient to promote a significant decrease in the serum separation rate. Most formulations reached the minimum number of microorganisms required by legislation for fermented milk. The sensory properties appearance, color and consistency achieved high scores and aroma and flavor scored around five. In general, no significant changes were observed in the counts of probiotic bacteria and sensory quality of the newly developed formulations in relation to formulations after 15 days of refrigerated storage. The addition of probiotic bacteria and prebiotic ingredient inulin improved the potential of goat milk to provide beneficial effects to human health.

**Keywords:** goat products, dairy products, probiotic, syneresis, thickener

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	09
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS</b>	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	12
<b>2.1</b>	<b>Aspectos gerais sobre o leite de cabra</b>	12
	Produção e mercado do leite e produtos caprinos	12
	Características físico-químicas do leite de cabra	13
	Características nutricionais e dietéticas do leite de cabra	16
	Características sensoriais do leite de cabra e produtos	17
<b>2.2</b>	<b>Alimentos Funcionais</b>	19
<b>2.2.1</b>	<b>Probióticos</b>	21
<b>2.2.2</b>	<b>Prebióticos</b>	25
<b>2.2.3</b>	<b>Alimentos Simbióticos</b>	28
<b>2.3</b>	<b>Leite fermentado: definição e aspectos gerais da tecnologia de fabricação</b>	29
<b>2.3.1</b>	<b>Aspecto tecnológico da fabricação de leite fermentado potencialmente probiótico</b>	30
<b>2.4</b>	<b>Emprego de estabilizante/espessante na produção de leite fermentado</b>	34
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	37
<b>3.1</b>	<b>Local</b>	37
<b>3.2</b>	<b>Matéria prima e ingredientes</b>	37
<b>3.3</b>	<b>Processamento do leite de cabra fermentado</b>	38
<b>3.4</b>	<b>Determinações analíticas</b>	40
<b>3.5</b>	<b>Planejamento experimental e análise dos resultados</b>	43
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	45
<b>4.1</b>	<b>Componentes centesimais</b>	45
<b>4.2</b>	<b>Susceptibilidade à sinérese</b>	52
<b>4.3</b>	<b>Contagem da bactéria tradicional e das bactérias probióticas</b>	55
<b>4.4</b>	<b>Análise sensorial</b>	58
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	64
	<b>REFERÊNCIAS</b>	65
	<b>ANEXOS</b>	80

## 1. INTRODUÇÃO

O alimento sempre foi considerado essencial à vida por conter os elementos necessários às funções fisiológicas e metabólicas do homem. Atualmente, com a comprovação que a qualidade e expectativa de vida estão ligadas com a dieta diária e o estilo de vida, o alimento vem ganhado novas funções e sendo empregado como veículo de promoção do bem-estar e saúde, podendo reduzir os riscos de algumas doenças.

A popularização das informações acerca dos alimentos funcionais tem despertado o interesse dos consumidores que, cada vez mais, estão preocupados com a qualidade de vida e saúde; da indústria, que busca oferecer produtos com apelo funcional e de saúde; e sobretudo, da pesquisa. Nesta área os principais focos dizem respeito à elucidação das propriedades e seus possíveis efeitos benéficos no funcionamento de órgãos e tecidos, na descoberta de novos componentes naturais, novos ingredientes e no desenvolvimento de formulações funcionais.

Considera-se um alimento funcional pela presença de substâncias bioativas como os probióticos e prebióticos. Ambos são encontrados como suplementos ou alimentos e devem ser administrados na dieta para promover efeitos benéficos ao hospedeiro. Os alimentos probióticos contêm lactobacilos e/ou bifidobactérias viáveis e os prebióticos são compostos não digeríveis que estimulam o crescimento das bifidobactérias (ROBERFROID, 2002).

O setor lácteo segue a tendência em produzir alimentos tendo como atributo principal a funcionalidade. Muitas fábricas de laticínios desenvolvem suas linhas visando potencializar ainda mais os benefícios do leite e derivados, disponibilizando no mercado os lácteos com alegações funcionais. Dentre os lácteos, o leite fermentado por ser um produto versátil e de grande aceitabilidade tem despertado mais atenção de pesquisadores. Os leites fermentados são elaborados por ação de um ou vários cultivos de *Lactobacillus acidophilus*; *L. casei*; *Bifidobacterium* sp; *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* e/ou outras bactérias acidoláticas que contribuam com características do produto, devendo conter no mínimo  $10^6$  Unidades Formadora de Colônia-UFC/g ou mL do produto (BRASIL, 2007).

Neste contexto, um mercado a ser explorado é o de produtos lácteos caprinos devido aos benefícios que podem proporcionar a saúde, uma vez que, o leite de cabra representa uma alternativa alimentar de destacável qualidade, em especial, para crianças, idosos e alérgicos ao leite bovino, e também pelo reduzido número desses produtos no mercado nacional.

Entretanto, o leite de cabra é relatado como sendo um produto que requer mais recursos tecnológicos para a produção de leite fermentado; em razão de suas particularidades físicas e químicas que, após a fermentação, gera um produto de firmeza e características organolépticas inferiores a outros tipos de leite (MARTÍN-DIANA *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2009). As formulações adicionadas de amido associado a outros hidrocolóides podem apresentar boas características com relação à sinérese e viscosidade (MALI *et al.*, 2003).

A maioria dos estudos sobre prebióticos é baseado em experimentos *in vivo* para verificar a contagem de micro-organismos desejáveis no ecossistema do trato gastrointestinal (TGI). No entanto, são poucos os trabalhos voltados para verificar a enumeração das cepas probióticas nos produtos lácteos fermentados contendo prebióticos e nas características de tais produtos. O emprego de agentes probióticos e prebióticos bem como do amido e gelatina visando desenvolver um leite de cabra fermentado de boas propriedades físicas, físico-química e sensoriais, poderá ampliar, ainda mais, a potencialidade do leite caprino em prover efeitos benéficos à saúde das pessoas. Como o desenvolvimento de um produto envolve, em geral, uma série de variáveis, optou-se por realizar um delineamento fatorial cujo objetivo foi descrever os efeitos do amido, gelatina e inulina e de suas interações, sobre os componentes físico-químicos, a sinérese, a contagem das cepas probióticas e a avaliação sensorial de um leite de cabra potencialmente simbiótico.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Desenvolver um leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, do ingrediente prebiótico inulina e dos espessantes amido e gelatina bem como verificar suas características.

### **Objetivos específicos**

1. Elaborar um leite de cabra fermentado com cepas probiótica, inulina, amido e gelatina;
2. Determinar a composição físico-química do leite de cabra e do leite de cabra fermentado;
3. Determinar o índice de sinérese do leite de cabra fermentado;
4. Quantificar as espécies da cultura láctea nos períodos 1 e 15 dias da elaboração;
5. Avaliar a aceitabilidade dos leites de cabra fermentados nos períodos 1 e 15 dias da elaboração.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais sobre o leite de cabra

#### Produção e mercado do leite e produtos caprinos

Nas últimas décadas, mais de 95% dos produtos lácteos consumidos nos países desenvolvidos foram derivados de leite de vaca, exceção para os países do Mediterrâneo, onde os lácteos caprinos formam uma parte da herança cultural (MICHAELIDOU, 2008). Assim, nota-se o quanto a indústria leiteira caprina compete com os produtos bovinos e com desvantagem em razão do grande volume e menor custo de produção do leite bovino no mercado.

Os lácteos caprinos são destinados a um nicho de mercado restrito, porém sua produção e consumo tendem a aumentar devido ao desenvolvimento da agricultura familiar, principais produtores do leite; ao interesse dos profissionais do *gourmet* por queijos finos e iogurte e pela recomendação médica desse leite aos indivíduos intolerantes ao leite bovino (HAENLEIN, 2004).

Os produtos caprinos são bem reconhecidos na gastronomia de países industrializados (MORAND-FEHR *et al.*, 2007) e o leite é consumido por mais da metade da população mundial (CHACÓN-VILLALOBOS, 2005).

Os lácteos caprinos são parte vital da economia de muitos países, especialmente no Oriente Médio e Mediterrâneo, possuindo atividades bem organizadas na França, Itália, Espanha e Grécia (PARK; HAENLEIN, 2006). Nesses países, o sistema organizacional de produção e comércio oferta produtos de alta qualidade, diferindo dos países em desenvolvimento, cuja importância econômica ainda é pequena e a maioria do leite é usada para subsistência, na alimentação infantil ou vendido à vizinhança (DUBEUF, 2005); além de haver um gado formado por raças selecionadas e bem caracterizadas (DUBEUF; BOYAZOGLU, 2009).

Em 2009 a produção de leite de cabra no Brasil foi 143.768 ton., quando o país ocupou o 20º lugar mundial, sendo o maior produtor do continente americano (FAO, 2009). Grande parte do leite foi produzida em pequena escala e, muitas vezes, processado, em condições artesanais, no próprio capril, onde é pasteurizado e/ou congelado para facilitar a distribuição e garantir o abastecimento na entressafra (ANDRADE *et al.*, 2008).

A industrialização do leite caprino ainda é restrita por razões como: pequena produção, hábito alimentar da população, desconhecimento dos valores nutricionais, preconceito e alto preço comparado aos similares bovino (RESENDE; TOSETTO, 2004).

Entretanto, segundo Martins *et al.* (2007), há possibilidade de mercado para leites (*in natura*, UHT, em pó), queijos, iogurtes, doces, sorvetes, cosméticos. Dentre esses, o iogurte apresenta grande aceitação e vantagens competitivas como baixo custo por não requerer equipamentos sofisticados, fácil preparo e melhor conservação.

O mercado nacional de leite de cabra ainda está em desenvolvimento e ultimamente tem crescido devido à demanda dos consumidores dos centros urbanos e da inserção do leite na merenda escolar, especialmente do Nordeste (MARTINS *et al.*, 2007).

Nessa região a produção de leite de cabra representa uma importante atividade econômica praticada por pequenos e médios produtores e alguns órgãos do governo têm realizado programas de melhoria tecnológica da indústria (BELTRÃO *et al.* 2008); porém, ainda assim, a produção apresenta baixos níveis de desempenho.

Há mais de 10 anos, Gomes e Malcata (1998) apontavam o emprego do leite caprino como uma inovação na fabricação de novos produtos. Geralmente são produtos para mercados específicos como leites dietéticos e queijos frescos e curados (FAO, 2001) cuja demanda deve-se fundamentalmente a potencialidade em substituir os lácteos bovinos na dieta (RODRIGUEZ, CRAVERO, ALONSO, 2008).

Um ponto importante no desenvolvimento de novos produtos pode ser o uso do leite de cabra associado a cepas específicas de bactérias probióticas (KONGO *et al.*, 2006). Sendo assim, os leites fermentados caprinos probióticos representam um grupo de produtos com altas perspectivas quanto às suas propriedades funcionais e terapêuticas (SLACANAC *et al.*, 2010). Porém, os derivados de leite de cabra podem ser produzidos com qualidade e baixo custo desde que haja incentivo e pesquisa de novas alternativas (DUBEUF, 2005).

### **Características físico-químicas do leite de cabra**

A composição do leite de cabra varia, tal como outros tipos de leite, com a espécie, raça, indivíduo, dieta, número de parição, estágio de lactação, estação do ano, manejo, condições ambiental, localidade, saúde do úbere (PARK *et al.*, 2007), com a ordenha e posteriores condições de manipulação e conservação. Por ser predominantemente sazonal sua composição altera muito

durante o ano (HAENLEIN; WENDORFF, 2006); apresentando aumento nos teores de gordura, proteína e minerais no final da lactação e redução da lactose (HENLEIN, 2004).

A composição do leite de cabra apresenta características diferentes do leite de vaca. As diferenças decorrem principalmente da composição e estrutura da gordura e da proteína (PARK *et al.*, 2007), sendo que, algumas dessas características influem sobre as propriedades tecnológicas (SLACANAC *et al.*, 2010).

O leite de cabra apresenta uma acidez natural (pH 6,4) um pouco menor que o leite de vaca; densidade de 1,026 a 1,042 g/L; ponto de congelamento de aproximadamente -0,58 °C; não apresenta caroteno e contém vitamina A, o que confere uma cor branca (LE JAQUEN, 1981; RIBEIRO; RIBEIRO, 2001).

O valor da acidez (0,11 e 0,18 °D), ligeiramente inferior ao leite bovino, deve-se às diferenças entre os grupos carboxílicos nas duas espécies (HAENLEIN, 2004; MCCULLOUGH, 2004). A acidez natural varia com a concentração de caseína, sais e íons, mudando conforme o período de lactação. A capacidade tampão é superior ao leite de vaca, sendo por isso recomendado para pessoas em tratamento de úlceras gástricas. Os principais componentes tamponantes são as proteínas e os fosfatos (FAO, 1987).

O teor de lactose do leite caprino (4,4 a 4,7%) é idêntico ao leite bovino, variando em função do estado de lactação e geralmente contém 250 a 300mg/L de oligossacarídeos, o que equivale a 4-5 vezes mais que no leite de vaca e com um perfil similar ao leite humano (SILANIKOVE *et al.*, 2010).

Do ponto de vista legal, o leite de cabra deve apresentar as seguintes características: densidade a 15 °C, 1.028 a 1.034 g/L; acidez em ácido láctico, 0,13 a 0,18 g/100g; sólidos não-gordurosos, mínimo 8,2%; proteína total (N x 6,38), mínimo 2,8%; lactose, mínimo 4,3% e cinzas, mínimo 0,7% (BRASIL, 2000).

O leite de cabra apresenta de 2,0 a 8,0% de gordura, sendo composta por glóbulos menores que no leite de vaca (HAENLEIN, 2004). A maior parte dos glóbulos tem diâmetro inferior a 3,5 µm e 65% com 3,0 µm (PARK *et al.*, 2007). Outro ponto importante relaciona à composição em ácidos graxos que apresenta 18% de ácidos graxos de cadeia curta (4 a 10 carbonos), o equivalente ao dobro do leite de vaca, representado pelos ácidos graxos voláteis capróico, caprílico e cáprico (FURTADO, 1988).

A gordura dos leites de cabra e vaca não representa uma boa fonte de ácidos graxos do grupo ω-3 ou ω-6, cujos valores representam 0,86 e 1,88% do total de ácidos graxos. Contudo,

comparado ao leite bovino, na gordura do leite de cabra tem um alto teor de ácidos graxos saturados, quase 75% da gordura (BOMFIM *et al.*, 2006), mais ácidos graxos poliinsaturados e ácido linoléico conjugado (SLACANAC *et al.*, 2010).

Entretanto, vale lembrar que, a diferença no perfil da gordura pode ser modificada consideravelmente por meio da nutrição animal, raça, estágio de lactação, dentre outros fatores. Para Chilliard *et al.* (2001) a alimentação com oleaginosas pode modificar o metabolismo lipídico na glândula mamária e modular a secreção de gordura e o perfil de ácidos graxos do leite, melhorando o valor nutritivo do leite.

As proteínas mais abundantes nos leites de cabra e vaca são as mesmas; porém, em geral, no leite caprino, são mais digestíveis (PARK *et al.*, 2007) e possuem maior teor de nitrogênio não protéico e menor de nitrogênio ligado à caseína, o que confere um baixo rendimento em queijo e uma fraca estrutura e textura em iogurte (GUO, 2003). Os componentes da fração de nitrogênio não proteico, as poliaminas e os nucleotídeos, representam uma fonte natural de peptídeos bioativos com diversas atividades que dependem da sequência de aminoácidos (MICHAELIDOU, 2008).

Nos dois tipos de leite apresentam proporções similares de  $\kappa$ -caseína e  $\alpha_2$ -caseína, mas no leite caprino tem níveis mais altos de  $\beta$ -caseína (53% contra 37,5%) e mais baixos de  $\alpha_1$ -caseína (15% contra 38%) do que o leite de vaca (CLARK; SHERBON, 2000). Sobre o teor de proteínas do soro, o leite de cabra e vaca apresentam, respectivamente, 0,43 e 0,60% (RIBEIRO, 1997).

O perfil de aminoácidos do leite de cabra é semelhante ao de vaca, exceto no teor de cisteína. Os principais aminoácidos livres são taurina, glicina e ácido glutâmico (RUTHERFURD *et al.*, 2008) apresentando, particularmente, 20-40 vezes mais taurina.

O conteúdo mineral do leite caprino é superior ao do leite humano (PARK *et al.*, 2007); apresentando mais Ca, P, K, Mg e Cl, e menos Na e Se. Nem todos os minerais estão na forma de sais solúveis, sendo uma importante parte, cerca 67% do Ca e mais de 50% do P estão na fase coloidal (LE JAOUEN, 1981). O maior teor de K e Na favorece ao aparecimento do sabor um pouco salgado no leite caprino (SLACANAC *et al.*, 2010). Comparado ao leite de ovelha, o leite caprino apresenta mais Ca, Cu, Mn e Zn (KHAN *et al.*, 2006).

Quanto às vitaminas, o leite caprino apresenta alto teor das vitaminas A e B, suprimindo adequadamente a necessidade de vitamina A e niacina, e excede de tiamina, riboflavina e ácido pantotênico para bebês (PARK *et al.*, 2007).

## Características nutricionais e dietéticas do leite de cabra

As excelentes propriedades do leite de cabra são mencionadas por vários autores e motivam pesquisas visando avaliar sua produção e aspecto nutricional (FERNANDES *et al.*, 2008), incluindo os estudos sobre as propriedades funcionais dos lácteos e melhor aproveitamento do leite (SANTILLO *et al.*, 2009). Além disso, nos últimos anos, tem havido maior atenção quanto às propriedades nutracêuticas e hipoalergênicas do leite caprino e seus produtos (CHACÓN VILLALOBOS, 2005) e, diante da tendência do consumo de alimento saudável, tem crescido o interesse como alimento funcional (OLALLA *et al.*, 2009).

O leite de cabra apresenta certas características que o diferem de outras espécies e fazem do produto uma ótima opção na dieta de crianças, idosos e alérgicos ao leite bovino. Comparado ao leite de vaca e humano, as diferenças mais marcantes são: melhor digestibilidade, alcalinidade, capacidade-tampão, valores nutricionais e terapêuticos (PARK *et al.*, 2007).

Dentre as características nutricionais do leite caprino, destacam-se o teor de proteínas de alto valor nutritivo e a hipoalergenicidade (OLALLA *et al.*, 2009; SANTILLO *et al.*, 2009), além de ser, muitas vezes, indicado como o melhor substituto do leite bovino (LUIZ *et al.*, 1999).

Existem várias razões que parecem estar relacionadas com a melhor digestibilidade do leite caprino. A lactose passa mais rápido pelo sistema digestório, sem tempo suficiente para uma fermentação acentuada no colón, o que causa menos problemas de intolerância (HAENLEIN, 2002). Por outra parte, um baixo teor de  $\alpha_1$ -caseína gera uma estrutura altamente hidratada, mais aberta e menos firme, facilitando a digestão do coágulo num menor tempo de transito gástrico (HAENLEIN, 2002; VEGA, LEÓN *et al.*, 2005).

Outro aspecto da digestibilidade diz respeito ao maior teor de ácidos graxos de cadeia curta e ao menor diâmetro dos glóbulos de gordura. Os glóbulos de gordura menores e mais dispersos apresentam uma maior superfície específica, tornando mais rápida à ação das lipases e os ácidos butírico, capróico, caprílico, cáprico, láurico e mirístico fornecem energia diretamente ao invés de ser depositada em tecido adiposo (HAENLEIN, 2004). A digestibilidade do leite ainda pode ser aumentada mediante aquecimento, mas diminui sua hipoalergenicidade (FRAZIER, 1995).

Vários autores têm considerado o leite caprino como alimento funcional pelo valor nutricional, propriedades de manutenção da saúde, redução dos riscos de doenças crônicas e modificação das funções fisiológicas de uma forma positiva (CORREIA; CRUZ, 2006).

Há evidências científicas sugerindo que ácidos graxos específicos têm efeitos benéficos à saúde humana e podem contribuir na prevenção de muitas doenças crônicas (LEE *et al.*, 2005; BERTOLINO *et al.*, 2006).

Dos ácidos graxos, os ácidos linolêicos conjugados apresentam maior potencial funcional e de manipulação na gordura do leite de cabra. Os isômeros C18:2 *cis*-9, *trans*-11 são reconhecidos como tendo propriedades anticarcinogênica e antioxidante em estudos *in vivo* com animais (PARODI, 2003).

As seguintes propriedades fazem do leite caprino um alimento funcional: o tamanho dos glóbulos de gordura (65% com diâmetro inferior a 3  $\mu$ m) e a curta cadeia dos ácidos graxos, facilitam a absorção pela mucosa intestinal devido a ação enzimática rápida na hidrólise das cadeias lipídicas; a proteína de alto valor biológico ajuda no combate à desnutrição; o leite pode ser uma opção no tratamento da alergia a lacto albumina bovina; o alto teor de vitamina A, disponibilizado logo após o consumo, restitui ou mantém os níveis dessa vitamina no organismo, evitando doenças na visão, reprodução, pele e perda de funções orgânicas; e os teores de Ca, P, K e Mg agem na prevenção da osteoporose, manutenção de ossos e dentes e nas funções metabólicas e fisiológicas (LAGUNA, 2003).

Algumas das características positivas do leite caprino como meios nutritivos ou fonte de alimento para fórmulas nutricionais podem ser intuitivamente prevista a partir de sua composição. No entanto, como se trata de um meio complexo, provavelmente, irá conter outros atributos negligenciados e suas vantagens ou desvantagens só podem ser reveladas mediante estudos de nutrição direta usando modelos animais apropriados (SILANIKOVE *et al.*, 2010).

### **Características sensoriais do leite de cabra e produtos**

O leite de cabra apresenta características sensoriais peculiares, sobretudo nos atributos cor, aroma e sabor. Os ácidos graxos caprótico, caprílico e cáprico presentes no leite conferem o sabor e aroma típicos (HAENLEIN, 1988; PARK *et al.*, 2007), o que podem comprometer a aceitabilidade de seus produtos (LUIZ *et al.*, 1999). Esses ácidos também estão presentes no leite de vaca, mas em menor proporção (JENNESS, 1980). Em condições desfavoráveis, o leite de cabra fica submetido à lipólise quando são produzidos ácidos graxos livres que alteram prejudicando o valor tecnológico do leite destinado a indústria de laticínios e, conseqüente redução do rendimento dos produtos (ATASOY; TÜRKÖDLÜ, 2009).

A lipólise pode ser aumentada ou diminuída durante o processamento tecnológico do leite (RAYNAL-LJUTOVAC; ABORIT; LAURET, 2005). A homogeneização e armazenamento a frio podem aumentar a lipólise; enquanto, a pasteurização diminui a lipólise e o *flavour* desagradável creditado ao leite caprino (MORGAN; GABORIT, 2001) e durante a fermentação também pode ocorrer perda do “gosto caprino” (HAENLEIN, 2004).

As proteases também podem alterar o aroma e sabor do leite, gerando problemas aos produtos (FONSECA; SANTOS, 2000); porém, em menor intensidade que as lipases quanto ao sabor e aroma dos queijos. As proteases são solúveis em água, sendo boa parte perdida no soro na fabricação dos queijos; enquanto as lipases, por serem insolúveis, tendem a ser adsorvidas nos glóbulos de gordura ficando retidas nos queijos (FOX, 1988).

Como as lipases e proteases, além das alterações nos caracteres sensoriais podem afetar o rendimento industrial, passa a ser de fundamental importância uma baixa contagem de microorganismos psicrotóxicos, visto que, sua atividade metabólica leva a alterações bioquímicas nos constituintes do leite limitando a vida útil dos produtos (FONSECA; SANTOS, 2000).

A lipólise da gordura do leite de cabra é um processo complexo e envolve fatores genéticos e ambientais. Os fatores genéticos estão relacionados à estrutura e dimensão dos glóbulos de gordura e ao perfil de ácidos graxos (RODRIGUEZ-ALCALA *et al.*, 2009; SILANIKOVE *et al.*, 2010). Os menores glóbulos de gordura e os ácidos graxos de cadeia curta ou média são mais suscetíveis à lipólise (PANDYA; GHODKE 2007). Os fatores ambientais que afetam a intensidade da lipólise são: estágio de lactação, estado de saúde do animal e da glândula mamária, nutrição, método de ordenha (COLLINS *et al.*, 2003; FEKADU *et al.*, 2005).

Outros fatores podem afetar o gosto típico do leite de cabra. A depender das instalações e alimentação dos animais como estábulos mal cheirosos e alimentos odoríferos podem conferir ao leite um gosto ainda mais forte e muitas vezes indesejável (LE JAOUEN, 1981). Esses problemas podem ser controlados mediante manejo animal, obtenção e armazenamento do leite de forma adequada.

Os lipídeos e proteínas estão diretamente envolvidos com a textura e consistência dos produtos. Os lipídeos são os componentes que mais influem sobre a consistência e a textura dos produtos lácteos (PARK *et al.*, 2007).

Já o teor de caseína, influi de forma significativa na velocidade de formação e firmeza da coalhada. O baixo teor de caseína, a proporção de  $\alpha_1$ -caseína e o tamanho das micelas no leite caprino podem estar associados à textura fraca dos iogurtes (PARK *et al.*, 2007) e fazem com que o

coágulo formado por ação enzimática apresente granulação mais fina e macia do que o coágulo do leite de vaca (FAO, 1987).

Experimentações científicas têm sido realizadas sobre qualidade sensorial de leite de cabra fermentado, como exemplo, a influência da beta-ciclodextrina na qualidade sensorial do iogurte caprino (DRUNKLER *et al.*, 2001); leite caprino acidófilo com inulina (BOZANIC; ROGELJ; TRATNIK, 2001); biogurte caprino e com mistura de leites caprino e bovino (UYSAL-PALA, 2003); leite caprino fermentado sólido (MARTÍN-DIANA *et al.*, 2003); análise descritiva qualitativa de iogurtes líquidos elaborados com leite de diferentes raças, estágio de lactação e culturas probióticas (UYSAL-PALA *et al.* 2006); iogurte batido feito com diferentes teores de leite de vaca e cabra (ROJAS; CHACÓN; PINEDA, 2007); iogurte sólido *light* adicionado de inulina (GUVEN *et al.*, 2005) entre outros.

Apesar do leite de cabra ser considerado um alimento saudável é necessário uma maior produção e mercado de produtos caprinos para modificar a percepção sensorial dos potenciais consumidores e aumentar seu consumo (CHACÓN *et al.*, 2008). Isto porque, geralmente a baixa aceitação sensorial parte da parcela da população não habituada ao consumo de leite e produtos caprinos (MORGAN; GABORIT, 2001).

Chacón-Villalobos *et al.* (2008) estudando os hábitos e percepções referentes aos lácteos caprinos notaram que o conhecimento sobre as propriedades positivas do leite de cabra não é suficiente para aumentar seu consumo e, que as principais razões do não consumo na Costa Rica foram, desconhecimento, pouca disponibilidade de produtos e a sensação de náusea ao consumir.

A busca dos consumidores por produtos lácteos tradicionais com apelo funcional pode representar uma oportunidade para os lácteos caprinos atingirem um auge de aceitação até mesmo nas regiões cujo mercado de produtos bovino é tradição (MICHAELIDOU, 2008).

## **2.2 Alimentos Funcionais**

Nas últimas décadas, o termo funcional vem sendo aplicado a alimentos que podem proporcionar um benefício fisiológico adicional, além das qualidades nutricionais básicas inerentes à sua composição química. Esses alimentos podem promover a saúde e estarem associados à redução do risco de certas doenças (MORAES; COLLA, 2006).

Nos alimentos funcionais podem conter um ou uma combinação de componentes que conferem efeitos fisiológicos desejáveis no corpo humano (CRUZ *et al.*, 2007). Esses componentes

são as substâncias bioativas, como exemplo, alguns isoprenóides; compostos fenólicos; proteínas, aminoácidos e afins; lipídios e ácidos graxos; minerais; os micro-organismos probióticos e os carboidratos e derivados, nos quais incluem os prebióticos (PIMENTEL *et al.*, 2005).

A função dos componentes fisiologicamente ativos tem mudado o entendimento do papel da dieta sobre a saúde (THAMER; PENNA, 2006; ARAÚJO, 2007), o que tem aumentado o interesse por melhorar a qualidade da nutrição e reduzir gastos com saúde através da prevenção de doenças crônicas, da melhoria da qualidade e da expectativa de vida ativa (STRINGHETA *et al.*, 2007a). Esses componentes são capazes de regular as funções corporais auxiliando na proteção contra doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias (SOUZA *et al.*, 2003).

São considerados como funcionais os alimentos fortificados e modificados, alegando seus efeitos potencialmente benéficos sobre a saúde, quando consumidos como parte de uma dieta variada em níveis efetivos (ADA Reports, 1999); e os alimentos para fins dietéticos especiais como aqueles destinados à lactentes, gestantes, idosos, pessoas com necessidade de controle de peso, hipersensíveis a componente alimentar, dentre outros, desde que apresentados sob a forma de um alimento convencional e isento de alegação de prevenção ou tratamento de uma doença em particular (NOONAN; NOONAN, 2004).

Cabe lembrar que somente o consumo de alimentos funcionais como parte de uma dieta cotidiana não constitui em bem-estar e saúde ao homem. O guia alimentar da população brasileira recomenda, além de uma dieta equilibrada, o estímulo à prática de atividade física, adoção de uma dieta variada e ainda alerta para não mistificar os componentes funcionais dos alimentos (MORAES; COLLA, 2006; STRINGHETA *et al.*, 2007b).

Os alimentos funcionais devem ser convencionais e consumidos na dieta usual; são compostos por elementos naturais, algumas vezes, em alto teor ou presentes em alimentos que normalmente não os supririam; podem aumentar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de doenças, aumentando a qualidade de vida, incluindo os desempenhos físico, psicológico e comportamental; podem ser um alimento natural, ou no qual um componente tenha sido removido; podem ser um alimento cuja natureza ou bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada; porém, a alegação da funcionalidade deve ter base científica (ROBERFROID, 2002).

Somente deve ser considerado alimento funcional se for demonstrado que, além dos efeitos nutricionais, pode afetar benéficamente uma ou mais funções no corpo de maneira relevante para o bem-estar, a saúde e a redução do risco de doenças (TAIPINA *et al.*, 2002); salientado que esse efeito restringe-se à promoção da saúde e não à cura de doenças (SANDERS, 1998).

Tanto no Brasil quanto no exterior ocorrem vários fóruns de discussão sobre novas descobertas e usos dos alimentos funcionais. Ao mesmo tempo, os trabalhos acadêmicos que abordam esses assuntos são escassos e poucas empresas conseguiram desenvolver e lançar produtos com conceitos relevantes e benefícios funcionais reais (IKEDA; MORAES; MESQUITA, 2010).

### **2.2.1 Probióticos**

Probióticos são micro-organismos vivos que administrados em certas quantidades conferem benefícios à saúde do hospedeiro promovendo um balanço na microbiota intestinal (BOTELHO, 2005). O alimento probiótico é um produto processado contendo micro-organismos probióticos viáveis em concentrações adequadas (SANDERS, 2003), cuja viabilidade e atividade metabólica devem ser mantidas desde o processamento até o consumo do produto (SANZ, 2007).

As bactérias probióticas devem sobreviver às condições de estresse do TGI, isto é, ao suco gástrico, enzimas digestivas e sais biliares, mantendo sua viabilidade e atividade metabólica no intestino e exercendo efeitos benéficos aos hospedeiros (SAAD, 2006; ARAÚJO, 2007).

Entre os benefícios dos probióticos destacam-se o controle e estabilização da microbiota intestinal, resistência gastrintestinal à colonização por patógenos, digestão da lactose em indivíduos intolerantes à lactose, estimulação do sistema imune, alívio da constipação, aumento da absorção de minerais e vitaminas (SAAD, 2006).

Os micro-organismos probióticos também podem contribuir com a segurança alimentar mediante a produção de bacteriocinas e de ácidos, como exemplo, o ácido lático, que reduz o pH do meio impedindo o crescimento e multiplicação de micro-organismos patogênicos (LEROY; DE VUYST, 2004).

Os critérios para um micro-organismo ser empregado como probiótico são: pertencer a gênero de origem humana; possuir resistência ao ambiente ácido do estômago e sais biliares; ter capacidade de aderir à mucosa intestinal e colonizar, ao menos temporariamente, o TGI humano; ter capacidade de produzir compostos antimicrobianos, ser metabolicamente ativo no intestino; ser seguro para uso humano; apresentar histórico de não patogenicidade e não possuir genes da resistência a antibióticos (SAARELA *et al.*, 2000; STANTON *et al.*, 2003). Além de não apresentar variação genética; ser estável (GIBSON; FULLER, 2000); ser Gram-positivo; ser produtor de ácido e ácido resistente e apresentar especificidade ao hospedeiro (SANTOS *et al.*, 2003).

A garantia de um efeito benéfico e contínuo dos alimentos probióticos somente é possível mediante um consumo diário de produtos contendo quantidades de micro-organismos probióticos suficientes à manutenção das concentrações ativas fisiologicamente *in vivo*. São consideradas terapêuticas doses diárias mínimas de  $10^8$  a  $10^9$  UFC de micro-organismos probióticos, o que corresponde ao consumo de 100g de um produto contendo  $10^6$  a  $10^7$  UFC/g (LEE; SALMINEN, 1995) ou  $10^8$  a  $10^{11}$  UFC consumidos durante 15 dias (VINDEROLA; REINHEIMER, 2000; SAAD, 2006).

A ANVISA atualizou a Lista de Alegações de Propriedade Funcional estabelecendo que a quantidade mínima viável de cultura probiótica, nos alimentos considerados probióticos, deve ser  $10^8$  a  $10^9$  UFC na porção diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante (BRASIL, 2008).

As altas concentrações são sugeridas para compensar uma possível redução no número de micro-organismos probióticos durante a passagem pelo estômago e intestino (SHAH, 2000). Todavia, a quantidade mínima requerida e o período ideal para administração dos probióticos visando efeitos benéficos à saúde, não estão bem elucidados, uma vez que, são elementos variáveis conforme a espécie de micro-organismo e o tipo de alimento (OHR, 2002; CICHOSKI *et al.*, 2008).

Um produto probiótico de uso humano deve ter comprovação de sua eficácia por meio de ensaios em humanos com os efeitos benéficos mensuráveis sobre a saúde (SANDERS, 2003). O efeito de uma bactéria é específico para cada cepa, não podendo ser extrapolado, inclusive para outra cepa da mesma espécie (GUARNER; MALAGELADA, 2003).

Um produto probiótico deve conter uma ou mais cepas bem definidas em virtude de apresentar seus efeitos específicos. Caso contrário, a validação da função probiótica ou monitoramento do impacto probiótico de uma preparação contendo micro-organismos cuja composição é desconhecida passa a ser cientificamente inaceitável (SANDERS, 2003).

Na legislação consta que os micro-organismos *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, utilizados na fabricação do iogurte, não possuem efeito probiótico cientificamente comprovado (BRASIL, 2008). Essas bactérias não resistem às condições adversas do TGI, são sensíveis à bile, são incapazes de colonizar o intestino humano (ANTUNES *et al.*, 2004) e não possuem origem na microbiota intestinal humana sadia (SHAH, 2000). Ainda assim, alguns pesquisadores têm classificado a espécie *S. thermophilus* como probiótica, por atuar como fonte de lactase no intestino delgado e ser capaz de sobreviver ao trânsito intestinal (MATER *et al.*, 2005).

As cepas selecionadas, principalmente dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e, em menor escala, *Enterococcus faecium*, são frequentemente empregadas como suplementos probióticos para alimentos, uma vez que, têm sido isoladas de todas as porções do TGI do homem saudável. O íleo terminal e o cólon parecem ser o local de preferência para colonização dos lactobacilos e bifidobactérias, respectivamente (BIELECKA *et al.*, 2002). As espécies de *Streptococcus* e algumas cepas não patogênicas de *Escherichia coli* também são representantes dos probióticos em alimentos e produtos farmacêuticos (CABRÉ; GASSULL, 2007).

### **Gênero *Bifidobacterium***

O gênero *Bifidobacterium* incluem 30 espécies, sendo 10 de origem humana (cáries dentárias, fezes e vagina), 17 de animal, duas de águas residuais e uma de leite fermentado com a particularidade de apresentar uma boa tolerância ao oxigênio, ao contrário da maioria do gênero (GOMES; MALCATA 2002). Desse gênero, destacam-se as espécies *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. lactis*, *B. animalis*, *B. longum* e *B. thermophilum* (SANDERS; KLAENHAMMER, 2001). Dessas espécies, as de origem humana (*B. longum*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis* e *B. adolescentis*) têm atraído a atenção da indústria para a produção de produtos lácteos fermentados com fins terapêuticos (BOTELHO, 2005). As bifidobactérias são consideradas como os micro-organismos intestinais mais importantes à saúde humana (ROY, 2005), porém, são menos utilizadas comercialmente que os lactobacilos.

Em geral, os micro-organismos pertencentes ao gênero *Bifidobacterium* apresentam as seguintes características: gram-positivos, não formadores de esporos, desprovidos de flagelos, catalase-negativos, anaeróbios, e podem ter várias formas, incluindo bacilos curtos, curvados e bifurcados. São organismos heterofermentativos, produzem ácidos acético e lático na proporção molar de 3:2 a partir de 2 moles de hexose, sem produção de CO<sub>2</sub>, exceto na degradação do gluconato e como fonte de carbono utilizam glicose, galactose, lactose e frutose. Apresentam crescimento ótimo entre 37 e 41 °C, ocorrendo máximos e mínimos a 43-45 °C e 25-28 °C; pH entre 6 e 7, não crescendo a valores de pH ácidos de 4,5-5,0 ou alcalinos de 8,0-8,5 (GOMES; MALCATA, 2002).

## Gênero *Lactobacillus*

Os *Lactobacillus* foram isolados pela primeira vez a partir das fezes de lactentes amamentados com leite materno, e receberam o nome de *Bacillus acidophilus*, designação genérica dos lactobacilos intestinais. O gênero conta com 56 espécies, das quais cinco contêm subespécies (*delbrueckii*, *aviarius*, *salivarius*, *coryniformis* e *paracasei*); sendo que 18 estão presentes na microbiota intestinal de humanos e são consideradas probióticas. Dentre as bactérias láticas deste gênero, destacam-se *L. acidophilus*, *L. helveticus*, *L. casei* subsp. *paracasei* e subsp. *tolerans*, *L. paracasei*, *L. fermentum*, *L. reuteri*, *L. johnsonii*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus* e *L. salivarius* (KLAENHAMMER; KULLEN, 1999).

Os micro-organismos do gênero *Lactobacillus* são Gram-positivos; não esporulados; não flagelados; microaerófilos ou anaeróbicos; estritamente fermentativos; forma unicelular, em pares ou cadeias curtas; halotolerantes e benzidina negativo; fermentadores amigdalina, celobiose, frutose, galactose, glucose, lactose, maltose, manose e sacarose, sendo capazes de sintetizar  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -frutofuranosidase. As condições ideais de crescimento são: temperatura de 35 a 40 °C, acidez titulável de 0,3 a 1,9% e pH entre 5,5 e 6,0 (GOMES; MALCATA, 2002).

As espécies mais empregadas para fins dietéticos são *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* e *L. casei*. A espécie mais comum, *L. acidophilus*, é um bacilo Gram-positivo com pontas arredondadas, encontrada na forma de células livres, aos pares ou em cadeias curtas, com tamanho típico de 0,6-0,9  $\mu$ m de largura e 1,5-6,0  $\mu$ m de comprimento. São pouco tolerante à salinidade do meio, microaerofílico, cujo crescimento em meios sólidos é favorecido por anaerobiose ou pressão reduzida de oxigênio, heterofermentativo, produzindo quase exclusivamente ácido lático a partir da degradação da glicose (1,8 mol/ mol de glicose), embora também possa produzir algum acetaldeído. As condições ótimas da sua multiplicação são temperaturas de 35-40 °C e pH de 5,5-6,0; podendo ocorrer crescimento a 45 °C e acidez entre 0,3 e 1,9% (GOMES; MALCATA, 2002).

As características fenotípicas mais utilizadas na identificação de *Lactobacillus* são morfologia celular, variando de bacilos longos e finos até, algumas vezes, curvados e pequenos, coloração de Gram, arranjo, motilidade, catalase, temperaturas máxima e mínima de crescimento e fermentação de 33 tipos de carboidratos. O gênero comporta algumas espécies distantes geneticamente e outras muito relacionadas entre si, variando somente na extensão da fermentação de alguns carboidratos (BOTELHO, 2005).

Em virtude dos efeitos benéficos produzidos pelas bactérias probióticas, tem havido considerável interesse pelas indústrias de alimentos, em desenvolver produtos alimentícios que contenham, além das células probióticas, os ingredientes prebióticos (ARAÚJO, 2007).

### 2.2.2 Prebióticos

Prebióticos são suplementos alimentares contendo compostos não digeríveis pelo organismo e que administrados na dieta, influem benéficamente o hospedeiro, estimulando o crescimento dos grupos endógenos de população microbiana como lactobacilos e bifidobactérias, e reduzindo a atividade dos organismos potencialmente patogênicos (ROBERFROID, 2002). Esses componentes atuam mais frequentemente no intestino grosso, podendo ter algum impacto sobre a microbiota do intestino delgado (GIBSON; ROBERFROID, 1995; MATTILA-SANDHOLM *et al.*, 2002).

Alguns efeitos atribuídos aos prebióticos são a modulação de funções fisiológicas como absorção de cálcio, metabolismo lipídico, modulação da composição da microbiota intestinal, a qual exerce um papel primordial na fisiologia intestinal e até redução do risco de câncer de cólon (ROBERFROID, 2002).

Para uma substância ou grupo de substâncias serem definidas como prebiótico deve cumprir os seguintes requisitos, formar parte de um conjunto heterogêneo de moléculas complexas; não ser digerida por enzimas digestivas, ser parcialmente fermentada por bactérias e osmoticamente ativa (RODRÍGUEZ *et al.*, 2003).

O crescimento de lactobacilos e bifidobactérias pode ser estimulado por materiais complexos biologicamente como os hidrolisados de caseína bovina, extrato de levedura, alguns açúcares e peptídeos (STANTON *et al.*, 2003), proteína hidrolisada de soro (HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2004), caseína macropéptido, concentrados de soro (JANER; PELÁEZ; REQUENA, 2004), além dos carboidratos não-digeríveis, incluindo a lactulose, a inulina e diversos oligossacarídeos (SAAD, 2006). Dentre os oligossacarídeos, somente os fruto-oligossacarídeos e os galacto-oligossacarídeos possuem características prebióticas comprovadas (ROBERFROID, 2007).

Os prebióticos podem exercer um efeito protetor sobre bactérias probióticas melhorando sua sobrevivência e atividade durante o armazenamento do produto assim como na passagem pelo TGI (DONKOR *et al.*, 2007). Alguns prebióticos como os frutooligossacarídeos, inulina, polidextrose e lactulose têm sido utilizados para melhorar a atividade e sobrevivência de probióticos em alimentos fermentados (LIONG; SHAH, 2005).

## **Inulina**

A inulina é um ingrediente bastante utilizado na indústria alimentícia em países da Europa, nos EUA e no Canadá, tendo como principal aplicação substituir o açúcar e a gordura sem fornecer grande quantidade de calorias aos produtos *light*, *diet* ou *low fat*; além de ser um ingrediente funcional, atuando no organismo de forma similar às fibras dietéticas (LEITE *et al.*, 2004; TONELI *et al.*, 2005; FAGAN *et al.*, 2006).

As fibras da dieta não são absorvidas pelo homem, passam no intestino grosso e fornecem substrato as bactérias intestinais. São classificadas em solúveis, insolúveis ou mistas, podendo ser fermentáveis ou não. As fibras insolúveis são fermentadas lenta ou parcialmente e as solúveis, rapidamente (PUUPPONEN-PIMIÄ *et al.*, 2002).

A fermentação das fibras solúveis é realizada por bactérias anaeróbicas do cólon, gerando ácido lático, ácidos graxos de cadeia curta e gases, os quais reduzem o pH do lúmen, estimulando a proliferação de células epiteliais do cólon (CARABIN; FLAMM, 1999). Dentre essas fibras, inclui os oligossacarídeos (SAAD, 2006).

A inulina natural, inulina hidrolisada enzimaticamente ou oligofrutose, frutooligossacarídeos sintéticos, galactoligossacarídeos, lactulose, isomaltoligossacarídeo, xiloligossacarídeos, gentioligossacarídeos são exemplos de prebióticos conhecidos como frutanos - termo genérico que descrever todos os oligo ou polissacarídeos de origem vegetal. Os frutanos são os carboidratos não-estruturais mais abundantes depois do amido e presentes numa grande variedade de vegetais e em algumas bactérias e fungos (GIBSON; FULLER, 2000).

Os frutanos do tipo inulina dividem-se em dois grupos gerais: a inulina e compostos associados, os quais são denominados de oligofrutose e fruto-oligossacarídeos (FOS). Esses compostos apresentam via metabólica, propriedades químicas e nutricionais similares devido a sua estrutura básica, isto é, a ligações  $\beta(2\rightarrow1)$  de unidades frutossil, algumas vezes terminadas em uma unidade glicosil, diferindo no grau de polimerização (número de unidades de monossacarídeos) (CARABIN; FLAMM, 1999). A inulina é constituída de 2 a 150 subunidades de frutose ligadas entre si e a uma glicose terminal, apresentando um grau médio de polimerização de 10 ou mais (BIEDRZYCKA; BIELECKA, 2004). A ligação entre as moléculas de frutose tipo  $\beta(2\rightarrow1)$  é formada por uma molécula de sacarose associada a n (30-50) moléculas de frutose (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

As ligações entre as moléculas de frutose tornam a inulina não digerível por enzimas intestinais humanas; mas, sendo completamente fermentadas no cólon e produzindo ácidos graxos de cadeia curta e lactatos que são metabolizados (ROBERFROID, 2007).

A inulina chega intacta ao cólon e serve de substrato fermentável para os lactobacilos e bifidobactérias, o que funciona como um prebiótico, promovendo melhorias nos sistemas gastrointestinal e imunológico (OHR, 2002), apresentando características de fibra alimentar solúvel (HAULY; MOSCATTO, 2002). Quanto à concentração mínima de inulina e oligofrutose a ser ingerida para exercer efeitos benéficos não há um consenso na literatura científica. Para estimular a multiplicação de bifidobactérias no cólon, doses diárias de 4 a 5 g de inulina e/ou oligofrutose são eficientes (JELEN; LUTZ, 1998; ROBERFROID, 1999).

A ANVISA descreve na Lista de Alegações de Propriedade Funcional, que a porção do produto pronto para o consumo deve fornecer, no mínimo, 3 g de inulina nos alimentos sólidos ou 1,5 g nos alimentos líquidos, para que possa ser especificado no rótulo que o produto contribui para o equilíbrio da flora intestinal (BRASIL, 2008).

Apesar de haver muitas pesquisas sobre as propriedades nutricionais da inulina, pouco se sabe sobre suas propriedades físico-químicas e sobre os efeitos da interação da inulina com outros biopolímeros (TONELI *et al.*, 2005). Há relatos de que os prebióticos que estimulam seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias probióticas têm sido utilizados para aumentar a viabilidade dessas bactérias em produtos lácteos (AKALIN; ERISIR, 2008).

Comercialmente a inulina é vendida com o nome de Raftiline®, sendo considerado um alimento e não um aditivo. Doses inferiores a 20 g/refeição não causam efeitos colaterais e superiores a 60 g/refeição podem apresentar efeito laxativo (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996). As principais fontes de inulina e oligofrutose empregadas na indústria de alimentos são a chicória (*Cichorium intybus*) e a alcachofra de Jerusalém (*Helianthus tuberosus*) (CARABIN; FLAMM, 1999; KAUR; GUPTA, 2002).

Do ponto de vista tecnológico, a inulina quando dispersa na água ou leite forma microcristais que interagem conferindo uma textura cremosa similar a da gordura (TONELI *et al.*, 2005). Consequentemente, é empregada como substituto de gordura em patês, molhos, recheios, coberturas, sobremesas congeladas, produtos de panificação e lácteos (KAUR; GUPTA, 2002), contribuindo com, cerca de, 1,5 kcal/g, contra 9 kcal/g de lipídeos (ZULETA; SAMBUCETTI, 2001) e pode ser usada no enriquecimento de produtos contendo fibras sem alterar o sabor e aparência das formulações (HAULY; MOSCATTO, 2002; GALANTE, 2008).

Essas fibras são resistentes a processos térmicos como pasteurização, não cristalizam e não precipitam (VAN LOO *et al.*, 1999). A estabilidade térmica é superior à da sacarose na faixa de pH da maioria dos alimentos (pH 4 a 7) e temperatura superior à 140 °C, podendo sofrer hidrólise em soluções aquosas de pH inferior a 3,5 (QUINTEROS, 2000).

A inulina também pode ser usada para aumentar a viscosidade e conferir corpo a produtos desnatado ou semidesnatado como iogurtes, molhos, mousses e chocolate (TONELI *et al.*, 2005). O emprego de inulina em iogurte desnatado melhora a sensação de cremosidade na boca e a viscosidade aparente (KIP *et al.*, 2006), especialmente nos produtos com teor de gordura de 0,1% (GUGGISBERG *et al.*, 2009). A incorporação de 1 a 5% de inulina em cremes de base láctea, como iogurte, melhora o seu comportamento no processamento, a textura e a sensação de paladar, e ainda conserva a estrutura típica própria dos produtos integrais por mais tempo (MONTAN, 2003).

### **2.2.3 Alimentos Simbióticos**

Nos alimentos simbióticos estão adicionados, simultaneamente, os ingredientes prebióticos e os micro-organismos probióticos em concentrações adequadas possuindo um efeito sinérgico. Os principais alimentos simbióticos são os produtos lácteos fermentados (DIPLOCK *et al.*, 1999).

O papel direto dos micro-organismos probióticos e indireto dos ingredientes prebióticos na promoção de uma nutrição preventiva e no estabelecimento de uma microbiota intestinal saudável e equilibrada ao hospedeiro já é bem conhecido. A interação entre esses elementos *in vivo* pode ser favorecida pela adaptação do micro-organismo probiótico ao substrato prebiótico anteriormente ao consumo; o que pode, em alguns casos, resultar em uma vantagem competitiva para o probiótico, quando consumido junto com o prebiótico (SAAD, 2006). O efeito da associação é mais eficiente que o efeito isolado do probiótico ou do prebiótico (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002).

As bactérias probióticas e substâncias prebióticas no mesmo alimento influem benéficamente o hospedeiro por melhorar a sobrevivência e implantação dos micro-organismos vivos no trato gastrointestinal (TGI) e por favorecer seletivamente o crescimento ou atividade metabólica das bactérias promotoras de saúde no cólon (ARAÚJO, 2007). Por isso, no desenvolvimento de alimentos simbióticos é de fundamental importância a escolha de uma cepa com melhor capacidade de utilização de um determinado prebiótico, visando obter um efeito sinérgico na implantação e multiplicação das bactérias desejáveis (MORAL, 2003).

### 2.3 Leite fermentado: definição e aspectos gerais da tecnologia de fabricação

No Brasil a Instrução Normativa nº 46 adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007) que estabelece o leite fermentado como um produto obtido da fermentação de leite ou leite reconstituído, com adição opcional de outros produtos lácteos e/ou substâncias alimentícias recomendadas pela tecnologia de fabricação, mediante ação de um ou vários dos cultivos de *L. acidophilus*; *L. casei*; *Bifidobacterium* sp; *S. salivarius* subsp *thermophilus* e/ou outras bactérias acidolácticas que contribuam na determinação dos caracteres do produto.

O leite fermentado deve apresentar um teor de proteínas lácteas mínimo de 2,9 g/100g e, dependendo do teor de gordura, pode ser classificado em, com creme, mínimo de 6,0 g/100g; integrais, de 3 - 5,9 g/100g; parcialmente desnatados, 0,6 - 2,9 g/100 g; e desnatados, máximo de 0,5 g/100g. Sensorialmente deve apresentar consistência firme, pastosa, semisólida ou líquida; cor branca ou conforme adições; odor e sabor característicos ou conforme adições. A contagem das bactérias deverá ser, no mínimo,  $10^6$  UFC/g ou mL, incluindo a contagem de bifidobactérias (BRASIL, 2007).

A qualidade dos leites fermentados varia conforme as características inerentes à matéria-prima (tipo de leite), sendo mais importantes os aspectos qualitativo e quantitativo das proteínas, lipídeos e lactose. O leite deve ser padronizado visando à manutenção dos componentes físico-químicos e propriedades sensoriais do produto sem alteração nos lotes.

A tecnologia de fabricação envolve diversas etapas, as quais podem variar segundo o tipo de produto (firme, batido, líquido). No produto batido o leite é incubado em grandes recipientes e após a fermentação o gel lácteo é quebrado, resultando num produto de consistência menos firme que o produto tradicional. O tratamento térmico visa principalmente eliminar a microbiota do leite; a desnaturação parcial das proteínas do soro, as quais podem estabelecer novas ligações ou unirem-se entre si ou a outros componentes do leite e aumentado a viscosidade; a insolubilização do fosfato de cálcio; e redução do oxigênio, que favorece ao desenvolvimento das culturas lácticas. As culturas são adicionadas na forma de pó, congelada ou em suspensão líquida, devendo estar ativas e abundantes. O tempo de incubação é variável conforme o tipo de micro-organismo, tipo de leite e temperatura do processo. Na fermentação do leite, a lactose é degradada pelas enzimas das bactérias lácticas, formando ácido láctico que reduz o pH do meio e conseqüente solubilização dos sais cálcicos das micelas de caseína e migração para a fase aquosa com desmineralização lenta das caseínas. O

processo de fermentação juntamente com os tratamentos tecnológicos aplicados impacta sobre a estrutura das proteínas e dos lipídeos. Ao final da incubação o produto é resfriado com objetivo de interromper a atividade metabólica das bactérias, sendo recomendado um resfriamento lento, pois, quando muito rápido pode afetar a estrutura do coágulo devido a retração das proteínas que afeta a capacidade de retenção da água e conseqüente separação do soro. No acondicionamento deve-se usar embalagem que apresente opacidade, impermeabilidade aos sabores, corantes e odores do ambiente, resistência à acidez, umidade e choques mecânicos. Os produtos devem ser armazenados sob refrigeração de zero a 10 °C (ORDOÑEZ *et al.*, 2005).

### **2.3.1 Aspectos tecnológicos da fabricação de leite fermentado potencialmente probiótico**

As primeiras produções de alimento fermentado foram realizadas por fermentação espontânea resultante da microbiota natural presente na matéria-prima. O processo de fermentação foi otimizado com a utilização de um inóculo - pequena porção do produto fermentado anteriormente. Hoje, se emprega culturas selecionadas, mediante processo fermentativo controlado e padronização do produto final (LEROY, DE VUYST, 2004), sendo que os produtos podem ser elaborados mediante ação de uma cultura *starter* e/ou cultura probiótica.

São características relacionadas com a cultura *starter* à produção de ácido láctico e, possivelmente, outros compostos antimicrobianos; de compostos aromáticos e outros metabólitos (polissacarídeos extracelulares), que conferem ao produto propriedades sensoriais desejadas bem como a melhoria do valor nutricional devido à liberação de aminoácidos livres ou síntese de vitaminas. As culturas probióticas podem ou não desenvolver tais características; porém são as responsáveis pelas propriedades terapêuticas ou profiláticas (PARVEZ *et al.*, 2006).

Leroy; De Vuyst (2004) afirmam que existem vantagens tecnológicas e nutricionais no uso de bactérias probióticas como, por exemplo, a prevenção da pós-acidificação, promoção de uma proteólise desejada, diminuição dos teores de compostos tóxicos ou antinutricionais como aminas biogênicas, de lactose, de ácido fítico. A adição de *L. acidophilus* e bifidobactérias, ou ambos associados às culturas clássicas, contribuem com uma acidez não agressiva e com um sabor característico, além dos benefícios probióticos (TAMINE; ROBINSOM, 1991).

As espécies mais frequentemente utilizadas para obtenção dos produtos probióticos são de origem humana porque reúnem as condições mais adequadas face às necessidades fisiológicas do hospedeiro, podendo mais facilmente colonizar o intestino. Outros estudos apontam para o uso de

cepas de origem animal, por ser mais fáceis de cultivar e mais resistentes às condições adversas prevalentes nos processos industriais, como baixos valores de pH e presença de oxigênio (GOMES; MALCATA, 2002).

Um dos maiores desafios tecnológicos na produção industrial de leite fermentado probiótico é manter estáveis e viáveis, em níveis satisfatórios, as células probióticas, durante todo o prazo de validade do produto (SAAD, 2006; ARAÚJO, 2007). Adicionalmente as células probióticas devem estar veiculadas em produtos de grande aceitação pelos consumidores e, nesse caso, os leites e derivados oferecem muitas possibilidades, além de ocuparem uma grande fatia do mercado (GUGLIELMOTTI *et al.*, 2007).

As principais aplicações de culturas probióticas são realizadas em leites fermentados e iogurtes, que são alimentos consumidos em grande escala (SANTOS; CANÇADO, 2009). Os produtos mais comuns adicionados de bifidobactérias como aditivos ou cultura *starter* são os leites fermentados, iogurtes, gelados e queijos (GOMES; MALCATA, 2002).

A produção de leite fermentado de alta qualidade contendo células viáveis de *Bifidobacterium sp.* e *L. acidophilus* é um desafio da indústria alimentar. Esses micro-organismos se multiplicam lentamente no leite devido à falta de competitividade em relação a outros presentes, resultando numa fermentação longa e exigência de fatores de crescimento e anaerobiose, pois requererem baixo potencial redox na fase inicial de crescimento (GOMES; MALCATA, 2002). Outra alternativa é o uso das culturas probióticas combinadas com outras bactérias lácticas, como exemplo, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *S. thermophilus* (SAMONA *et al.*, 1996), que tem melhores taxas de crescimento, reduzindo o tempo de fermentação, ausência de certos defeitos sensoriais e aumento do valor nutritivo dos produtos.

Adicionalmente, empregam-se fatores bifidogênicos que são compostos, geralmente carboidratos, resistentes ao metabolismo direto do hospedeiro, atingindo o intestino onde são metabolizados preferencialmente pelas bifidobactérias (GOMES; MALCATA, 2002). Esses compostos podem ser incluídos no novo conceito de prebiótico. A oligofrutose e a inulina são os prebióticos mais utilizados e apresentam respostas promissoras. Na maioria dos casos, pode-se adicionar o oligossacarídeo antes ou depois do processo. Em alguns casos, o prebiótico pode ser formado diretamente do leite e derivados mediante o tratamento térmico como exemplo a lactulose (HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2004).

A viabilidade dos micro-organismos probióticos nos leites fermentados pode ser afetada por múltiplos fatores tais como: produção de ácido láctico e peróxido de hidrogênio por fermentos

tradicionais, presença de oxigênio, interações entre cepas presentes e a concentração de açúcar (BARRETO *et al.*, 2003; SHAH *et al.*, 2007). Depende também do pH e seu efeito tampão, presença de micro-organismos competitivos, temperatura de armazenagem e a presença de inibidores bacterianos na matriz alimentar como o cloreto de sódio e o peróxido de hidrogênio (GOMES; MALCATA, 2002).

Segundo Saxelin *et al.* (1999), a sobrevivência e a viabilidade celular das bactérias probióticas são dependentes da espécie e da tecnologia de produção e, por isso é comum a utilização de duas bactérias para a fermentação de um substrato; uma bactéria suporte e outra probiótica. A bactéria suporte tem a função de conferir corpo ao produto através da síntese de exopolissacarídeos e de promover o crescimento das bactérias probióticas. Porém, alguns produtos elaborados somente com bactérias probióticas apresentam maior estabilidade microbiológica durante o armazenamento (NEVES, 2005).

As culturas podem ser como cultura única ou em conjunto com outras adicionadas, durante ou após a fermentação, ou ao produto fresco antes de sua distribuição (SANTOS; CANÇADO, 2009). Geralmente as bifidobactérias são adicionadas como células livres ao produto, pois são muito sensíveis a alta acidez, o que prejudica sua viabilidade nos produtos. Por este motivo, têm sido planejados diversos processos de microencapsulação para proteger as células durante armazenamento e na passagem pelo TGI. Dentre os processos, incluem a microencapsulação com  $\kappa$ -carragenina (ADHIKARI *et al.*, 2000) e alginato de cálcio (LEE; HEO, 2000) resultando em aumento na sobrevivência dos probióticos.

Os estudos visando aumentar a viabilidade das cepas presentes nos produtos lácteos fermentados probióticos são relevantes. A microencapsulação, seleção de cepas mais resistentes, pré-adaptação das cepas às condições de estresse, adição de micronutrientes e agentes redutores são alternativas a ser exploradas (BARRETO *et al.*, 2003).

As culturas probióticas com boas propriedades tecnológicas devem apresentar boa multiplicação no leite, promover propriedades sensoriais adequadas no produto e ser estáveis e viáveis durante armazenamento, podendo ser manipuladas e incorporadas em produtos alimentícios sem perder sua viabilidade e a funcionalidade (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Além disso, com relação às perspectivas de processamento de alimentos, é desejável que essas cepas sejam apropriadas para a produção industrial em larga escala, resistindo a condições de processamento como a liofilização ou secagem por *spray drying* (STANTON *et al.*, 2003).

Conforme Gomes; Malcata (1998), embora o leite seja o meio de cultura preferencial para o crescimento de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, ocorre um fraco desenvolvimento dessas bactérias porque apesar do leite ser altamente nutritivo, não possui aminoácidos livres nem peptídeos em teores suficientes ou na forma que permita o crescimento dos micro-organismos.

Os estudos envolvendo a comparação entre diferentes tipos de leite para avaliar a influência do substrato sobre as cepas concluíram que a presença de elevadas concentrações de ácidos graxos livres de cadeia média em leite de cabra conduziu à inibição do crescimento de *L. acidophilus*. (GOMES; MALCATA, 2002).

A composição e as condições do meio de crescimento, como a presença de açúcares, de ácidos, condição anaeróbica, temperatura, entre outros fatores, podem alterar aos produtos conforme a ação das diferentes bactérias lácticas (LEROY; DE VUYST, 2004). Durante a fermentação vários produtos metabólicos aparecem no alimento como os ácidos láctico e acético, bacteriocinas e redução do pH e estas mudanças podem afetar a estabilidade das bactérias probióticas, alterando suas propriedades funcionais (ISOULARI *et al.*, 2001).

A maioria dos produtos comercializados no Brasil não contém ou não declara a presença de cepas probióticas de maior interesse, como *L. casei*, *L. acidophilus* e *Bifidobacterium*. Nos produtos com declaração da presença de culturas puras de *Lb. casei* apresentam excelente viabilidade, ao contrário dos que declaram a presença de *L. acidophilus* e bifidobactérias, que apresentam, geralmente, contagens abaixo de  $10^5$  UFC/g. A perda de viabilidade desses micro-organismos nos produtos fermentados não estão relacionadas somente ao tempo de estocagem, mas com a própria sensibilidade das cepas às condições de processo (BARRETO *et al.*, 2003).

Com relação aos aspectos sensoriais, os produtos lácteos adicionados de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* podem apresentar alterações de sabor, aroma e textura, resultados das reações bioquímicas de degradação e síntese de substâncias como parte do metabolismo dessas culturas (AKALIN *et al.*, 2004).

As bactérias lácticas produzem ácidos, polissacarídeos, compostos aromáticos e frequentemente exercem atividades proteolíticas e lipolíticas, que geram novas características sensoriais nos produtos. A mudança na textura ocorre pela biomassa celular e pela produção de polissacarídeos e ação enzimática. O perfil de sabor e aroma dos produtos estar relacionado a presença de ácido e dos compostos aromáticos como acetaldeídos (LEROY, DE VUYST, 2004).

Em produtos fermentados é importante que as culturas de probióticos contribuam para uma boa propriedade sensorial. Geralmente se utiliza um mix de bactérias probióticas com outros tipos de bactérias capazes de promover a fermentação do produto.

Nos derivados do leite frequentemente as bactérias probióticas são combinadas ao *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* para promover sabor e textura agradável e, em muitos casos, os consumidores acham os produtos fermentados com *L. delbrueckii bulgaricus* muito ácidos e com um sabor muito forte de acetaldeído (SAARELA *et al.*, 2000). Outro ponto diz respeito às bifidobactérias que produzem na fermentação os ácidos acético e láctico (proporções molares 3:2), que podem afetar nas qualidades sensoriais do produto (sabor e aroma de vinagre) limitando sua aceitação por parte dos consumidores (GOMES; MALCATA, 2002).

Com relação aos produtos lácteos fermentados caprinos, os estudos buscam melhorar sua funcionalidade, promovendo o crescimento das bactérias probióticas, como exemplo, o desenvolvimento de leite de cabra fermentado com bactéria probiótica (MARTIN-DIANA *et al.*, 2003); efeito da transglutaminase na sobrevivência das bactérias probióticas em iogurte caprino (FARNSWORTH *et al.*, 2006); leite de cabra fermentado mediante ação de *B. animalis* e *L. acidophilus* sob condição controlada de um biorreator (KONGO *et al.*, 2006); iogurte firme caprino e bovino fortificado por meio de ultrafiltração e adição de leite em pó (UYSAL *et al.*, 2003) entre outros estudos.

A introdução de bactérias probióticas em produtos lácteos fermentados constitui-se uma alternativa tecnológica, o que atende às exigências do consumidor por produtos inovadores, diferenciados, que promovam bem-estar e benefícios à saúde (ARAÚJO, 2007).

#### **2.4 Emprego de estabilizante/espessante na produção de leite fermentados**

A separação do soro constitui-se em um dos grandes defeitos da fabricação de leites fermentados. Na prática, uma rápida acidificação do leite e uma alta temperatura de incubação podem ser as principais causas da separação do soro em géis ácidos como o iogurte. Outras possíveis causas são: tratamento térmico excessivo da mistura, baixo teor de sólidos totais (proteína e/ou gordura) da mistura, agitação durante ou logo após a formação do coágulo e baixa produção de ácido (pH 4,8). Os fatores como alto teor de sólidos totais na mistura, adição de estabilizantes ou temperatura de incubação muito baixa podem causar uma textura excessivamente firme. Ao

contrário, um coágulo fraco pode ser causado por baixo teor de sólidos na mistura, tratamento térmico do leite insuficiente, baixa acidez e alta temperatura de incubação (LUCEY; SINGH, 1998).

Para se evitar defeito na textura pode-se recorrer a homogeneização da gordura ou aumento do conteúdo de proteínas para cerca de 3,5%; diminuição do conteúdo de minerais; tratamento térmico adequado; redução da temperatura de incubação; resfriamento lento do coágulo; uso de culturas produtoras de exopolissacarídeos; uso de estabilizantes e cuidados na manipulação e no transporte (KROGER, 1976 *apud* LIMA *et al.*, 2006). Produtos grumosos, geralmente relacionam-se a presença de grandes agregados de proteína que podem muitas vezes atingir 1-5 mm e estar associados a produção excessiva de ácido, altas temperaturas de incubação e uso excessivo de cultura para inoculação (HUMPHREYS; PLUNKETT, 1969 *apud* LIMA, 2006).

Os espessantes usados em produtos lácteos têm como principal função realçar, atribuir e manter as características desejáveis de textura, viscosidade e aparência, o que melhora os atributos sensoriais do produto (KOKSOY, KILIC, 2004).

A legislação brasileira permite o uso de gelatina ou amido com função de estabilizante/espessante, na concentração de até 10 g/kg do produto final, mas no caso do amido nativo ou modificado não são considerados como aditivos (BRASIL, 2000).

O amido é o hidrocolóide alimentício mais usado devido o baixo custo e as propriedades funcionais que podem promover (PINHEIRO; PENNA, 2004). O amido puro tem cor branca, insípido e ao ser adicionado à água fria e mantido sob agitação forma uma suspensão de aspecto leitoso, separando-se após repouso. É considerado insolúvel, embora uma pequena fração torna-se solúvel quando agitado em água (CEREDA *et al.*, 2001).

O amido é um homopolissacarídeo neutro formado por duas frações: amilose e amilopectina, ambos compostos por unidades de D-glicose. A amilose contribui para as características de geleificação e a amilopectina geralmente contribui para uma consistência gomosa ou pegajosa devido à sua solubilidade. Os amidos com variados teores de amilose proporcionam diferentes texturas. Além da natureza e teor do amido, o pH e a presença de açúcar, proteínas, gorduras e sais influem na formação e na dureza dos géis de amido (PINHEIRO; PENNA, 2004).

Quando uma dispersão aquosa de amido é aquecida progressivamente, numa certa temperatura (temperatura de gelatinização), inicia fusão das regiões cristalinas do grânulo, promovendo sua hidratação e intumescimento. A viscosidade e a transparência do sistema aumentam até certo limite e a cristalinidade é perdida irreversivelmente - fenômeno denominado “gelatinização”. Com o abaixamento da temperatura, as moléculas de amilose da dispersão

gelatinizada se aproximam formando zonas cristalinas resultando no surgimento de uma textura de gel -“retrogradação” (BILIADERIS, 1991).

Os grânulos do amido nativo são insolúveis em água fria e requer cozimento para atingir a dispersão; pode apresentar alta viscosidade para certas aplicações e, a maioria, tende a perder sua viscosidade e poder espessante, no cozimento, particularmente, na presença de alimentos ácidos. Os amidos modificados foram desenvolvidos para corrigir problemas do amido nativo que limitam sua aplicação na indústria de alimentos. Suas pastas são estáveis, translúcidas e possuem uma menor tendência à retrodegradação e, podem ser facilmente processados para obter condições desejáveis de textura, pH e termorresistência, o que permite ser usado como espessantes e agentes retentores de água em produtos à base de água e leite (LAPASIN; PRICL, 1999).

Geralmente, devido ao custo dos amidos modificados, são utilizados nas formulações mais sofisticadas e de maior custo; em contrapartida, produtos mais populares têm, em suas formulações, amidos nativos. Na rotulagem dos alimentos a denominação “amido modificado” cabe somente aos amidos tratados quimicamente. No caso dos amidos pré-gelatinizados, submetidos só a tratamento térmico, devem aparecer como “amido” na listagem de ingredientes (SILVA *et al.*, 2006).

Em iogurtes, é possível usar amidos nativos ou modificados em substituição à gelatina. As formulações com amido e outros hidrocolóides podem melhorar as características do alimento com relação à sinérese e viscosidade (MALI *et al.*, 2003). Mohammad (2004) usando 0,4% de amido em iogurte de búfala afirma que o armazenamento, teor de sólidos totais associados à espessantes afetam o sabor, corpo/textura, cor, sinérese e acidez de iogurte. Nas sobremesas lácteas e iogurte, o amido funciona como estabilizante, espessante e texturizante, formando uma textura cremosa, melhorando a palatabilidade, reforçando o sabor natural do produto sem tornar perceptível o gosto do cereal (PINHEIRO; PENNA, 2004).

A gelatina forma géis elásticos e termorreversíveis e podem ser usada em misturas com outros hidrocolóides como o amido. A gelatina interage com o gel formado pela caseína, ligando a água dentro da estrutura, o que contribui no controle da sinérese em produtos à base de leite. Tem poder emulsificante, formando um filme finíssimo em volta das partículas de gordura, impedindo sua aglomeração e, teores baixos forma um gel mais fraco. A gelatina deve ser bem dissolvida, sendo geralmente suficientes o aquecimento e pasteurização, não requerendo um preparo prévio de solução em água e deve ser misturada aos ingredientes líquido frio ou quente (GELITA).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

A pesquisa, incluindo a elaboração dos leites fermentados e as análises laboratoriais (físico-químicas, microbiológicas e sensoriais), foram realizadas nos laboratórios de bioquímica, microbiologia e sensorial do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

#### 3.2 Matéria prima e ingredientes

Foram utilizados quatro lotes de leite de cabra integral pasteurizado congelado, acondicionados em embalagem plástica com capacidade de 1 L, proveniente de um rebanho de animais da raça Saanem, do setor de caprinocultura do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias – Campus III da UFPB, no período de outubro a dezembro de 2010. O leite foi conduzido da caprinocultura até o laboratório em caixas isotérmicas e mantido sob congelamento até um dia anterior à elaboração dos produtos. Além do leite fluido, foi utilizado leite em pó caprino instantâneo linha Caprilat®. Utilizou-se o fermento lácteo misto liofilizado superconcentrado Bio Rich® contendo as cepas probióticas *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium* BB-12 e a bactéria *Streptococcus thermophilus* (Chr. Hansen-Dinamarca) cuja recomendação do fabricante para produção de 1L de iogurte caseiro é 400 mg. Os demais ingredientes foram: prebiótico inulina Raftiline® (Orafti-Bélgica); gelatina alimentícia bovina para fins lácteos Gel Lac (Gelita); amido de mandioca modificado quimicamente Amidogem® 6807 (Gemacon); e açúcar cristal Estrela.

### 3.3 Processamento do leite de cabra fermentado

As formulações dos leites fermentados foram elaboradas conforme o fluxo do processo descrito na Figura 1. Os ingredientes e concentrações mantidos fixos das formulações foram: leite em pó, 2 g/100g; açúcar, 10 g/100g e o fermento lácteo, 0,16g/100g. O amido, a gelatina e o prebiótico (inulina) representam os ingredientes variáveis. Todos os percentuais desses ingredientes foram calculados em relação ao volume de leite a ser processado.

O processo iniciou-se com a pesagem do leite, adição do açúcar, e filtração da mistura para eliminar as possíveis substâncias macroscópicas contidas no produto. A seguir foi adicionado o leite em pó visando aumentar o teor de sólidos totais para 12 a 13%. As concentrações dos estabilizantes/espessantes e da inulina, pré-determinadas para cada ensaio, foram adicionadas aos poucos e sob agitação constante para evitar a formação de grumos.

O leite acrescido dos ingredientes foi submetido ao tratamento térmico a 95 °C/10 min., para promover uma completa dissolução da mistura e ativação do estabilizante; seguido de resfriamento imediato em sistema de banho-maria usando água gelada até atingir 43 °C.

A inoculação (adição da cultura) foi realizada mediante adição direta do fermento lácteo seguido de agitação até uma completa dissolução. O leite inoculado, dentro de recipiente de vidro e devidamente tampado, foi posto submerso em sistema de banho-maria à 42 °C ± 1 °C. O tempo de fermentação foi acompanhado com medidas de pH e acidez de amostra do produto retirada do banho-maria, sendo considerado suficiente quando o produto atingia pH de 4,6 ± 0,1, acidez mínima de 0,60 g/100g em ácido láctico, o que ocorria após cerca de 270 min. quando a mistura apresentava-se uma consistência gelatinosa.

Após a fermentação, o produto foi resfriado a 20 °C, usando banho-maria com água à temperatura ambiente, em seguida, a 10 °C com água gelada, durante cerca de uma hora, seguido de refrigeração a 5 °C. Após seis horas de armazenamento refrigerado à 5 °C, procedeu a quebra do coágulo de forma lenta com auxílio de um utensílio de plástico por três min. seguido do envase do produto em garrafas com 120 mL de capacidade. Todas as amostras foram acondicionadas em um mesmo tipo de embalagem (garrafas de polietileno) para evitar possíveis interferências nas propriedades de aroma e sabor.

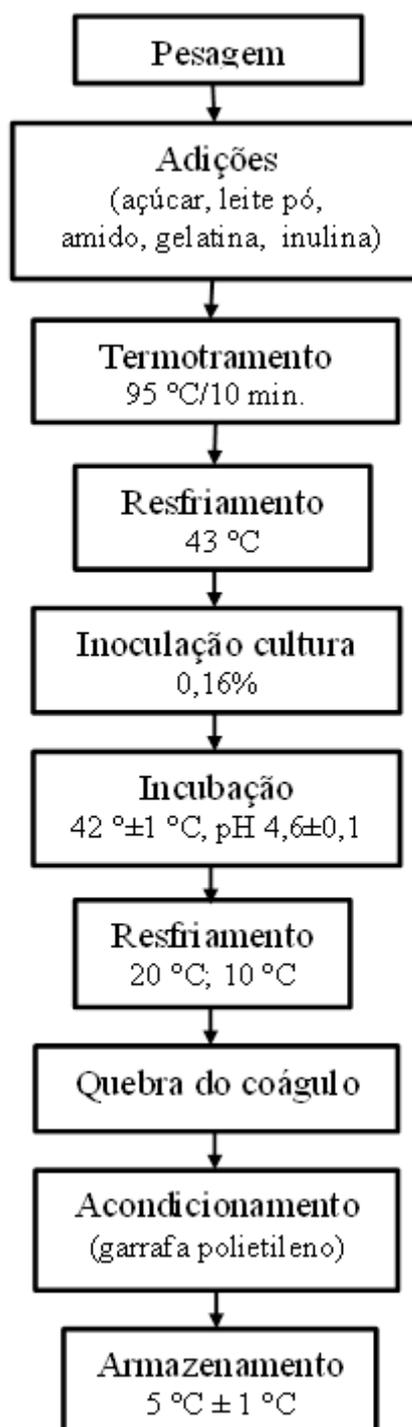


Figura 1. Fluxo do processo de obtenção do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

### 3.4 Determinações analíticas

#### Avaliação físico-química

As determinações físico-químicas do leite de cabra (matéria prima) bem como das formulações do leite de cabra fermentado potencialmente simbiótico foram realizadas em triplicata e conforme as metodologias descritas no Instituto Adolfo Lutz (2005). O pH foi medido em potenciômetro previamente calibrado introduzindo o eletrodo diretamente nas amostras; a acidez titulável, expressa em ácido láctico, determinada por titulação da amostra com hidróxido de sódio N/9 usando fenolftaleína; umidade e extrato seco total através de secagem em estufa estabilizada a 70 °C até obtenção de peso constante; cinzas por meio de carbonização seguido de incineração em forno mufla estabilizado a 550 °C; lipídeos pelo método de Gerber usando o lactobutirômetro para leite de Gerber; proteínas determinada pelo método micro-Kjeldahl, utilizando o fator de conversão de nitrogênio para proteína 6,38 e carboidratos totais estimados por diferença

#### Susceptibilidade a sinérese

A suscetibilidade à sinérese foi estimada por meio de drenagem do produto conforme o método de Atamer e Sezgin (1986). Pesou-se 25 g da amostra sobre uma peneira de poliamida, acoplada num béquer, em quatro replicatas. Após 2 horas de drenagem, sob refrigeração a 5 °C, pesou-se o volume de soro coletado, tomando-se como resposta os dois resultados de menor desvio, expressando a susceptibilidade a sinérese através da equação:

Índice de sinérese: (peso do soro após filtração/peso da amostra) x 100

#### Contagem da bactéria tradicional e das bactérias probióticas

A estimativa do número de células viáveis foi realizada mediante diluições decimais da cultura bacteriana em solução de água peptonada estéril (0,1%), semeadura em profundidade de uma alíquota (0,1 mL) de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, usando um meio de cultura seletivo. Os meios utilizados foram: Agar M17, Agar MRS e Agar BSM da marca Himedia, nas quantidades estabelecidas pelo fabricante para contagens respectivas de *S. thermophilus*, *L.*

*acidophilus* e *Bifidobacterium* sp. Para a preparação da diluição  $10^{-1}$ , tomou-se 25 g da amostra (retiradas em condições de assepsia) e homogeneizou em 225 mL de água peptonada e dessa diluição (1 mL), adicionando em um tudo de 9 mL de diluente (água peptonada a 0,1%) obteve-se a diluição  $10^{-2}$  e sucessivas até  $10^{-7}$ . As diluições foram inoculadas em placas de petri estéreis vazias, seguindo adição de 20 mL do meio de cultura e homogeneização com movimento circulares até solidificação do agar. As placas foram incubadas de forma invertidas em estufa a 37° C durante 72 h. As placas com as bactérias probióticas foram incubadas na mesma condição ambiental e dentro de jarras de anaerobiose contendo gerador de anaerobiose Anaerobac (PROBAC). As placas contendo de 25 a 250 colônias visualizadas foram contadas, expressando-se os resultados em UFC/g. O protocolo de análise foi realizado segundo as recomendações de Silva *et al.*, (2007) e as metodologias do International Dairy Federation (1997, 1999).

### **Análise sensorial**

A análise sensorial das amostras de leite de cabra fermentado foi realizada com o consentimento do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UFPB (Prot. 319/2010) mediante o método afetivo - teste de aceitação com potenciais consumidores, sendo realizado em dois períodos: um e quinze dias da elaboração das formulações. O teste sensorial foi realizado no laboratório de Análise Sensorial da UFPB, em cabines individuais, turno matutino (9 às 11 horas). Os provadores foram convidados verbalmente a participar do teste, sendo escolhidos aqueles que acostumados a consumir iogurte ou leite fermentado e dispostos a participar do teste. Os potenciais consumidores que concordaram em participar assinaram um termo de consentimento. O painel sensorial foi composto por 35 provadores, alunos e servidores da UFPB, ambos os gêneros, com faixa etária de 17 a 54 anos, nível de escolaridade de 2° grau a pós-graduado. Durante a realização do teste os provadores receberam as amostras distribuídas de forma aleatória em copo descartável codificado com três dígitos, acompanhado de água mineral. Os atributos avaliados foram: aparência, cor, aroma, consistência, sabor e avaliação global. Os provadores expressaram suas opiniões numa ficha de avaliação contendo uma escala hedônica de 9 pontos, podendo fazer comentários acerca das amostras (Figura 2). A metodologia da análise seguiram instruções descritas por Faria; Yotsuyanagi (2002) e Minim (2006).

## ANÁLISE SENSORIAL DE LEITE FERMENTADO TIPO IOGURTE

### TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Grau instrução: \_\_\_\_\_ Gênero: \_\_\_\_\_

Você está recebendo três amostras codificadas para avaliar os atributos sensoriais do leite fermentado. Observe e prove as amostras, da esquerda pra direita, anotando o valor da escala hedônica correspondente a cada atributo.

#### **Escala hedônica**

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Não gostei/nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei extremamente

Código da amostra: _____	Código da amostra: _____	Código da amostra: _____
Aparência: _____	Aparência: _____	Aparência: _____
Cor: _____	Cor: _____	Cor: _____
Aroma: _____	Aroma: _____	Aroma: _____
Consistência: _____	Consistência: _____	Consistência: _____
Sabor: _____	Sabor: _____	Sabor: _____
Aceitação global: _____	Aceitação global: _____	Aceitação global: _____

Faça comentários: \_\_\_\_\_

Obrigada pela participação!

Figura 2. Ficha de avaliação sensorial do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

### 3.5 Planejamento experimental e análise dos resultados

Os ensaios foram elaborados segundo um planejamento experimental do tipo fatorial com três níveis e três pontos centrais totalizando onze ensaios. Nas Tabelas 1 e 2 estão demonstrados as variáveis independentes e os níveis das variações usados nos ensaios.

Tabela 1. Planejamento experimental contendo as variáveis e níveis usados no leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Variáveis independentes		Níveis		
		-1	0	+1
Amido	X1 (g/100g)	0,25	0,35	0,45
Gelatina	X2 (g/100g)	0,20	0,25	0,30
Inulina	X3 (g/100g)	2,00	4,00	6,00

Tabela 2. Planejamento experimental com os valores codificados e originais no leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Ensaio	X1	X2	X3	Amido	Gelatina	Inulina
01	-1	-1	-1	0,25	0,20	2,00
02	+1	-1	-1	0,45	0,20	2,00
03	-1	+1	-1	0,25	0,30	2,00
04	+1	+1	-1	0,45	0,30	2,00
05	-1	-1	+1	0,25	0,20	6,00
06	+1	-1	+1	0,45	0,20	6,00
07	-1	+1	+1	0,25	0,30	6,00
08	+1	+1	+1	0,45	0,30	6,00
09	0	0	0	0,35	0,25	4,00
10	0	0	0	0,35	0,25	4,00
11	0	0	0	0,35	0,25	4,00

Os níveis -1 e 1 foram escolhidos considerando os limites legais, dados da literatura e principalmente mediante testes preliminares, nos quais foram considerados a qualidade sensorial emitida por degustadores. As condições dos ensaios para a elaboração do leite de cabra fermentado foram definidas com base em testes realizados para adequação e ajuste das formulações e dos processos. O tempo do tratamento térmico foi estabelecido visando também promover um melhor cozimento do amido.

O trabalho foi realizado em quatro etapas, sendo três etapas composta por três ensaios e uma etapa com dois, totalizando os onze ensaios. A ordem para execução dos ensaios foi escolhida aleatoriamente e, em cada etapa foi realizado um dos pontos centrais.

Os resultados foram analisados através da metodologia de superfície de resposta obtendo a análise de variância (ANOVA) e a comparação entre médias com o teste Tukey usando o STATISTICA versão 7.0 for windows [Computer program]. StatSoft® Company. 2004.

Nas avaliações cujo modelo foi estatisticamente significativo a 95% de confiança gerou uma equação polinomial de segundo grau, onde “Y” é a função resposta e “X” são as variáveis codificadas conforme representação a seguir:  $Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_1X_2 + \beta_5X_1X_3 + \beta_6X_2X_3$ . O modelo tem validade estatística, de acordo com o Teste F, quando o valor da razão entre F calculado e F tabelado for acima de 1,0 (BARROS NETO *et al.*,1996).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas do leite de cabra utilizado na elaboração das amostras do leite fermentado, resultado de quatro coletas, apresentaram os seguintes valores médios: umidade,  $89,11 \pm 0,29$  g/100g; lipídeos,  $2,7 \pm 0,11$  g/100g; proteínas,  $3,13 \pm 0,19$  g/100g; cinzas,  $0,71 \pm 0,01$  g/100g, carboidratos, 4,2 g/100g, acidez em ácido láctico, 0,15 g/100g e pH 6,2. Esses valores indicam que o leite está apto para consumo e processamento conforme as recomendações da Instrução Normativa N° 37, exceto quanto ao teor de lipídeos que apresentou um valor menor que o recomendado para produto integral; porém, a depender do teor médio da gordura do rebanho esse valor poderá ser admissível (BRASIL, 2000). Como o leite usado neste experimento foi proveniente de um rebanho da raça Saanen, o seu teor de gordura poderá ser abaixo de 2,9% tendo em vista as particularidades da raça que, segundo Queiroga *et al.* (2007), se caracteriza pela alta produção de leite com baixo teor de gordura. Esses autores encontraram  $2,7 \pm 0,2\%$  de proteínas;  $4,1 \pm 0,63\%$  de lactose e  $3,4 \pm 0,54\%$  de lipídeos e afirmam que, o teor de gordura do leite pode oscilar não somente com a raça como também com o turno da ordenha, período de lactação, disponibilidade de certos alimentos e a sazonalidade. Costa *et al.* (2007) estudando a composição físico-química de leite de cabra da raça Saanen de marcas comerciais verificaram os seguintes valores: proteínas, 2,90 a 3,31%; lactose, 4,59 a 4,66% e lipídeos: 2,7; 2,45 e 2,27%, sendo que 83% das marcas apresentaram o teor de lipídeos abaixo da recomendação legal. Os resultados desses pesquisadores assemelham-se aos detectados neste trabalho.

### 4.1 Componentes centesimais das amostras do leite de cabra fermentado

Os resultados dos componentes centesimais do leite de cabra fermentado expressos em valores médios e desvio-padrão dos ensaios estão dispostos na Tabela 3.

A maioria dos valores médios dos componentes centesimais apresentou diferença entre os ensaios, o que pode estar relacionado com o fato das formulações serem constituídas por teores diversos das variáveis (amido, gelatina e inulina).

As principais alterações nos valores dos componentes centesimais das amostras de leite de cabra fermentado em relação à matéria prima envolvem um aumento no teor de sólidos totais e, conseqüentemente, uma redução no teor de umidade. O aumento no teor de sólidos se deu basicamente em razão das adições, principalmente da inulina, do açúcar e do leite em pó.

Tabela 3. Valores médios dos componentes centesimais do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Ensaio	Componentes centesimais (g/100g)				
	Umidade	Lipídios	Proteínas	Carboidratos	Cinzas
1	77,07±0,01 <sup>a</sup>	2,50±0,00 <sup>a</sup>	3,41±0,02 <sup>a</sup>	16,30	0,72±0,01 <sup>a</sup>
2	76,08±0,12 <sup>a</sup>	2,00±0,00 <sup>b</sup>	3,49±0,01 <sup>b</sup>	17,61	0,82±0,01 <sup>b</sup>
3	76,57±0,09 <sup>a</sup>	2,00±0,00 <sup>b</sup>	3,42±0,02 <sup>a</sup>	17,13	0,88±0,01 <sup>c</sup>
4	76,30±0,08 <sup>ab</sup>	2,50±0,00 <sup>a</sup>	3,80±0,02 <sup>c</sup>	16,59	0,81±0,02 <sup>b</sup>
5	73,90±0,24 <sup>a</sup>	2,50±0,00 <sup>a</sup>	3,43±0,02 <sup>a</sup>	19,43	0,74±0,01 <sup>a</sup>
6	73,74±0,08 <sup>ac</sup>	2,00±0,00 <sup>b</sup>	3,31±0,01 <sup>d</sup>	20,09	0,86±0,01 <sup>d</sup>
7	74,09±0,18 <sup>ac</sup>	2,00±0,00 <sup>b</sup>	3,33±0,02 <sup>d</sup>	19,77	0,81±0,01 <sup>b</sup>
8	73,53±0,03 <sup>ac</sup>	2,50±0,00 <sup>a</sup>	3,39±0,01 <sup>a</sup>	19,76	0,82±0,01 <sup>b</sup>
9	75,51±0,17 <sup>a</sup>	2,00±0,00 <sup>b</sup>	3,02±0,02 <sup>c</sup>	18,71	0,76±0,01 <sup>e</sup>
10	75,09±0,05 <sup>a</sup>	2,00±0,00 <sup>b</sup>	3,31±0,11 <sup>d</sup>	18,84	0,76±0,01 <sup>e</sup>
11	75,21±0,83 <sup>ad</sup>	2,00±0,00 <sup>b</sup>	3,26±0,55 <sup>d</sup>	18,78	0,75±0,02 <sup>e</sup>

Valores de letras diferentes numa mesma coluna apresentam diferença significativa conforme o teste de Tukey

Códigos: A - amido(%), G - gelatina (%), I - inulina (%)

E1-0,25A; 0,2G; 2I; E2-0,45A; 0,2G; 2I; E3-0,25A; 0,3G; 2I; E4-0,45A; 0,3G; 2I; E5-0,25A; 0,2G; 6I; E6-0,45A; 0,2G; 6I; E7-0,25A; 0,3G; 6I; E8-0,45A; 0,3G; 6I; E9-0,35A; 0,25G; 4I; E10-0,35A; 0,25G; 4I; E11-0,35A; 0,25G; 4I

O resultado da ANOVA mostrou que os valores médios dos componentes umidade e carboidratos totais geraram um modelo significativo, isto é, pode ser representado por uma equação que mostra os efeitos das variáveis sobre o teor de carboidratos totais e da umidade. Os valores de cinzas, lipídeos e proteínas não apresentaram diferença significativa.

O valor da umidade variou de 77,07 (Ensaio 1) a 73,53 (Ensaio 8). Com o resultado da ANOVA para umidade (Anexo) se verificou que a razão entre F calculado e F tabelado foi 1,118; sendo o modelo estatisticamente significativo para 95% de confiança conforme representação a seguir:

$$\text{Umidade} = \mathbf{75,190} - 0,495X_1 - 0,075X_2 - \mathbf{2,690}X_3 + 0,080X_1X_2 + 0,135X_1X_3 + 0,065X_2X_3$$

(valores em negrito são os estatisticamente significativos)

De certa forma se esperava por um menor teor de umidade nos produtos contendo maior teor de sólidos totais. Entretanto, conforme pode ser visto na Figura 3, somente a inulina representa o componente que contribuiu para diminuir o teor da umidade das amostras de leite de cabra fermentado. As adições de amido e gelatina não exerceram efeito significativo sobre a umidade das formulações; isto quer dizer que, na medida em que aumentou os teores dos estabilizantes/espessantes não houve redução significativa no teor de umidade dos produtos na região estudada neste experimento.

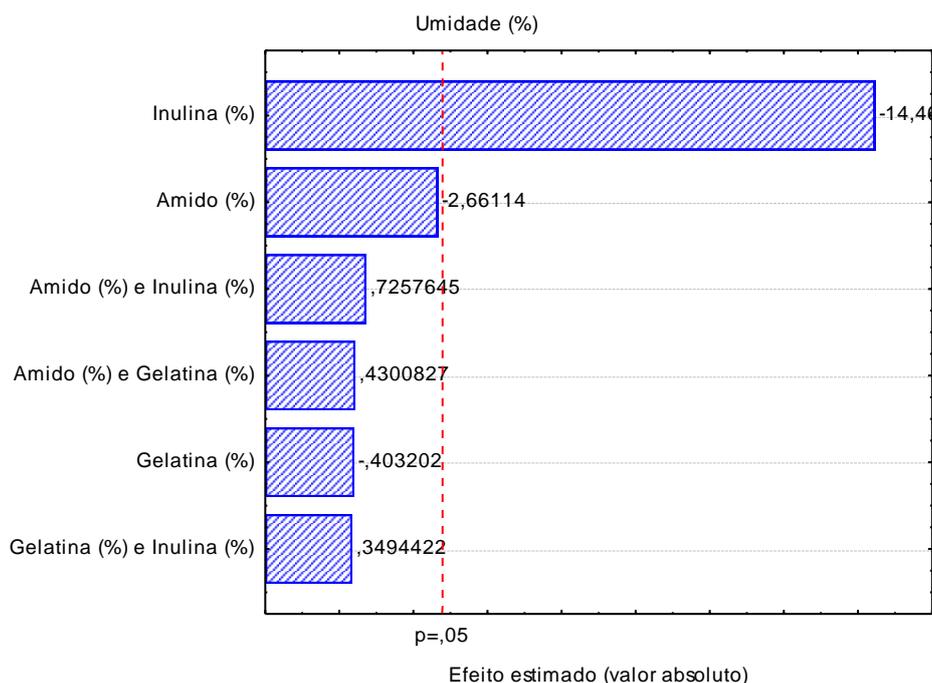


Figura 3. Diagrama de Pareto para umidade do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

O teor de sólidos totais deste experimento variou de 22,93 a 26,47%. Estes resultados podem estar relacionados não somente às quantidades adicionadas de inulina como também pelo fato do produto ser adoçado com sacarose. Um alto teor de sólidos totais em leite de cabra passa a ser vantajoso, uma vez que, conforme Martín-Diana *et al* (2003), é necessário um aumento no teor de sólidos não-gordurosos no leite de cabra para obter uma consistência satisfatória na coalhada, pois esse tipo de leite apresenta baixo teor ou ausência de  $\alpha_{s1}$ -caseína e maior dispersão das micelas de caseína, formando um coágulo quase semi líquido.

Na literatura sobre iogurte caprino são encontrados valores sólidos totais inferiores aos deste experimento. Uysal *et al* (2003) encontraram 14,98%; Martín-Diana *et al* (2003), 14,3% e 16,7-17,8% nos produtos adicionados de concentrado proteico de soro; Guven *et al* (2005), 13,64% e nos produtos *light* suplementados com inulina encontraram de 13,49 a 13,54% e Bezerra (2010) 19,49% em iogurte adoçado.

A adição de inulina ao leite resultando em um aumento significativo no teor de sólidos totais também foi relatada por outros autores (CASTRO *et al.*, 2008; GUGGISBERG *et al.* 2009; VILLEGAS *et al.*, 2009) em bebida lácteas fermentada e iogurte firme.

O teor de carboidratos totais deste experimento representa o teor de lactose, sacarose, amido e de inulina e variou de 16,30% (Ensaio 1) a 20,09% (Ensaio 6). Esses valores representam os produtos contendo os níveis mínimos e máximos das adições juntas de amido e inulina, respectivamente.

A razão entre F calculado e F tabelado (1,532) resultado da ANOVA para carboidratos totais (Anexo) indicou que o modelo é significativo para 95% de confiança.

$$\text{Carboidratos} = \mathbf{18,517} + 0,377X_1 - 0,052X_2 + \mathbf{2,862X_3} - 0,662X_1X_2 - 0,047X_1X_3 + 0,062X_2X_3$$

(valores em negrito são os estatisticamente significativos)

Nota-se na Figura 4 que a inulina apresentou um efeito positivo no aumento no teor de carboidratos totais das formulações; ao contrário do observado anteriormente no estudo da umidade. Os diferentes teores de amido e gelatina não apresentaram efeito significativo sobre os carboidratos totais.

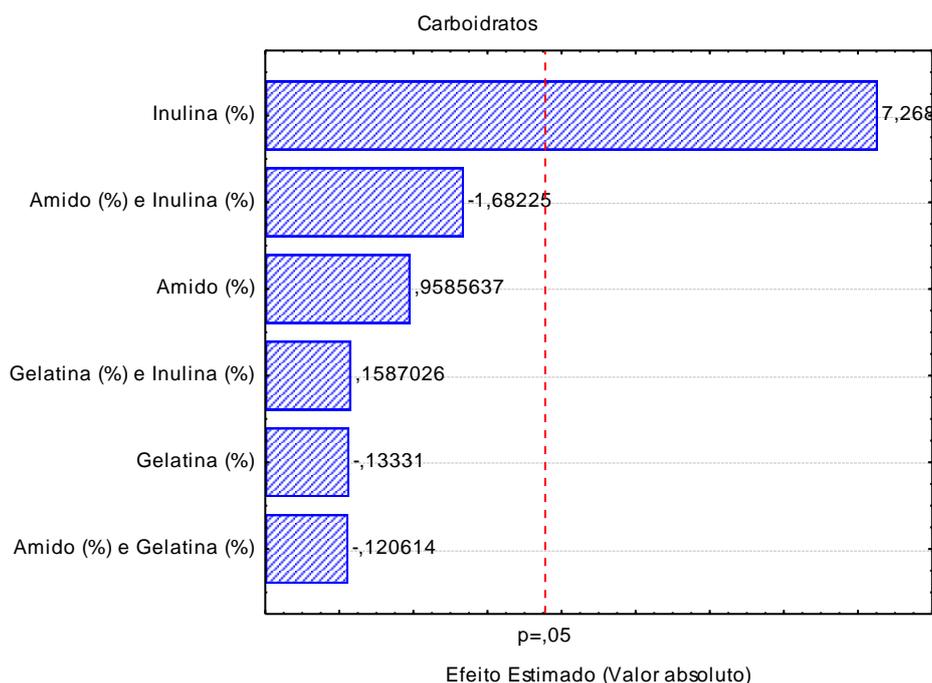


Figura 4. Diagrama de Pareto para carboidrato total do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Nesse experimento as quantidades de inulina utilizadas foram 2, 4 e 6%. Outros autores consideram como sendo um produto potencialmente funcional os produtos adicionados de inulina. Haully *et al* (2005) usando diferentes concentrações de oligofrutose e inulina (0,5; 2,5 e 4,5%) em

“iogurte” de soja relatam que essa suplementação pode constituir-se em produto com ingredientes potencialmente funcionais. Souza; Maia; Neto (2003) afirmam que a adição de certa quantidade de prebiótico em um alimento o torna funcional. Segundo Buriti *et al.* (2007), possivelmente a inulina não é degradada dentro do produto, uma vez que, ao aplicar 8% de inulina em queijo cremoso resultou em 7,32% e 7,27% no produto após 1 e 21 dias.

O valor médio do teor de proteína variou de 3,02 (Ensaio 9) a 3,80 g/100g (Ensaio 4), e de gordura, de 2 a 2,5 g/100g. Esses valores encontram-se dentro dos padrões de proteínas (mín. 2,9 g/100g) e abaixo do teor de gordura para produto integral (3 a 5,9 g/100g) devido as características do leite utilizado no experimento. Conforme a legislação, os valores de proteína e gordura dos leites fermentados com agregados, açucarados e/ou saborizados poderão ter conteúdo inferiores (BRASIL, 2007).

Os resultados dos teores de proteína e gordura deste trabalho foram inferiores aos encontrados na literatura sobre leite fermentado caprino. Martín-Diana *et al* (2003) encontraram 4,2 g/100g de proteína; Uysal *et al.* (2003) 4,46 e 4,26 g/100g de proteína e 4,1 e 4,2 g/100g de gordura, e Bezerra (2010), 3,08 g/100g de proteína e 3,75 g/100g de gordura. Os resultados deste trabalho podem estar relacionados às agregações, principalmente de sacarose.

Na tabela 4 estão os valores médios da acidez titulável e do pH das formulações. O teor de acidez variou de 0,79 a 0,84 g/100g e encontra-se em conformidade com a resolução para leite fermentado (0,6 - 2 g/100g).

Tabela 4. Valores da acidez titulável e pH do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Ensaio	Acidez (g/100g)	pH
1	0,80±0,01 <sup>a</sup>	4,48
2	0,82±0,01 <sup>a</sup>	4,40
3	0,84±0,01 <sup>b</sup>	4,34
4	0,84±0,01 <sup>b</sup>	4,22
5	0,83±0,01 <sup>b</sup>	4,41
6	0,83±0,01 <sup>b</sup>	4,48
7	0,79±0,01 <sup>a</sup>	4,51
8	0,79±0,01 <sup>a</sup>	4,54
9	0,83±0,01 <sup>ab</sup>	4,44
10	0,82±0,00 <sup>ab</sup>	4,39
11	0,83±0,01 <sup>ab</sup>	4,38

Valores de letras diferentes numa mesma coluna apresentam diferença significativa conforme o teste de Tukey

Códigos: A - amido (%), G - gelatina (%), I - inulina (%)

E1-0,25A; 0,2G; 2I; E2-0,45A; 0,2G; 2I; E3-0,25A; 0,3G; 2I; E4-0,45A; 0,3G; 2I; E5-0,25A; 0,2G; 6I; E6-0,45A; 0,2G; 6I; E7-0,25A; 0,3G; 6I; E8-0,45A; 0,3G; 6I; E9-0,35A; 0,25G; 4I; E10-0,35A; 0,25G; 4I; E11-0,35A; 0,25G; 4I.

Na ANOVA para acidez (Anexo) a razão entre F calculado e F tabelado foi 1,118, indicando que o modelo tem validade estatística com 95% de confiança.

Acidez = **0,820** + 0,005X1 - 0,005X2 - 0,015X3 - 0,005X1X2 - 0,005X1X3 - **0,0350X2X3**  
(valores em negrito são os estatisticamente significativos)

Verifica-se na Figura 5 que a interação entre gelatina e inulina teve um forte efeito negativo sobre a acidez dos ensaios e não houve efeito isolado das variáveis.

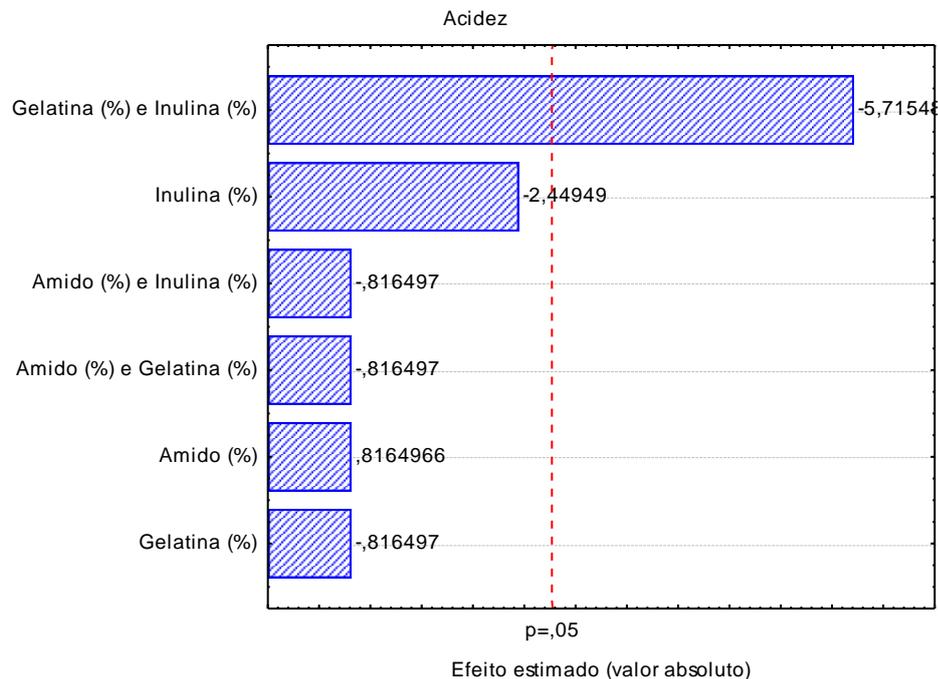


Figura 5. Diagrama de Pareto para acidez titulável do leite de cabra adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Na Figura 6 pode-se observar a que os maiores teores de acidez dos produtos encontram nas regiões de maior teor de gelatina (0,28 a 0,30%) e menor de inulina.

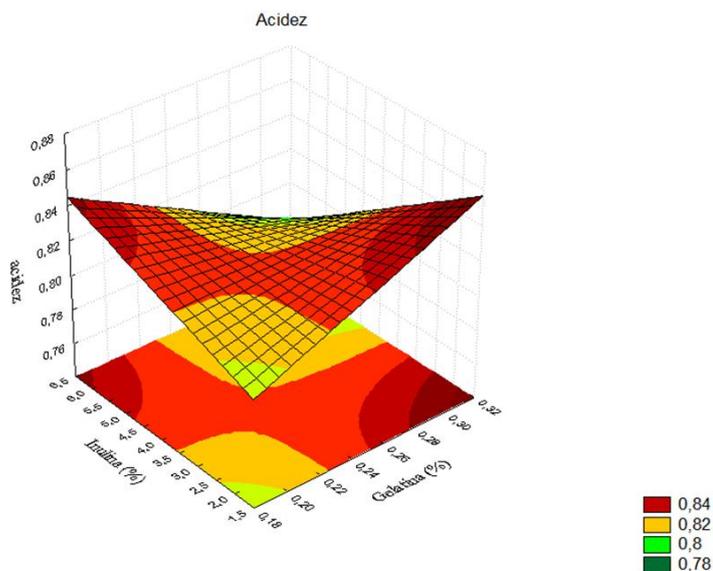


Figura 6. Superfície de resposta e curva de contorno da acidez em função da gelatina e inulina do leite de cabra adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Um aumento no teor da acidez titulável de um produto fermentado pode ser proveniente do teor de sólidos totais do produto, da natureza dos componentes adicionados e também pelo fato desses componentes serem utilizados durante o processo fermentativo conforme explicado por outros autores (OLIVEIRA; DAMIN, 2003; THAMER; PENNA, 2006).

Nos resultados deste trabalho observou-se que a inulina isoladamente não influenciou sobre a acidez dos produtos, o que está de acordo com os resultados de outros autores. O emprego de 5% de inulina em leites desnatados (SHIN *et al*, 2000); de 1% de inulina em iogurte (OZER; AKIN; OZER, 2005) e diferentes proporções (1, 2 e 3%) de inulina (GUVEN, 2005) não influenciaram na produção de ácido nos produtos. Sobre esta constatação, Martínez-Villaluenga *et al.* (2005) declaram que a inulina é estável em acidez moderada, podendo ser usada na produção de leite fermentado.

Os valores de pH variaram de 4,22 a 4,54. Os valores abaixo de 4,5 são desejáveis para prevenção de uma possível contaminação por micro-organismos patogênicos e também para favorecer ao aspecto sensorial.

## 4.2 Susceptibilidade à sinérese

Na tabela 5 estão expressos os valores da estimativa da susceptibilidade à sinérese, em percentual, das formulações do leite de cabra fermentado potencialmente simbiótico.

Tabela 5. Valores médios da estimativa da susceptibilidade à sinérese leite de cabra adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Ensaio	Índice de sinérese
1	31,78±0,03 <sup>a</sup>
2	21,16±0,68 <sup>b</sup>
3	25,74±0,76 <sup>c</sup>
4	17,58±0,08 <sup>d</sup>
5	30,72±1,64 <sup>a</sup>
6	23,04±2,40 <sup>b</sup>
7	20,72±0,34 <sup>b</sup>
8	26,28±1,87 <sup>c</sup>
9	28,86±3,20 <sup>ab</sup>
10	23,76±0,06 <sup>b</sup>
11	26,31±1,22 <sup>bc</sup>

Valores de letras diferentes numa mesma coluna apresentam diferença significativa conforme o teste de Tukey

Códigos: A - amido (%), G - gelatina (%), I - inulina (%)

E1-0,25A; 0,2G; 2I; E2-0,45A; 0,2G; 2I; E3-0,25A; 0,3G; 2I; E4-0,45A; 0,3G; 2I; E5-0,25A; 0,2G; 6I; E6-0,45A; 0,2G; 6I; E7-0,25A; 0,3G; 6I; E8-0,45A; 0,3G; 6I; E9-0,35A; 0,25G; 4I; E10-0,35A; 0,25G; 4I; E11-0,35A; 0,25G; 4I

A susceptibilidade à sinérese variou de 17,58% (Ensaio 4) a 31,78% (Ensaio 1), representando os ensaios contendo o menor teor de inulina (2%) e maior e menor nível de amido e gelatina, respectivamente. A diferença na susceptibilidade à sinérese entre esses ensaios chegou a cerca de 55%, o que reforça a importância do emprego de retentores de água na elaboração de leite fermentado, principalmente produzido a partir de leite de cabra.

O resultado da ANOVA para susceptibilidade à sinérese (Anexo) mostra que a razão entre o F calculado e F tabelado foi 1,607, sendo estatisticamente significativo a 95% de confiança.

$$\text{Sinérese} = \mathbf{24,98182} - \mathbf{4,170}X_1 - \mathbf{4,650}X_2 + 2,180X_3 + \mathbf{3,370}X_1X_2 + \mathbf{5,220}X_1X_3 + 0,16X_2X_3$$

(valores em negrito são os estatisticamente significativos)

Na Figura 7 se observa que houve um efeito positivo significativo nas interações do amido com inulina e nas interações do amido com gelatina sobre a susceptibilidade à sinérese. Dos efeitos principais a inulina não influi na separação do soro e os estabilizantes/espessantes apresentaram efeito negativo. Entre esses, a gelatina apresentou um efeito superior ao do amido.

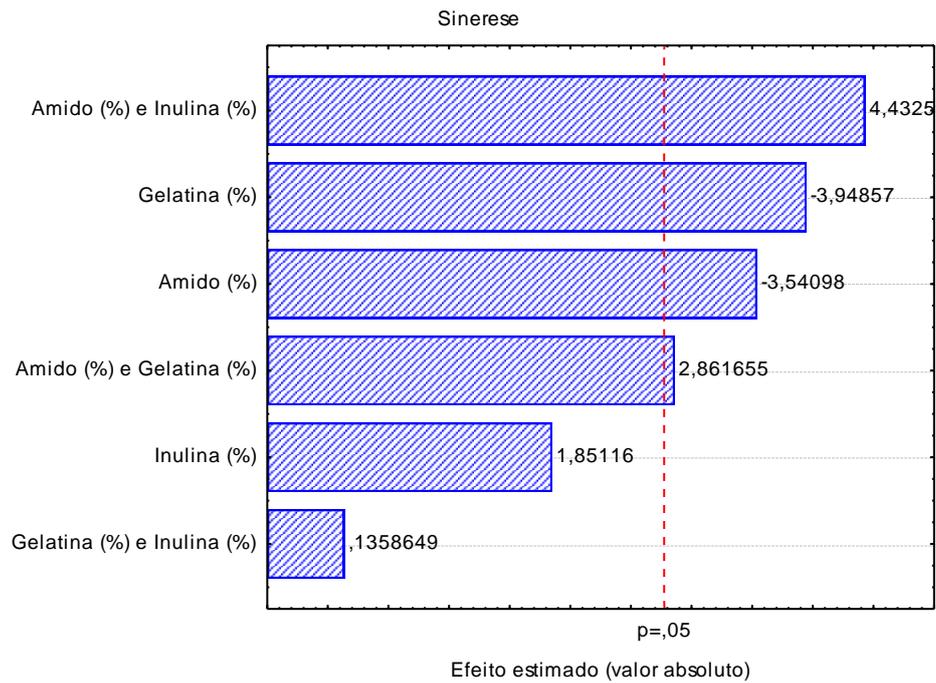


Figura 7. Diagrama de Pareto para a susceptibilidade à sinérese do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Nas Figuras 8 e 9 estão apresentadas as interações entre amido e inulina e as interações entre amido e gelatina, respectivamente. Nota-se no primeiro gráfico que a menor separação de soro encontra-se na região com 0,38 a 0,45% de amido e menor de inulina e, na Figura 9, na região com os menores teores dos espessantes/estabilizantes.

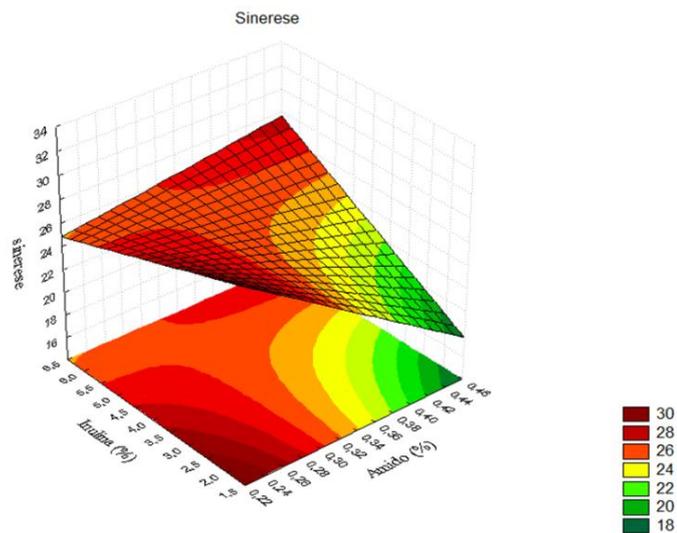


Figura 8. Superfície de resposta e curva de contorno da susceptibilidade à sinérese em função do amido e inulina em leite de cabra adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

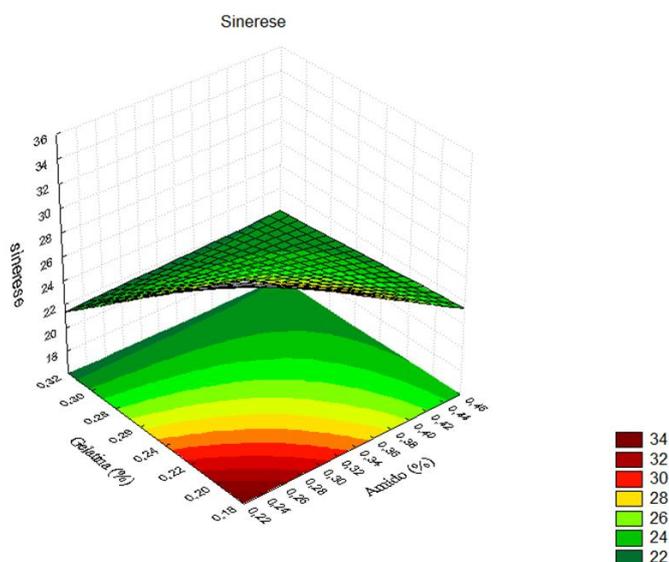


Figura 9. Superfície de resposta e curva de contorno da susceptibilidade à sinérese em função da amido e gelatina do leite de cabra adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

Nesse estudo, como esperado, um aumento nos teores de sólidos totais com estabilizantes/espessantes apresentaram uma redução nos valores do índice de sinérese. Alguns autores relatam que quanto maior o teor de sólidos totais em iogurte menor será a tendência a sinérese (JAROS *et al*, 2002; MAHDIAN; TEHRANI, 2007), visto que, um baixo teor de sólidos totais pode levar a uma contração e rompimento do gel e consequente expulsão do soro (LUCEY; SINGH, 1998) que não é capaz de se recuperar (ÖZER, 2004).

Sobre as interações entre fatores, o efeito das interações do amido com gelatina sugere uma diminuição do efeito hidrocolóide-hidrocolóide. Na interação amido e inulina, uma menor susceptibilidade à sinérese pode ter sido em função do efeito hidrocolóide e das características próprias das fibras solúveis.

A gelatina apresentou um efeito isolado superior ao do amido. Isto pode ser explicado pelo fato da gelatina ser constituída de proteína, uma vez que, segundo Jaros e Rohm (2003), independente do tipo de sólido para enriquecimento do leite, o teor de proteína do leite é o fator mais importante que influencia nas propriedades físicas do iogurte uma visto que um aumento no teor de proteínas ocasionará um aumento na quantidade de água ligada.

Neste estudo a interação da inulina com amido apresentou um efeito positivo e não houve efeito isolado da inulina. Outros estudam apontam que a inulina não exerce influência nos valores

da separação do soro (GUVEN *et al.*, 2005) e que as interações entre inulina e a rede de proteínas do leite serem fracas (GUGGISBERG *et al.*, 2009).

Entretanto, outros estudos apontam que a inulina aumenta a capacidade de gelificação e retenção de água (O'BREIN *et al.*, 2003; SOUKOULIS *et al.*, 2009), podendo reduzir a sinérese em iogurtes sem gordura (ARYANA; MCGREW, 2007) e em leite fermentado (FRANCK, 2002).

A formação de uma camada de soro na superfície do produto resulta da contração natural do gel e relaciona com a instabilidade da rede protéica que perde sua capacidade de ligar a fase aquosa (LUCEY, 2002), mudanças na temperatura e fatores mecânicos (DANNENBERG; KESSLER, 1988). Em iogurte caprino essa situação passa a ser mais grave, uma vez que, conforme Medeiros *et al.* (2010), produto caprino apresenta maior tendência a sinérese comparando aos produtos bovinos e bubalinos por apresentar um coágulo mais aquoso e frágil (TAMIME; ROBINSON, 2000).

Nos testes preliminares observou-se que o leite de cabra fermentado elaborado sem adição de estabilizante/espessantes após a quebra do coágulo apresentava alta fluidez, assemelhando-se a um leite fluido, o que diferia demais das características de produtos tipo iogurte (colherável); portanto, o emprego desses aditivos passa a ser fundamental na obtenção de produtos de boa qualidade, relacionada principalmente a viscosidade, textura e sinérese.

#### **4.3 Contagem da bactéria tradicional e das bactérias probióticas no leite de cabra fermentado**

Na Tabela 6, estão apresentados os valores médios em  $\log_{10}$  UFC/g da contagem de *S. thermophilus* e das bactérias probióticas das formulações de leite de cabra fermentado após 1 e 15 dias de armazenamento refrigerado à 5°C.

Os valores da contagem dos micro-organismos não apresentaram diferença significativa entre os ensaios nos dois períodos de avaliação. As variáveis em estudo não exerceram efeito na contagem dos micro-organismos

Tabela 6. Valores médios da contagem do número de células viáveis de *S. thermophilus*, *L. acidophilus* e *B. animalis* ( $\log_{10}$  UFC/g) do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina em dois períodos de avaliação (1 e 15 dias)

Ensaio	<i>S. thermophilus</i>		<i>L. acidophilus</i>		<i>B. animalis</i>	
	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias
1	8,80	8,75	6,84	6,00	7,13	6,26
2	7,60	9,34	6,49	6,30	6,60	6,07
3	9,05	8,67	6,70	6,11	6,59	6,11
4	9,30	9,20	6,99	6,30	6,94	5,70
5	8,98	8,78	6,50	6,37	6,89	6,50
6	9,25	8,90	7,25	6,56	6,62	6,07
7	8,78	9,30	6,97	6,11	7,25	6,44
8	8,96	8,92	6,44	5,85	6,75	6,11
9	9,18	8,80	6,64	6,00	6,88	6,64
10	9,34	9,08	6,93	5,94	6,94	5,85
11	9,27	8,95	6,81	6,11	6,91	6,70

Códigos: A - amido (%), G - gelatina (%), I - inulina (%)

E1-0,25A; 0,2G; 2I; E2-0,45A; 0,2G; 2I; E3-0,25A; 0,3G; 2I; E4-0,45A; 0,3G; 2I; E5-0,25A; 0,2G; 6I; E6-0,45A; 0,2G; 6I; E7-0,25A; 0,3G; 6I; E8-0,45A; 0,3G; 6I; E9-0,35A; 0,25G; 4I; E10-0,35A; 0,25G; 4I; E11-0,35A; 0,25G; 4I

Os valores mais altos na contagem no primeiro dia de elaboração dos produtos foram para a espécie *S. thermophilus* que variaram entre os experimentos de 7,6 (Ensaio 2) a 9,34  $\log_{10}$  UFC/g (Ensaio 10). Com relação às cepas probióticas, as contagens de *L. acidophilus* variaram de 6,44 (Ensaio 8) a 7,25  $\log_{10}$  UFC/g (Ensaio 6) e de *B. animalis* variaram de, 6,59 (Ensaio 3) a 7,25  $\log_{10}$  UFC/g (Ensaio 7).

Neste estudo, mesmo utilizando um fermento contendo igual quantidade de cada cepa microbiana, houve uma maior contagem das cepas de *S. thermophilus* em comparação com as cepas probióticas. Segundo Neves (2005) essa bactéria tem a função de conferir textura ao produto, podendo promover o crescimento das bactérias probióticas.

Quanto aos lactobacilos e as bifidobacterias o número de micro-organismo foi menor do que o esperado considerando a quantidade de inóculo adicionado (quatro vezes maior que a recomendação do fabricante).

Uma alta concentração de cepas selecionadas de culturas liofilizadas ou ultracongeladas de inoculação direta é recomendada por Gomes; Malcata (2002) para permitir um maior controle das qualidades sensoriais e microbiológicas.

Na contagem após 15 dias do processamento foi observado uma redução em relação ao produto recém-elaborado, exceto nos ensaios 2 e 7 de *S. thermophilus*; porém, não significativa segundo o teste T Student. A contagem de *L. acidophilus* e *B. animalis* alcançou uma redução máxima de 0,99 (Ensaio 10) e de 1,24 (Ensaio 4) ciclos logarítmicos respectivamente.

Estudando leite fermentado de cabra, Martín-Diana *et al.* (2003), também verificaram que não houve aumento na contagem de *S. thermophilus*, sendo mantida em torno de  $8 \log_{10}$  UFC/g, mas as contagens de *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* sofreram reduções para menos de  $6 \log_{10}$  UFC/g, que são valores abaixo dos achados na maioria dos ensaios deste trabalho.

A maior parte dos resultados da contagem, após 15 dias, foi acima de  $10^6$  UFC/g, o que equivale ao número mínimo necessário de micro-organismos estabelecido na legislação para leite fermentado (BRASIL, 2000). Somente os ensaios 4, 8 e 10, após 15 dias de armazenamento refrigerado, apresentaram valores inferiores a  $10^6$  UFC/g, encontrando-se abaixo do preconizado pela legislação para leite fermentado.

Com relação ao declínio na contagem de micro-organismos probióticos em leite fermentado e iogurte, no final do período de armazenado sob refrigeração, foram registrados por vários autores: redução de 2 e 3 ciclos logarítmicos na contagem de *L. acidophilus* e *B. bifidum* após 4 semanas, respectivamente (VINDEROLA; BAILO; REINHEIMER, 2000); declínio 0,52 ciclos logarítmicos na contagem do somatório das bactérias probióticas *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* sp. após 14 dias, respectivamente (BAKIRCI; KAVAZ, 2008); redução de 1 ciclo logarítmico de *L. acidophilus* durante 28 dias (OLIVEIRA *et al.*, 2002); redução de 1 a 2 ciclos logarítmicos de *B. longum* e *L. acidophilus* em leite fermentado durante 21 dias (ZACARCHENCO; MASSAGUER-ROIG, 2006). Em estudo avaliando produtos probióticos comercializados no Brasil, Barreto *et al.* (2003) encontraram contagem abaixo de  $5 \log_{10}$  UFC/g para a maioria das amostras contendo *L. acidophilus* e bifidobactérias.

Sobre a contribuição de um agente prebiótico no leite fermentado para aumentar o número de das bactérias probióticas no produto, Buriti *et al.* (2007), relatam que o metabolismo de algumas bactérias probióticas não degradam a inulina adicionada em queijo.

Neste estudo, com o emprego de 2 a 6% de inulina foi observado um declínio para a maioria dos ensaios ao final de 15 dias de armazenamento sob refrigeração. Outros estudos sinalizam que a adição de inulina não contribuiu aumentando o número das bactérias probióticas no produto. Bozanic; Rogeli; Tratnik (2001) revelam diminuição brusca na contagem de *L. acidophilus* em leite de cabra acidófilo após 21 dias. Guggisberg *et al.* (2009) observaram redução de 2 e 3 ciclos logarítmicos na contagem *B. lactis* e *L. acidophilus* em iogurte após 30 dias. Daniel (2009) observou um declínio na contagem de *L. acidophilus* e *B. animalis* subsp. *lactis* em iogurte com 2% de inulina. Akalin; Ersir *et al.* (2008) não verificaram efeito da inulina na sobrevivência de *L. acidophilus* e *B. animalis* em sorvete *light*.

Entretanto, diversas pesquisas afirmam que a inulina pode contribuir de forma positiva na sobrevivência de espécies de *Lactobacillus* (DONKOR *et al.*, 2007; ARYANA; MCGREW, 2007), e principalmente de *Bifidobacterium* no produto (BOZANIC; ROGELJ; TRATNIK, 2002; AKIN, 2005; OZER; AKIN; OZER, 2005; OLIVEIRA; JURKIEWICZ, 2009).

É consenso entre alguns pesquisadores (SAAD, 2006; ARAÚJO, 2007; DOUGLAS; SANDERS, 2008) que manter estáveis e viáveis, em níveis satisfatórios, as células probióticas, durante todo o prazo de validade do produto ainda representa um grande desafio para indústria de alimentos. Adicionalmente, Barreto *et al.* (2003) relatam que são necessárias as inovações tecnológicas como cepas mais resistentes, pré-adaptação às condições de estresse, adição de micronutrientes e agentes redutores e microencapsulação.

Os achados deste trabalho somam aqueles que não verificaram um aumento na contagem das bactérias probióticas em produtos contendo inulina após um período de armazenamento.

As formulações desenvolvidas neste trabalho podem constituir-se num produto com características funcionais, mas esse prebiótico não interferiu na contagem dos probióticos. Como este trabalho não é conclusivo há necessidade de mais pesquisas no sentido de buscar tecnologia que possa ampliar a viabilidade desses micro-organismos e conseqüentemente de sua funcionalidade.

Como a quantidade mínima viável legal para os micro-organismos probióticos deve estar na faixa de  $10^8$  a  $10^9$  UFC na porção diária do produto para o consumo (BRASIL, 2008). Então, as amostras de leite de cabra fermentado deste experimento, exceto dos ensaios 4, 8 e 10, podem ser consideradas potencialmente probióticas com vida de prateleira de 15 dias usando como porção diária 100 g do produto.

#### **4.4 Análise sensorial**

Na Tabela 7 encontram-se os valores médios dos resultados das opiniões de 35 provadores sobre as propriedades sensoriais de cada ensaio nos dois períodos de avaliação.

As propriedades aparência, cor e consistência obtiveram as notas mais altas da avaliação (6 a 8), correspondendo na escala hedônica aos termos “gostei ligeiramente” a “gostei muito”, o que pode ser considerados como uma ótima apreciação. Os valores correspondentes ao aroma foram na faixa de 5 a 7 (“não gostei/nem desgostei” a “gostei moderadamente”). As menores pontuações

foram para as propriedades sabor e avaliação global, que variaram de 4 a 6, o que significa na escala hedônica a “desgostei ligeiramente” a “gostei ligeiramente”.

De uma maneira geral as diversas combinações nos teores dos componentes dos produtos geraram formulações com diferença na aceitabilidade sensorial, sendo que as mesmas atingiram boas notas (valores superiores a cinco) nos dois períodos de avaliação.

As avaliações da cor e da consistência de algumas formulações no primeiro dia do processamento apresentaram diferença significativa; enquanto que, após 15 dias do processamento, as propriedades que apresentam diferença significativa foram aparência, cor e avaliação global.

As pontuações relativas à aceitabilidade dos atributos aparência, cor e consistência foram altas, enquanto que as notas da avaliação global, que significa a percepção do conjunto dos atributos, foram relativamente medianas (4 a 7) e semelhantes aos valores do sabor. Com isso, é possível dizer as opiniões referentes ao sabor tiveram um impacto nas notas da avaliação global.

Tabela 7. Valores médios das notas atribuídas pelos provadores para as propriedades sensoriais do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina com 1 dia e 15 dias da elaboração

Ensaio	Aparência		Cor		Consistência		Aroma		Sabor		Av. global	
	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias
1	7,31 <sup>a</sup>	7,94 <sup>a</sup>	7,43 <sup>ab</sup>	7,71 <sup>a</sup>	7,43 <sup>ab</sup>	7,09 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,71 <sup>a</sup>	5,11 <sup>a</sup>	5,54 <sup>a</sup>	5,49 <sup>a</sup>	6,51 <sup>ab</sup>
2	7,34 <sup>a</sup>	6,86 <sup>b</sup>	6,80 <sup>ab</sup>	6,57 <sup>b</sup>	6,80 <sup>ab</sup>	6,34 <sup>a</sup>	6,06 <sup>a</sup>	5,91 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,89 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	5,23 <sup>bc</sup>
3	7,40 <sup>a</sup>	7,14 <sup>ab</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	7,11 <sup>ab</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	6,46 <sup>a</sup>	5,54 <sup>a</sup>	6,20 <sup>a</sup>	5,20 <sup>a</sup>	4,94 <sup>a</sup>	4,83 <sup>a</sup>	5,31 <sup>abc</sup>
4	7,11 <sup>a</sup>	6,80 <sup>b</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	6,46 <sup>b</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	6,51 <sup>a</sup>	6,34 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>	5,31 <sup>a</sup>	5,09 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	5,71 <sup>abc</sup>
5	7,43 <sup>a</sup>	7,71 <sup>ab</sup>	7,51 <sup>ab</sup>	7,63 <sup>a</sup>	7,51 <sup>ab</sup>	6,89 <sup>a</sup>	6,57 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	5,06 <sup>a</sup>	5,63 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>	6,63 <sup>a</sup>
6	7,60 <sup>a</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	7,20 <sup>ab</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	6,71 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	6,20 <sup>a</sup>	5,31 <sup>a</sup>	5,14 <sup>a</sup>	5,40 <sup>a</sup>	5,40 <sup>abc</sup>
7	7,09 <sup>a</sup>	6,86 <sup>b</sup>	6,66 <sup>ab</sup>	6,49 <sup>b</sup>	6,66 <sup>ab</sup>	6,57 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>	6,23 <sup>a</sup>	4,80 <sup>a</sup>	5,17 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	5,69 <sup>abc</sup>
8	7,46 <sup>a</sup>	7,49 <sup>ab</sup>	7,57 <sup>a</sup>	7,83 <sup>a</sup>	7,57 <sup>a</sup>	6,94 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	5,06 <sup>a</sup>	5,29 <sup>a</sup>	5,77 <sup>a</sup>	6,26 <sup>abc</sup>
9	7,69 <sup>a</sup>	7,26 <sup>ab</sup>	7,37 <sup>ab</sup>	7,11 <sup>ab</sup>	7,37 <sup>ab</sup>	6,57 <sup>a</sup>	5,43 <sup>a</sup>	5,97 <sup>a</sup>	5,29 <sup>a</sup>	4,83 <sup>a</sup>	5,14 <sup>a</sup>	5,06 <sup>c</sup>
10	6,91 <sup>a</sup>	6,69 <sup>b</sup>	6,60 <sup>b</sup>	6,43 <sup>b</sup>	6,60 <sup>b</sup>	6,43 <sup>a</sup>	6,20 <sup>a</sup>	6,06 <sup>a</sup>	5,26 <sup>a</sup>	5,34 <sup>a</sup>	5,71 <sup>a</sup>	5,60 <sup>abc</sup>
11	7,31 <sup>a</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	6,91 <sup>ab</sup>	7,09 <sup>ab</sup>	6,91 <sup>ab</sup>	6,57 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>	5,26 <sup>a</sup>	4,89 <sup>a</sup>	5,74 <sup>a</sup>	5,34 <sup>abc</sup>

Valores de letras diferentes numa mesma coluna apresentam diferença significativa conforme o teste de Tukey

Códigos: A - amido (%), G - gelatina (%), I - inulina (%)

E1-0,25A; 0,2G; 2I; E2-0,45A; 0,2G; 2I; E3-0,25A; 0,3G; 2I; E4-0,45A; 0,3G; 2I; E5-0,25A; 0,2G; 6I; E6-0,45A; 0,2G; 6I; E7-0,25A; 0,3G; 6I; E8-0,45A; 0,3G; 6I; E9-0,35A; 0,25G; 4I; E10-0,35A; 0,25G; 4I; E11-0,35A; 0,25G; 4I

Quanto a consistência dos ensaios das amostras recém-elaboradas, o resultado da ANOVA (Anexo) mostrou que a razão entre o F calculado e F tabelado foi 1,028, sendo estatisticamente significativo a 95% de confiança.

Consistência = **6,691818** + 0,155 X1- 0,30X2 + 0,17 X3 + 0,60 X1X2 + **0,33** X1X3 + 0,155 X2X3  
(valores em negrito são os estatisticamente significativos)

Na Figura 10 se observa que a interação entre amido e gelatina apresenta um efeito positivo para a consistência sensorial e na Figura 11, gráfico que representa a interação entre amido e gelatina, que a região de maior pontuação para a aceitabilidade da consistência encontra-se dos produtos contendo os menores teores de estabilizantes/espessantes (Ensaio 1 e 5), seguido dos produtos com os mais altos teores (Ensaio 4 e 8). O atributo consistência obteve uma boa apreciação pelos consumidores, sendo que as formulações mais e menos consistentes foram melhor apreciadas. Pode-se dizer que a utilização dos teores e combinações dos estabilizantes/espessantes utilizados nesse experimento pode ter contribuído com essa característica, visto que, outros autores (MARTÍN-DIANA *et al.*, 2003; STELIOS; EMMANUEL, 2004) afirmam que iogurte caprino apresenta baixa aceitabilidade devido ao baixo teor de sólidos que gera um produto de pouca firmeza, consistência líquida e características organolépticas inferiores.

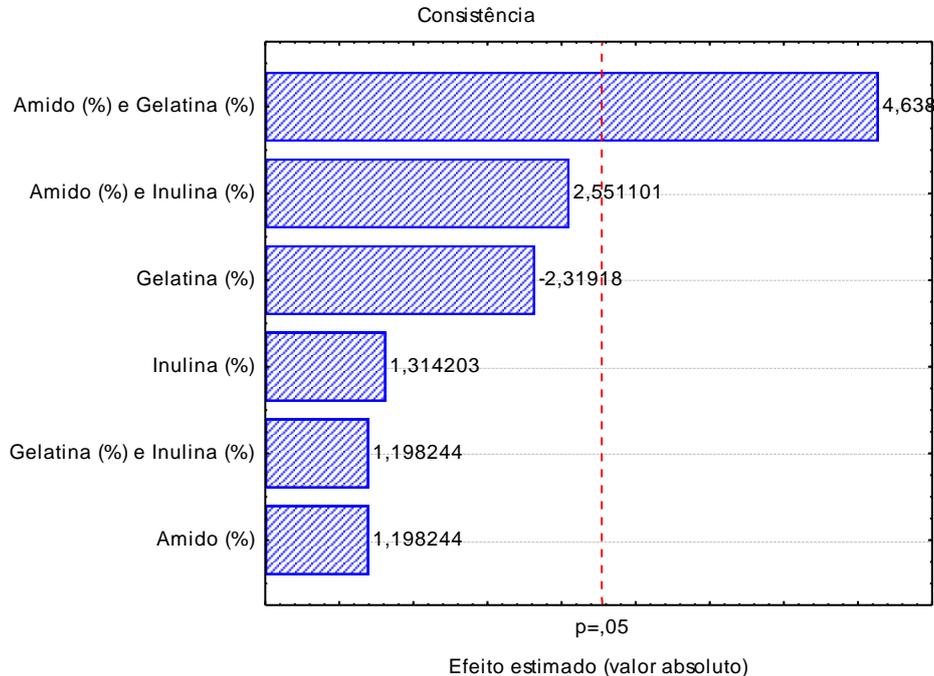


Figura 10. Diagrama de Pareto da consistência sensorial do leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina

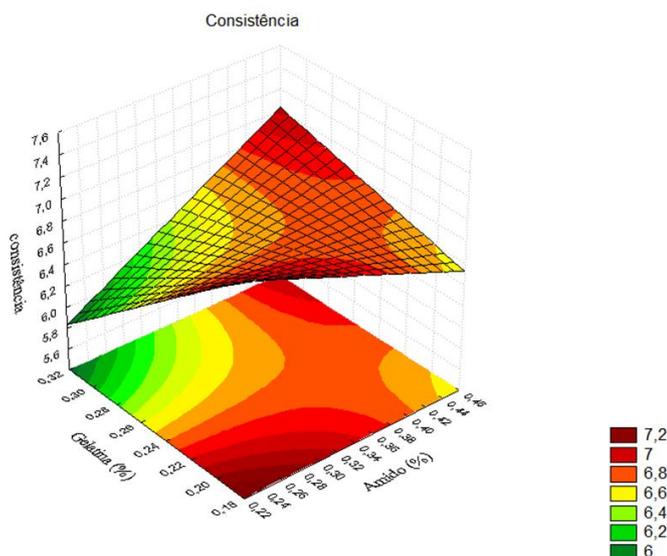


Figura 11. Superfície de resposta e curva de contorno da consistência sensorial em função da gelatina e amido do leite de cabra fermentado adicionado de amido, inulina e gelatina

A legislação permite o uso de até 1% de amido (BRASIL, 2000); mas durante os testes preliminares observou-se uma estrutura grosseira nas amostras com teores acima de 0,5%, e os degustadores alegaram falta de sabor de leite fermentado.

Os atributos sabor e aroma neste experimento não apresentaram diferença entre os ensaios nos dois períodos de avaliação. Com esses dados é possível dizer que, após 15 dias do processamento, não houve alteração sensorial perceptível do sabor e aroma das formulações.

Nesta avaliação, mesmo utilizando um produto adoçado, em razão da falta de hábito do consumidor por leite fermentado natural, a maioria das notas referentes ao sabor foi em torno de 5 (nem gostei/nem desgostei), o que constitui-se numa avaliação relativamente boa; porém, comparado aos demais atributos, reflete a menor pontuação.

Com relação a menor aceitabilidade dos atributos sabor e aroma de produtos caprinos, parece ser comum nos resultados de teste sensorial. Alguns pesquisadores (COSTA; QUEIROGA; PEREIRA, 2009) afirmam ser o sabor uma das principais propriedades observadas pelos consumidores e decisivas na seleção e aceitação dos alimentos e que um sabor caprino acentuado pode ser motivo de recusa. O sabor caprino é o principal critério para compra e consumo do leite de cabra e seus derivados (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010).

Vários são os fatores relatados na literatura que podem justificar uma menor aceitabilidade quanto ao sabor e aroma dos produtos caprinos: os atributos sensoriais de iogurtes de leite de cabra

são mais intensos que os de leite de vaca (UYSAL-PALA *et al.*, 2006); os teores de acetaldeído e diacetil são maiores (BOŽANIĆ; TRATNIK; HRUŠKAR, 2003); além da presença dos ácidos graxos caprónico, caprílico e cáprico que conferem o sabor e aroma típicos dos produtos caprinos (PARK *et al.*, 2007). Outro ponto que pode ser levado em consideração sobre os valores atribuídos ao sabor de produtos caprinos relaciona-se ao hábito de consumo dos provadores, visto que, conforme Morgan; Gaborit (2001), uma baixa aceitação parte de pessoas não habituadas ao consumo do leite e produtos caprinos. Entretanto, cabe ressaltar que as propriedades sensoriais dos leites fermentados caprino podem ser valorizadas mediante adição de elementos que favoreçam a melhores características como polpas de fruta, doces, mel; além do aumento de sólidos para conferir melhor consistência.

Como os valores do aroma e sabor das amostras deste trabalho não apresentaram diferença significativa, pode ser entendido que a presença de 2 a 6% de inulina não influenciou essas propriedades. Alguns autores também verificaram que a inulina não altera a aceitabilidade dos produtos (OLIVEIRA; JURKIEWICZ, 2009); enquanto outros obtiveram boa aceitação em iogurte com 5% de inulina (BORTOLOZO; QUADROS, 2007). Entretanto, noutros trabalhos foram observados que a inulina afeta a aceitação de iogurte (GUGGISBERG *et al.*, 2009), podendo mascarar, em parte, o sabor de iogurte de cabra (BOZANIC; ROGELJ; TRATNIK, 2002) e que amostras com 1, 2 e 3% de inulina são menos aceitas que as sem inulina (GUVEN, 2005).

Com relação a uma possível influência do amido e gelatina na aceitação do sabor, talvez, devido as quantidades adicionadas e pelo sabor neutro desses espessantes não houve diferença na aceitação do sabor no produto final.

As características de um leite fermentado resultam do efeito combinado de muitos fatores. Neste trabalho, não somente o tipo e teor dos estabilizantes/espessantes, de inulina como também dos demais componentes da formulação, incluindo os teores de açúcar e inóculo, a matéria prima e os fatores tecnológicos imprimiram as características ao produto. Com base nas notas da aceitabilidade das propriedades sensoriais as formulações estudadas neste trabalho podem ser consideradas com boa aceitabilidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível a elaboração de leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, do prebiótico inulina e dos espessantes amido e gelatina sem promover alterações nos parâmetros tecnológicos de elaboração de um leite fermentado. As formulações desenvolvidas atenderam as especificações legais para um leite fermentado de leite bovino quanto aos valores médios de proteínas, gordura e acidez.

As quantidades e combinações de amido e gelatina utilizadas neste experimento foram suficientes para promover uma retenção de umidade, reduzindo o índice de separação do soro e conferindo uma melhor consistência em leite de cabra fermentado, sendo os melhores resultados para os ensaios contendo os maiores teores de espessantes.

A maioria das formulações atingiu o número mínimo de micro-organismos necessário estabelecido na legislação para leite de cabra fermentado com potencial probiótico considerando 100 g como uma porção diária do produto, e o número de micro-organismos manteve-se estável após 15 dias de armazenamento; portanto, as condições deste experimento foram adequadas para carrear as cepas probiótica durante o tempo avaliado. As adições das bactérias probióticas e do ingrediente prebiótico inulina, poderão ampliar, ainda mais, a potencialidade do leite caprino em prover efeitos nutricionais e funcionais.

Os teores e combinações de amido, gelatina e inulina empregados nos ensaios não influíram, de forma geral, na qualidade sensorial das amostras de leite de cabra fermentado e não promoveram alteração significativa após 15 dias do processamento. As pontuações relativas às propriedades aparência, cor e consistência demonstraram boa apreciação e, as notas do aroma e sabor foram medianas (em torno de cinco), porém, esses produtos podem ser valorizados com adições de sabores.

## REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, K.; MUSTAPHA, A.; GRÜN, I. U.; FERNANDO, L. Viability of microencapsulated bifidobacteria in set yogurt during refrigerated storage. **J. Dairy Sci.**, v.83, p.1946-51, 2000.
- AKALIN, A. S.; FENDERYA, S.; AKBULUT, N. Viability and activity of bifidobacteria in yoghurt containing fructooligosaccharide during refrigerate storage. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v. 39, n. 6, p.613-21, 2004.
- AKALIN, A. S.; ERSIR, D. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. **J. Food Sci.**, v.73, n.4, p.184-8, 2008.
- AKIN, M. S. Effects of inulin and different sugar levels on viability of probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics of probiotic fermented ice-cream. **Milchwissenschaft**, v.60, n.3, p.297-301, 2005.
- ALFÉREZ, M. J. M.; LÓPEZ-ALIAGA, I; NESTARES, T.; DÍAZ-CASTRO, J; BARRIONUEVO, M.; ROS, P. B; CAMPOS, M. S. Dietary goat milk improves iron bioavailability in rats with induced ferropenic anaemia in comparison with cow milk. **Int. Dairy J.**, v.16, p.813-21, 2006.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION-REPORTS. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. **Am. J. Diet. Assoc.** Chicago, v.99, n.10, p.1278-85, 1999.
- ANDRADE, P. V. D.; SOUZA, M. R.; PENNA, C. F. A. M.; FERREIRA, J. M. Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização lenta pós-envase e ao congelamento. **Rev. Ciênc. Rural**, v.38, n.5, p.1424-30, 2008.
- ANDRIGHETTO, C.; GOMES, M. I. F. V. Produção de picolés utilizando leite acidófilo. **Braz. J. Food Technol.**, v.6, n.2, p.267-71, 2003.
- ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alim. Nutr.**, v.15, n.2, p.107-14, 2004.
- ARAÚJO, E. A. Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo cottage adicionado de *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 e de inulina. 2007. 54 f. Dissertação (Ciênc. Tec. Alimentos) – UFV, Viçosa.
- ARYANA, K. J.; MCGREW, P. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. **LWT-Food Sci. Technol.** v.40, p.1808-14, 2007.
- ATASOY, A. F.; TÜRKÖDLÜ, H. Lipolysis in Urfa cheese produced from raw and pasteurized goats' and cows' milk with mesophilic or thermophilic cultures during ripening. **Food Chemistry**, v.115, p.71-8, 2009.
- BAKIRCI, I.; KAVAZ, A. An investigation of some properties of banana yogurts made with commercial ABT-2 starter culture during storage. **Int. J. Dairy Technol.**, v.611, n.3, p.270-6, 2008.

BARRETO, G. P. M. Quantificação de *Lactobacillus acidophilus*, bifidobactérias e bactérias totais em produtos probióticos comercializados Brasil. **Braz. J. Food Technol.**, v.6, n.1, p.119-26, 2003.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2ª Ed. Campinas: Editora Unicamp, 1996, 299p.

BELTRÃO FILHO, E. M. COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDREIROS, A. N.; OLIVEIRA, C. J. B.; ROCHA, J. K. P.; SANTOS, J. G. Avaliação higiênico-sanitária do leite de cabra comercializado no estado da Paraíba, Brasil. **Rev. Bras. Saúde e Prod. Animal**, v.9, n.4, p.672-9, 2008.

BERTOLINO, C. N. CASTRO, T. G.; SARTORELLI, D. S.; FERREIRA, S. R. G. CARDOSO, M. A. Influência da gordura trans no perfil de lipídios séricos em nipo-brasileiros de Bauru, São Paulo. **Rev. Cad. Saúde Pública**, v.22, n.3, p.357-64, 2006.

BEZERRA, M. F. Caracterização físico-química, reológica e sensorial de iogurte obtido pela mistura dos leites bubalino e caprino. 2010. 116f. Dissertação (Eng. Química). UFRN.

BIEDRZYCKA, E.; BIELECKA, M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. **Trends Food Sci. Technol.**, v.15, p.170-5, 2004.

BIELECKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. **Food Res. Int.**, v.35, n.2/3, p.125-31, 2002.

BILIADERIS, C. G. The structure and interactions of starch with food. **Can. Physiol. Pharmacol.**, v.69, p.60-78, 1991.

BOMFIM, M. A. D. *et al.* Efeito da manipulação dos teores de ácidos graxos sobre o potencial funcional da gordura do leite de cabra para a nutrição e saúde humanas. In: CONG. PANAMERICANO DO LEITE, 9. Tendências e avanços do agronegócio de leite nas américas: mais leite=mais saúde. Ed. Carlos Eugênio Martins. Porto Alegre-RS, 2006 (CD).

BORTOLOZO, E. Q.; QUADROS, M. H. R. Aplicação de inulina e sucralose em iogurte. **Rev. Tec. Agroindustrial**, v.1, n.1, p.37-47, 2007.

BOTELHO, L. Isolamento e identificação de lactobacilos e bifidobacterias em alimentos probióticos disponíveis no mercado brasileiro, Campinas, 2005. Tese (Alimentos e Nutrição). UNICAMP - FEA.

BOŽANIĆ, R.; TRATNIK, L.; HRUŠKAR, M. Influence of culture activity on aroma components in yoghurts produced from goat's and cow's milk. **Acta Alimentaria**, v.32, n.2, p.151-60, 2003.

BOŽANIĆ, R.; ROGELJ, I.; TRATNIK, L. J. Fermentation and storage of probiotic yoghurt from goat's milk. **Mljekarstvo/Dairy**, v.53, p.93-111, 2002.

BOŽANIĆ, R.; ROGELJ, I.; TRATNIK, L. J. Fermented acidophilus goat's milk supplemented with inulin: comparison with cow's milk. **Milchwissenschaft**. v. 56, n.11, p.618-22, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Inst. Normativa N° 37.** Regulamento técnico de identidade e qualidade do leite cabra. DOU, 08/11/2000, DF. Seção 1, p.23

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Inst. Normativa N° 46.** Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. DOU, 23/10/2007. DF, 2007.

BRASIL. Ministério Saúde. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. IX-Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas, 2008. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm). Acesso: 7/02/2011.

BURITI, F. C. A.; CARDARELLI, H. R.; TULLIA, M. C. C.; FILISETTI, T. M. C. C.; SAAD, S. M. I. Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin and *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus thermophilus*. **Food Chemistry**. v.104, p.1605-10, 2007.

CABRÉ, E.; GASSULL, M. A. Probiotics for preventing relapse or recurrence in Crohn's disease involving the ileum: Are there reasons for failure? **Crohn's and Colitis**, v.1, p.47-52, 2007.

CÂNDIDO, L. M. N.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: diabéticos**. São Paulo: Varela, 1996. 423p

CARABIN, I. G.; FLAMM, W. G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Reg. Toxicol. Pharmacol.**, v.30, p.268-82, 1999.

CASTRO, F. P.; CUNHA, T. M.; BARRETO, P. L. M.; AMBONI, R. D. M. C.; PRUDÊNCIO, E.S. Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages. **Int. J. Dairy Technol.**, v.62, p.82-74, 2008.

CEREDA, M. P. *et al.* Polvilho azedo. In: BORZANI, W. Biotecnologia industrial. São Paulo: Edgard Blucher. Universidade de São Paulo. 2001. v.3, cap.20, p.413-60.

CHACÓN VILLALOBOS, A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. **Agronomía Mesoamericana**, v.16, n.2, p.239-52, 2005.

CHACÓN-VILLALOBOS, A.; ARAYA-QUESADA, Y. M.; GAMBOA-ACUÑA, M. E. Percepciones y hábitos de consumo de la leche de cabra y sus derivados en los costarricenses. **Agronomía Mesoamericana**, v.19, n.2, p.241-50, 2008.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; DOREAU, M. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. **Livestock Production Science**, v.70, p.31-48. 2001.

CICHOSKI, A. J.; CUNICO, C.; DI LUCCIO, M.; ZITKOSKI, J. L.; CARVALHO, R.T. Efeito da adição de probióticos sobre as características de queijo prato com reduzido teor de gordura fabricado com fibras e lactato de potássio. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v.28, n. 1, p. 214-9, 2008.

CLARK, S.; SHERBON, J.W. Alphas1-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk. **Small Ruminant Res.**, v.38, p.123-34, 2000.

COLLINS Y .F.; McSWEENEY P. L. H.; WILKINSON M. G. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. **Int. J. Dairy**, v.13, p.841-66, 2003.

CORREIA, R. T. P.; CRUZ, V. M. F. 2006. Leite de cabra e derivados. Assoc. Criadores Ovinos e Caprinos do Sertão do Cabugi. Disponível em: <http://www.acosc.org.br/acosc/index.html>. Acesso: 08/2011.

COSTA, R. G; BELTRÃO FILHO, E. M.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A.N.; OLIVEIRA, C. J. B; GUERRA, I. C. D. Características físico-químicas do leite de cabra comercializado no Estado da Paraíba, Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, p. 136-41, 2007.

COSTA, R. G.; MESQUITA, I. V. U; QUEIROGA, R. C. R. E *et al.* Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, n.4, p.694-702, 2008.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, p.307-21, 2009 (supl.)

CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; VAN DENDER, A. G. F. Packaging system and probiotic dairy foods. **Food Res.**, v.40, n.8, p.951-6, 2007.

DANIEL, A. Prebiotics in bioyoghurt production-microbiological implications. **Food Sci Technol.**, v.23, n.3, p.10-11. 2009.

DANNENBERG, F.; KESSLER, H. G. Effect of denaturation of b-lactoglobulin on texture properties of set-style nonfat yoghurt. 1. Syneresis. **Milchwissenschaft**, v.43, n.10, p.632-5, 1988.

DIPLOCK, A. T.; AGGETT, P. J.; ASHWELL, M.; BORNET, F.; FERN, E. B.; ROBERFROID, M. B. Scentific concepts of functional foods in Europe: Consensus Document. **J. Nutrition**, v.81, p.1-27, 1999.

DONKOR, O. N; NILMINI, S. L. I.; STOLIC, P.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. **Int. J. Dairy**, v.17, p.657-65, 2007.

DOUGLAS, L. C.; SANDERS, M. E. Probiotics and prebiotics in dietetics practice. **Am. J. Diet. Assoc.**, v.108, n.8, p.510-21, 2008.

DRUNKLER, D. A.; FETT, R.; LUIZ, M. T. B. Utilização de betaciclodextrina na minimização do "sabor caprino" do iogurte de leite de cabra. **Bol. CEPPA**, v.19, n.1, p.13-22, 2001.

DUBEUF, J. P. Structural, market and organizational conditions for developing goat dairy production systems. **Small Ruminant Res.**, v.60, p.67-74, 2005.

DUBEUF, J. P.; BOYAZOGLU, J. An international panorama of goat selection and breeds. **Livestock Science**, v.120, p.225-31, 2009.

- FAGAN, C. C.; O'DONNELL, C. P.; CULLEN, P. J., BRENNEN, C. S. The effect of dietary fiber inclusion on milk coagulation kinetics. **J. Food Eng.**, v.77, p.261-8, 2006.
- FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL, 2002. 116 p.
- FARNSWORTH, J. P.; LI, J.; HENDRICKS, G. M.; GUO, M. R. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. **Small Ruminant Res.**, v.65, p.113-21, 2006.
- FEKADU, B.; SORYAL, K.; ZENG, S.; VAN HEKKEN, D.; BAH, B.; VILLAQUIRAN, M. Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. **Small Ruminant Res.**, v.63, n.59, p.55-63, 2005.
- FERNANDES, M. F. QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; BOMFIM, M. A. D.; BRAGA, A. A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, p.703-10, 2008.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. Qualidade do leite e controle de mastite. 1ed. São Paulo: Lemos editorial, 2000.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Tecnologia de la producción caprina. Santiago: FAO, 1987. 242 p.
- FAO. Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Córdoba, 2001. 34p. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probioreport\_en.pdf>. Acesso: 03/10/2009.
- FAO. 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. Acesso em: 15/04/2011.
- FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. Dairy chemistry and biochemistry. London: Blackie Academic and Professional, 476p, 1998.
- FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofrutose. **British J. Nutri.**, v.87 (suppl 2), p.287-91, 2002.
- FRAZIER, C. A. Food allergies got your goat? A “nanny” may help wean grown-ups from milk. **Total Health**, v.17, p.46-7, 1995.
- FURTADO, M. M. **Fabricação de queijo de leite de cabra**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 126 p.
- GALANTE, R. M. Extração de inulina do alho (*Allium sativum* var. *chonam*) e simulação dos processos em batelada e em leite fixo. 2008. 96f. Dissertação (Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- GALLARDO-ESCAMILLA, F.J.; KELLY, A. L.; DELAHUNTY, C.M. Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. **Int. J. Dairy**, v.17, p.308-15, 2007.

GARDINI, F., LANCIOTTI, R., GUERZONI, M.E., TORRIANI, S. Evaluation of aroma production and survival of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *L.acidophilus* in fermented milks. **Int. J. Dairy**, v.9, n.2, p.125-34, 1999.

GELITA. Gelatina em aplicações lácteas. Disponível em:<[www.gelita.com/sites/default/files/gelatina\\_em\\_aplicacoes\\_lacteas.pdf](http://www.gelita.com/sites/default/files/gelatina_em_aplicacoes_lacteas.pdf) . Acesso: 05/06/2011.

GIBSON, G. R.; FULLER, R. Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. **J. Nutr.** 130(2S Suppl):391S-5S. 2000.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **J. Nutr.**, v. 125, p.1401-12, 1995.

GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. Agentes probióticos em alimentos: aspectos fisiológicos e terapêuticos e aplicações tecnológicas. **Biotec. Alimentar: Boletim Tec.**, v.101, p.12-22. 2002.

GOMES, A. M. P., MALCATA, F. X. Development of a probiotic cheese manufactured from goat milk: response surface analysis via technological manipulation. **J. Dairy Sci.**, v.81, p.1492-1507, 1998.

GONZALEZ, N. J; ADHIKARI, K.; SANCHO-MADRIZ, M. F. Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. **LWT-Food Sci Technol.** v.44, n.1, p.158-63, 2011.

GUARNER, F.; MALAGELADA, J. R. Gut flora in health and disease. **Lancet**, v.360, p.512-8, 2003.

GUGGISBERG, D.; CUTHBERT-STEVEN, J.; PICCINALI, P.; BÜTIKOFER, U.; EBERHARD, P. Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. **Int. J. Dairy**, v.19, n.2, p.107-15, 2009.

GUGLIELMOTTI, D.; MARCÓ, M. B.; VINDEROLA, C.; GAVILÁN, C. R.; REINHEIMER, J.; QUIBERONI, A. Spontaneous *Lactobacillus delbrueckii* phage-resistant mutants with acquired bile tolerance. **J. Microbiological**, p.1-7, 2007.

GUO, M. R. Goat milk. In Encyclopedia of Food Science and Nutrition, p.2944-49.

GUVEN, M.; YASAR, K.; KARACA, O. B.; HAYALOGLU, A. A. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. **Int. J. Dairy Technol.**, v.58, n.3, p.180-4, 2005.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Res.**, v.51, n.2, p.155-63, 2004.

HAENLEIN, G. F. W. Lipids and proteins in milk, particularly goat milk. 2002. Disponível em: <<http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-08.htm>>. Acesso em: 28.10.2002.

- HAULY, M. C. O; MOSCATTO, J. A. Inulina e oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciênc. Exatas Technol.**, v.23, n.1, p. 105-18, 2002.
- HAULY, M. C. O; FUCHS, R. H. B; BORSATO, D.; BONA, E. “Iogurte” de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.1, p.175-81, 2005.
- HEKMAT, S.; REID, G. Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. **Nutr. Res. Rev.**, v.26, n.4, p.163-6, 2006.
- HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, H.; MIER, M. L.; CRUZ, M. T. Modification of sweet whey for the growth of bifidobacterium bifidum. **J. Dairy Sci.** v.87, S1:385, 2004.
- HOLZAPFEL, W. H.; SCHINLLINGER, V. Introduction to pre-and probiotics. **Food Res. Int.**, v.35, p.109-16, 2002.
- IKEDA, A. A.; MORAES, A.; MESQUISTA, G. **P&D Eng. Prod.**, v.8, n.2, p.40-56. Disponível em: [www.revista-ped.unifei.edu.br](http://www.revista-ped.unifei.edu.br). Acesso: 08/07/2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas de Instituto Adolfo Lutz**. 4. ed. São Paulo, v.1, 2005. p.1018
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Detection and enumeration of Lactobacillus acidophilus. Bulletin of the IDF, n.306, p.23-33, 1999.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Yogurt: enumeration of characteristic microorganisms. IDF/ISO Standard, 1997. 5p.
- ISOLAURI, E.; SÜTAS, Y.; KANKAANPAA, P.; ARVILOMMI, H.; SALMINEN, S. Probiotics: effects on immunity. **J. Clin. Nutr.** v.73 (2 Suppl). p.444S-450S.
- JANER, C.; PELÁEZ, C.; REQUENA, T. Caseinomacropeptide and whey protein concentrate enhance Bifidobacterium lactis growth in milk. **Food Chem.** v.86, p.263-7. 2004.
- JAROS, D.; ROHM, H.; HAQUE, A.; BONAPARTE, C.; KNEIFEL, W. Influence of the starter culture on the relationship between dry matter content and physical properties of set-style yogurt. **Milchwissenschaft**, v.57, n.6, p.325-8, 2002.
- JELLEN, P.; LUTZ, S. Functional milk and dairy products. In: MAZZA, G., ed. Functional foods: biochemical and processing aspects. Lancaster: Technomic Publishing, p.357-81, 1998.
- JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968-79. **J. Dairy Sci.**, v.63, n.10, p.1605-30, 1980.
- KAILASAPATHY, K. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. **LWT—Food Sci. Technol.**, v.39, p.1221-2, 2005.

KAUR, N.; GUPTA, A. K. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **J. Biosci.**, v.27, p.703-14, 2002.

KHAN, Z. I.; ASHRAF, M.; HUSSAIN, A.; MCDOWELL, L. R.; ASHRAF, M. Y. Concentrations of minerals in milk of sheep and goats grazing similar pastures in a semiarid region of Pakistan. **Small Ruminant Res.**, v. 65, p.274-8, 2006.

KIP, P.; MEYER, D.; JELLEMA, R. H. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. **Int. J. Dairy**, v.16, p.1098-103, 2006.

KLAENHAMMER, T. R.; KULLEN, M. J. Selection and design of probiotics. **Int. J. Food Microbiol.**, v.50, p.45-57, 1999.

KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. **Food Hydrocolloids**, v.18, p.593-600, 2004.

KONGO, J. M.; GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. Manufacturing of fermented goat milk with a mixed starter culture of *Bifidobacterium animalis* and *Lactobacillus acidophilus* in a controlled bioreactor. **Letters Applied Microb.**, v.42, p.595-9, 2006.

LAGUNA, L. E. O leite de cabra como alimento funcional. 2003. Disponível em: <[http://www.capritec.com.br/artigos\\_embrapa030609a.htm](http://www.capritec.com.br/artigos_embrapa030609a.htm)>. Acesso em: 01.06.2011.

LAPASIN, R.; PRICL, S. **Rheology of industrial polysaccharides** – theory and applications. Gaithersburg: Aspen Publishers. 1999. 620p

LE JAOUEN, J. C. Milking and the technology of milk and milk products. In: GALL, C. (Ed.). Goat production. London: Academic Press, 1981. p.345-77.

LEE, K. Y.; HEO, T. R. Survival of *Bifidobacterium longum* immobilized in calcium alginate beads in simulated gastric juices and bile salt solution. **Appl. Environm. Microbiol.** v.66, n.2, p. 869-73, 2000.

LEE, K. Y.; SALMINEN, S. The coming age of probiotics. **Trends Food Sci. Technol.**, v.6, p.241-5, 1995.

LEE, K.W.; LEE, H. J.; CHO, H. Y.; KIM, Y. J. Role of the conjugates linoleic acid in the prevention of cancer. **Food Sci. Nutr.**, v.45, n.2, p.135-44, 2005.

LEITE, J. T. C.; PARK, K. J.; RAMALHO, J. R. P.; FURLAN, D. M. Caracterização reológica das diferentes fases de extrato de inulina de raízes de chicória, obtidas por abaixamento de temperatura. **Eng. Agric.**, v.24, n.1, p.202-10, 2004.

LEROY, F.; De VUYST, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. **Trends in Food Sci. Technol.**, v.15, n.2, p.67-78, 2004.

LIMA, S. C. G.; GIGANTE, M. L.; ALMEIDA, T. C. A. Efeito da adição de diferentes tipos e concentrações de sólidos nas características sensoriais de iogurte tipo firme. **Rev. Bras. Prod. Agroind.**, v.8, n.1, p.75-84, 2006.

LIONG, M. T.; SHAH, N. P. Optimization of cholesterol removal, growth and fermentation patterns of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4962 in the presence of manitol, fructo-oligosaccharide and inulin: a response surface methodology approach. **J. Applied Microbiology.**, Oxford, v.98, n.5, p.1115-26, 2005.

LUCEY, J. A. Formation and physical properties of milk protein gels. **J. Dairy Sci.**, v.85, n.2, p.281-94, 2002.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food. Res. Int.** v.30, n.7, p. 529-42, 1998.

LUIZ, M. T. B. *et al.* Leite de cabra: hipoalergenicidade, composição química e aspectos nutricionais. **Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes**, v.54, n.306, p.23-31, 1999.

MAHDIAN, E.; TEHRANI, M. M. Evaluation the effect of milk total solids on the relationship between growth and activity of starter cultures and quality of concentrated yoghurt. **J. Agricultural & Environmental Sci.**, v.2, n.5, p.587-92, 2007.

MALI, S.; FERRERO, C.; REDIGONDA, V.; BALEIA, A. P.; GROSSMANN M. V. E.; ZARITZKY N. E. Influence of pH and hydrocolloids addition on yam (*Dioscorea alata*) starch pastes stability. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.* v.36, p. 475-81, 2003.

MARTÍN-DIANA, A. B. JANER, C.; PELÁEZ, C.; REQUENA, T. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. **Int. Dairy J.**, v.13, p.827-33, 2003.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C.; FRÍAS, J.; GÓMEZ, R.; VIDAL-VALVERDE, C. Raffinose family oligosaccharides from lupin seeds as prebiotics. Application in dairy products. **J. Food Protection**, v.68, p.1246-52, 2005.

MARTINS, E. C. MARTINS, E. C.; WANDER, A. E.; CHAPAVAL, L.; BOMFIM, M. A. D. O mercado e as potencialidades do leite de cabra na cidade de Sobral: a visão do consumidor. In: CONG. BRAS. SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 7., 2007. Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social: Anais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 15f. 1 CD-ROM.

MATER, D. D. G.; BRETIGNY, L.; FIRMESSE, O.; FLORES, M-J.; MOGENET, A. BRESSON, J-L.; CORTHIER, G. *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* survive gastrointestinal transit of healthy volunteers consuming yogurt. **Fems Microbiology Letters**, v. 250, n. 2, p.185-87, 2005.

MATTILA-SANDHOLM, T.; MYLLÄRINEN, P.; CRITTENDEN, R.; MOGENSEN, G.; FONDÉN, R.; SAARELA, M. Technological challenges for future probiotic foods. **Int. Dairy J.**, v.12, p.173-82, 2002.

MCCULLOUGH F. S. W. Nutritional interest of goat's milk – Present information and future prospects. In: International Symposium the future of the sheep and goat dairy sectors. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2004.

MEDEIROS, A. C. L.; MEDEIROS, K. C. B.; MEDEIROS, M. F.; CORREIA, R. T. P. Avaliação comparativa do efeito do tratamento térmico e temperatura de incubação sobre o perfil de acidificação dos leites bovino, bubalino e caprino. **Rev. Prod. Agroindustriais**, v.12, n.2, p.105-14, 2010.

MICHAELIDOU, A. M. Factors influencing nutritional and health profile of milk and milk products. **Small Ruminant Res.** v.79, p.42-50, 2008.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Ed.UFV, 2006. 225p.

MOHAMMAD, A. Influence of different types of milk and stabilizers on sensory evaluation and whey separation of yoghurt. **J. Sci. Industrial Res.**, v.47, n.5, p. 398–402, 2004

MONTAN, M. As fibras invisíveis. **Aditivos & Ingredientes**. n 19, p.28-9, 2003.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Rev. Eletr. Farmácia**, v.3, n.2, p.109-22, 2006.

MORAL, A. M.; MORENO-ALIAGA, M. J.; HERNÁNDEZ, A. M. Efecto de los prebióticos sobre el metabolismo lipídico. **Nutr. Hosp.**, v.18, n.4, p.181-8, 2003.

MORGAN, F., GABORIT, P. The typical flavour of goat milk products: technological aspects. **Int. J. Dairy Technol.**, v.54, n.1, p.38-40, 2001.

MORAND-FEHR, P.; FEDELE, V.; DECANDIA, M.; LE FRILEUX, Y., Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. **Small Ruminant Res.** v.68, p.20-34, 2007.

NEVES, L. S. Fermentado probiótico de suco de maçã. 2005. 60f. Tese (Processos Biotecnológicos Agroindustriais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NOONAN, W. P.; NOONAN, C. Legal requirements for “functional foods” claims. **Toxicology Letters**, v.150, p.19-24, 2004.

O'BREIN C. M.; MUELLER, A.; SCANNELL, A. G. M. and Arendt, E. K. Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. **J. Food Eng.**, v.56, p.265-7. 2003.

OHR, L. M. Improving the gut feeling. **Food Technology**, Chigaco, IL, v.56, n.10, p. 67-70, 2002.

OLALLA, M.; RUIZ-LÓPEZ, M. D.; NAVARRO, M.; ARTACHO, R.; CABRERA, C.; GIMÉNEZ, R.; RODRIGUEZ, C.; MINGORANCE, R. Nitrogen fractions of Andalusian goat milk compared to similar types of commercial milk. **Food Chemistry**, v.113, p.835-8, 2009.

OLIVEIRA, L. B.; JURKIEWICZ, C. H. Influência de inulina e goma acácia na viabilidade de bactérias probióticas em leite fermentado simbiótico. **Braz. J. Food Technol.**, v.12, n.2, p.138-44, 2009.

OLIVEIRA, M. N.; SIVIERI, K.; ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Rev. Bras. Ciênc. Farmac.** v.38, n.1, p.1-21, 2002.

OLIVEIRA, M. N.; SODINI, I.; REMEUF, F.; TISSIER, J. P.; CORRIEU, G. Manufacture of fermented lactic beverages containing probiotic cultures. **J. Food Sci.**, v.67, n.6, p.2336-41, 2002.

OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu. 2009. 384p.

ORDÓNEZ, J. A. **Tecnología de alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2005.

ÖZER, B. Destructive effects of classical viscosimeters on the microstructure of yoghurt gel. **J. Agriculture and Forestry**, v. 28, p.19-23, 2004.

ÖZER, D.; AKIN, S.; ÖZER, B. Effect of inulin and lactulose on survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in Acidophilus-Bifidus Yoghurt. **Food Sci. Technol. Int.** v.11, n.1, p.19-26, 2005.

PANDYA, A. J.; GHODKE K. M. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Res.** v.68, p.193-206, 2007.

PARK, Y.; HAENLEIN, G. Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy. In: Handbook of milk of nonbovine mammals. Blackwell Publishing, USA, p.121-35, 2006.

PARK, Y.W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Res.** v.68, p.88-113, 2007.

PARVEZ, K.A.; MALIK, S.; KANG S.AH; KIM, H.-Y. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. **J. Appl. Bacteriol.**, v.100, p.1171-85, 2006.

PARODI, P.W. Anti-cancer agents in milk fat. **J. Dairy Technol.**, v.58, p.114-8, 2003.

PIMENTEL, C.V.B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. Varela: São Paulo, 2005. 95p.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alim. Nutr.**, v.15, n.2, p.175-86, 2004.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A. M.; OKSMAN-CALDENTY, K. M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANHOLM, T.; POUTANEN, K. Development of functional ingredients for gut health. **Trends Food Sci. Technol.**, v.13, p.3-11, 2002.

QUEIROGA, R. C. R. E.; COSTA, R. G.; BISCONTINI, T. M. B.; MEDEIROS, A. N.; MADRUGA, M. S.; SCHULER, A. R. P. Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen. **Rev. Zootec.** v.36, n.2, p.430-7, 2007.

QUINTEROS, E. T. T. Produção com tratamento enzimático e avaliação de suco de yacon. Campinas, 2000. Tese (Ciência e Tecnologia de Alimentos). UNICAMP – FEA.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; GABORIT, P., LAURET, A. The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. **Small Ruminant Res.** v.60, n.1/2, p.167-77, 2005.

RESENDE, K.T.; TOSETTO, E. M. Avaliação de estratégias de manejo em criatórios de caprinos leiteiros. In: ENC. NAC. PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. Anais... Botucatu: UNESP/ FMVZ, p184-98.

RIBEIRO, E. L. A.; RIBEIRO, H. J. S. S. Uso nutricional e terapêutico do leite de cabra. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 22, n.2, p. 229-35, 2001.

RIBEIRO, S. D. A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.

RIBEIRO, A. C., RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Res.**, v. 89, p.225-33, 2010.

ROBERFROID, M. B. Concepts in functional foods: the case of inulin and oligofructose. **Nutr.**, Bethesda, v.129, suppl.7, p.1398S-1401S, 1999.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v.34, Suppl. 2, p.105-10, 2002.

ROBERFROID, M. B. Prebiotics: the concept revisited. **J. Nutr.**, Bethesda, v.137, p.830S-837S, 2007.

RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos Funcionales y Nutrición óptima. **Rev. Espanha de Salud Pública**, v.77, n.3, p.317-31, 2003.

RODRIGUEZ, V. A.; CRAVERO, B. F.; ALONSO, A. Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(Supl.), p.109-15, 2008.

RODRIGUEZ-ALCALA L.M.; HARTE F.; FONTECHA J. Fatty acid profile and CLA isomers content of cow, ewe and goat milks processed by high pressure homogenization. **Innovative Food Sci. Emerging Technol.**, v.10, p.32-6, 2009.

ROJAS-CASTRO, W.; CHACÓN-VILLALOBOS, A.; PINEDA-CASTRO, M. L. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. **Agronomía Mesoamericana**, v.18, n.2, p.221-37, 2007.

ROY, D. Technological aspects related to the use of bifidobacteria in dairy products. **Le Lait**, v. 85, n. ½, p. 39-56, 2005.

RUTHERFURD, S. M.; MOUGHAN, P. J.; LOWRY, D.; PROSSER, C. G. Amino acid composition determined using multiple hydrolysis times for three goat milk formulations. **Int. J. Food Sci. Nutr.** v.59, p.679-90, 2008.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, v.42, n.1, p.1-16, 2006.

SAARELA, M.; MOGENSEN, G.; FONDE, R.; MALTTO, J.; MATTILA-SANDHOLM, T. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. **J. Biotechnology**, v.84, p.197-215, 2000.

SAMONA, A.; ROBINSON, R. K.; MARAKIS, S. Acid production by bifidobacteria and yoghurt bacteria during fermentation and storage of milk. **Food Microbiology**, v.13, p.275-80, 1996.

SANDERS, M. E.; KLAENHAMMER, T. R. Invited review: the scientific basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM functionality as a probiotic. **J. Dairy Sci.**, v.84, p.319-31, 2001.

SANDERS, M. E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **Int. J. Dairy**, v.8, p.341-7, 1998.

SANDERS, M. E. Probiotics: considerations for human health. **Nutr. Rev.**, v.61, n.3, p.91-9, 2003.

SANTILLO, A.; KELLY, A. L.; PALERMO, C.; SEVI, A.; ALBENZIO, M. Role of indigenous enzymes in proteolysis of casein in caprine milk. **Int. J. Dairy**, v.19, p.655-60, 2009.

SANTOS, L. C.; CANÇADO, I. A. C. Probióticos e prebióticos: vale a pena incluí-los em nossa alimentação! **Rev. Digital FAPAM**, Pará de Minas, n.1, 2009.

SANTOS, M. S.; SANTOS, M. S; FERREIRA, C. L. L. F; GOMES, P. C.; SANTOS, J. L.; POZZA, P. C.; TESHIMA, E. Influência do fornecimento de probiótico à base de *Lactobacillus sp.* sobre a microbiota intestinal de leitões. **Ciência. Agrotec.**, v.27, n.6, p.1395-1400, 2003.

SANZ, Y. Ecological and functional implications of the acid adaptation ability of *Bifidobacterium*: a way of selecting improved probiotic strains. **Int. J. Dairy**, v.17, n.11, p.1284-9, 2007.

SANZ SAMPELAYO, M. R.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, P. H. *et al.* Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Res.**, v.68, p.42-63, 2007.

SAXELIN, M.; GRENOV, B.; SVENSSON, U.; FONDÉN, R.; RENIERO, R.; MATTILA-SANDHOLM, T. The technology of probiotics. **Food Sci. Technol.**, v.10, n.12, p.387-92, 1999.

SHAH, N. P. Functional cultures and health benefits. **Int. J. Dairy**, v.17, p.1262-77, 2007.

SHAH, N. P. Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. **J. Dairy Sci.**, v.83, n.4, p.894-907, 2000.

SILANIKOVE, N.; G. LEITNER, G.; MERIN, U.; PROSSER, C. G. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Res.**, v.89, p.110-24, 2010.

SILVA, G. O.; TAKIZAWA, F. F.; PEDROSO, R. A.; FRANCO, C. M. L.; LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; DEMIATE, I. M. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciênc. Tecnol. Alimentos**, v.26, n.1, p.188-97, 2006.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed. SP: Varela, 2007. 536p.

SLAČANAC, V.; BOŽANIĆ, R.; HARDI, J.; SZABÓ, J. R.; LUČAN, M.; KRSTANOVIĆ, V. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. **Int. J. Dairy Technol.**, v.23, p.1-19, 2010.

SOUKOULIS, C.; LEBESI, D.; TZIA, C. Enrichment of ice cream with dietary fibre: effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. **Food Chemistry**, v.115, p.665-71, 2009.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Bol. SBCTA**, v.37, n.2, p.127-35, 2003.

STANTON, C.; DESMOND, C.; COAKLEY, M.; COLLINS, J.K.; FITZGERALD, G.; ROSS, R.P. Challenges facing development of probiotic-containing functional foods. In: FARNWORTH, E.R., ed. Handbook of fermented functional foods. Boca Raton: CRC Press, 2003. p.27-58.

STELIOS, K.; EMMANUEL, A. Characteristics of set-type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixtures of the two. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v.39, n.3, p.319-24, 2004.

STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, T. T.; GOMES, R. C. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Rev. Bras. Ciênc. Farm.**, v.43, n.2, p.181-94, 2007a.

STRINGHETA, P. C.; VILELA, M. A. P.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEN, T. G. Alimentos "Funcionais" – Conceitos, contextualização e regulamentação. Juiz de Fora: Templo, 2007b.

TAIPINA, M. S.; FONTS, M. A. S.; COHEN, V. H. Alimentos funcionais – nutracêuticos. **Rev. Hig. Alimentar**, v.16, n.100, p.28-9, 2002.

TAMIME, A. Y., ROBINSON, R. K. **Yogur, ciencia y tecnologia**. Zaragoza: Acribia, 1991, p.368

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciênc. Tecnol. Alimentos**, v.26, n.3, p.589-95, 2006.

TONELI, J. T. C. L.; MURR, F. E. X.; MARTINELLI, P.; FABBRO, I. M. D.; PARK, K. J. Optimization of a physical concentration process for inulin. **J. Food Eng.**, v 80, p.832-8. 2005.

UYSAL, H.; KILIC, S.; KAVAS, G.; AKBULUT, N.; KESENKAS, H. Some properties of set yoghurt made from caprine milk and bovine–caprine milk mixtures fortified by ultrafiltration or the addition of skim milk powder. **Int. J. Dairy Technol.**, v.56, n.3, p.177-81, 2003.

UYSAL-PALA, C.; KARAGUL-YUCEER, Y.; PALA, A.; SAVAS, T. Sensory properties of drinkable yogurt made from milk of different goat breeds. **J.Sensory Studies**, v.21. p.520-33, 2006.

VAN LOO, J.; CUMMINGS, J.; DELZENNE, N.; ENGLYST, H.; FRANCK, A.; HOPKINS, M.; KOK, N.; MACFARLANE, G.; NEWTON, D.; QUIGLEY, M.; ROBERFROID, M.; VLIET, T.; HEUVEL, E. Functional food properties of non-digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO profest. **British J. Nutr.**, v.81, p.121-32, 1999.

VEGA Y LEÓN, S.; TOLENTINO, R. G.; GONZÁLEZ, G. D.; LÓPEZ, M. G; AYALA, A. R.; C. MORALES, J. H. S.; HERRERA, M. C.; CABRERA, C. G. Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. **Rev. Carnilac Industrial**. 2005. Disponible en: <<http://www.alfaeditores.com/canilac.htm>>. Acesso em: 16.10.2010.

VIDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. **Int. J. Dairy**, v.9, 497-505, 1999.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, *bifidobacteria* and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **Int. J. Dairy**, v.10, p. 271-5, 2000.

VINDEROLA, C. G.; PROSELLO, W.; Ghiberto, D.; REINHEIMER, J. A. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and non probiotic microflora in Argentinian fresco cheese. **Dairy Sci.**, v.83, n.9, p.1905-11, 2000.

VINDEROLA, C. G.; BAILO, N.; REINHEIMER, J. A. Survival of probiotic in Argentina yogurts during refrigerate storage. **Food Res. Int.**, v.33, p.97-102, 2000.

VILLEGAS, B.; TÁRREGA, A.; CARBONELL, I.; COSTELL, E. Optimising acceptability of new prebiotic low-fat milk beverages. **Food Quality Preference**, v.21, p.234-42, 2010.

ZACARCHENCO, P. B.; MASSAGUER-ROIG, S. Properties of *Streptococcus thermophilus* fermented milk containing variable concentrations of *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus acidophilus*. **Braz. J. Microbiology**, v.37, p.338-44, 2006.

ZULETA, A., SAMBUCETTI, E. Inulin determination for food labeling. **Agric. Food Chem.**, v.49, n.10, p.4570-2, 2001.

## ANEXO

## ANOVA para Umidade

	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>Teste F</b>
Regressão	15,031200	6	2,5052	36,2023121
Resíduo	0,2768	4	0,0692	
Falta de ajuste	0,18320	2		
Erro puro	0,0936	2		
Total	15,308	10		
R <sup>2</sup>	98,192			
F <sub>tabelado 0,95, 6, 4</sub>				6,16

F<sub>calc</sub>/F<sub>tab</sub> = 5,876

## ANOVA para Carboidratos

	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>Teste F</b>
Regressão	17,568475	6	2,928079	9,43976
Resíduo	1,24074	4	0,310186	
Falta de ajuste	0,95068	2		
Erro puro	0,29007	2		
Total	18,80922	10		
R <sup>2</sup>	93,404			
F <sub>tabelado 0,95, 6, 4</sub>				6,16

F<sub>calc</sub>/F<sub>tab</sub> = 1,532428

## ANOVA para Acidez

	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>Teste F</b>
Regressão	0,003100	6	0,00051667	6,88888889
Resíduo	0,0003	4	0,000075	
Falta de ajuste	0,00023	2		
Erro puro	0,000067	2		
Total	0,0034	10		
R <sup>2</sup>	91,176			
F <sub>tabelado 0,95, 6, 4</sub>				6,16

F<sub>calc</sub>/F<sub>tab</sub> = 1,1183

## ANOVA para pH

	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>Teste F</b>
Regressão	0,076550	6	0,01275833	17,7940493
Resíduo	0,002868	4	0,000717	
Falta de ajuste	0,00080	2		
Erro puro	0,002067	2		
Total	0,079418	10		
R <sup>2</sup>	96,389			
F <sub>tabelado 0,95, 6, 4</sub>				6,16

F<sub>calc</sub>/F<sub>tab</sub> = 2,888

## ANOVA para susceptibilidade á sinérese

	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>Teste F</b>
Regressão	164,789400	6	27,4649	9,90198924
Resíduo	11,0947	4	2,773675	
Falta de ajuste	10,06690	2		
Erro puro	1,0278	2		
Total	175,8841	10		
R <sup>2</sup>	93,692			
F <sub>tabelado 0,95, 6, 4</sub>				6,16

$$F_{\text{calc}}/F_{\text{tab}} = 1,607465785$$

## ANOVA da Consistência – 0 dia

	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>Teste F</b>
Regressão	1,271700	6	0,21195	6,3333107
Resíduo	0,133864	4	0,03346591	
Falta de ajuste	0,13060	2		
Erro puro	0,003267	2		
Total	1,405564	10		
R <sup>2</sup>	90,476			
F <sub>tabelado 0,95, 6, 4</sub>				6,16

$$F_{\text{calc}}/F_{\text{tab}} = 1,028134853$$