

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

JESSICA LIMA DE MORAIS

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE CAPRINO COM
POTENCIAL PROBIÓTICO: CARACTERÍSTICAS
TECNOLÓGICAS E AVALIAÇÃO DO EFEITO PROTETOR
DA MATRIZ ALIMENTAR**

JOÃO PESSOA – PB

2017

JESSICA LIMA DE MORAIS

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE CAPRINO COM
POTENCIAL PROBIÓTICO: CARACTERÍSTICAS
TECNOLÓGICAS E AVALIAÇÃO DO EFEITO PROTETOR
DA MATRIZ ALIMENTAR**

Dissertação 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 Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira
Co-orientadora: Profa. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga

JOÃO PESSOA – PB

2017

M827d Morais, Jessica Lima de.
Desenvolvimento de iogurte caprino com potencial
probiótico: características tecnológicas e avaliação do efeito
protetor da matriz alimentar / Jessica Lima de Morais. - João
Pessoa, 2017.

105 f. : il. -

Orientadora: Maria Elieidy Gomes de Oliveira.

Coorientadora: Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT

1. Leite de cabra. 2. Alimentos funcionais. 3. Mel de
abelha. 4. Viscosidade. I. Título.

UFPB/BC

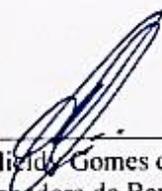
CDU: 613.287.6(043)

JESSICA LIMA DE MORAIS

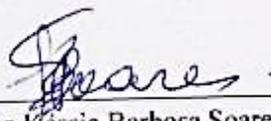
**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE CAPRINO COM POTENCIAL
PROBIÓTICO: CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E AVALIAÇÃO DO
EFEITO PROTETOR DA MATRIZ ALIMENTAR**

Dissertação Aprovada em 24/03/2017

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Maria Elídia Gomes de Oliveira - UAS/CES/UFCG
Coordenadora da Banca Examinadora
Orientadora



Prof. Dra. Juliana Késsia Barbosa Soares – UAS/CES/UFCG
Examinador Interno

Prof. Dra. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo UAEA/CTRN/UFCG
Examinador Externo

A meu Pai, Irineu Pereira de Moraes; a minha Mãe, Odísia Ferreira Lima de Moraes e ao meu irmão, Irineu Júnior, que são a motivação do meu viver.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor, meu Deus, minha gratidão por ter guiado meus passos, por ser minha fonte inesgotável de força, de esperança e de paz.

Aos meus pais por todo amor e dedicação, por estarem sempre me apoiando e impulsionando a continuar e nunca desistir mediante as tantas dificuldades que surgiram. Por terem sido, por tantas vezes, o meu consolo, o meu amparo diante dos espinhos que apareceram, por terem doado tanto das suas vidas pela minha. Não sei o que eu seria sem vocês. Minha eterna gratidão, não terei nunca como retribuir a altura.

Ao meu irmão, Irineu Júnior, de coração único e integro tão cheio de bondade e de amor. Como é grande o meu amor por você, como é grande a minha gratidão por tantos momentos que compartilhamos juntos, por estar sempre de mão dada comigo mediante qualquer situação, por tantas lágrimas que você enxugou do meu rosto, e por tanta força e ânimo que você me transmitiu; és sinônimo de Deus na minha vida, amo-te para sempre.

Aos meus avós, Expedita Moraes e Antônio Francisco de Moraes, pelo calor acolhedor, apoio e amor incondicional.

A minha avó Edite, por todas as orações, pelos abraços acolhedores e reconfortantes, pela tamanha ternura com que me transmite tanto amor e carinho. Amo você minha “Mãe Dite”.

A toda minha família, aos meus tios, tias e primos pelo amor a mim demonstrado e transmitido sempre. Saber que teremos sempre um abraço acolhedor em todos os momentos nos torna mais seguros e firmes e nos reaviva a certeza de que a vida é bela e que Deus nos prova a cada instante que o amor existe e está em todos os corações. Em especial agradeço ao meu tio, Itamar Moraes, e sua esposa que considero como tia com tanto amor, Damiana Moraes, por serem meu regaço acolhedor e minha segunda casa quando estou em João Pessoa e por estarem sempre dispostos para me ajudar e acompanhar sempre que preciso; minha eterna gratidão e amor. Obrigada, família, amo vocês!

A minha querida turma de mestrado, “a mais querida do PPGCTA/UFPB”, Rodrigo, Carine, Ana, Kelyana, Mallana, Leanderson, Fabíola, Dalyane e Mikaelle, nunca me esquecerei de vocês e dos momentos que partilhamos juntos, agradeço em especial a amiga Mikaelle Albuquerque, que foi minha companheira no decorrer das aulas das disciplinas do mestrado, obrigada por ter sido minha força, amparo e ombro amigo em tantos momentos de superação.

As minhas meninas do CES/UFMG, que tanto me ajudaram, Sabrina, Aline e Ana Cristina, por terem se disponibilizado em me ajudar todas as vezes que precisei, com tanta dedicação e esmero, mesmo diante dos compromissos acadêmicos de cada uma, vocês foram sem dúvidas essenciais, nunca esquecerei do carinho, afeto e companheirismo de vocês.

À querida professora, amiga, conselheira e orientadora, Maria Elieidy, de coração tão grande e doce como ainda não conheci outro igual, és sem dúvida agraciada por Deus e enviada por Ele para ser luz e presença viva dele na vida de muitos, nunca terei palavras nem gestos suficientes para lhe agradecer por tudo que já fez por mim, não só nos ambientes e trabalhos acadêmicos, mas na vida... Minha gratidão, respeito, carinho e amor!

À querida professora e amiga, Mayra Cavalcanti, que foi verdadeiramente um anjo que Deus enviou para me apoiar e ajudar durante grande parte do desenvolvimento deste trabalho, nunca poderei agradecer a altura, tamanha foi a sua importância para que esta pesquisa desse certo, lhe serei sempre grata, obrigada por tudo!

À professora Mayara Queiroga, com quem partilhei grandes e importantes momentos no decorrer desses dois anos de mestrado, minha gratidão!

À professora Juliana Késsia, por contribuir grandemente com a melhora e aperfeiçoamento deste trabalho e pela confiança em abrir as portas do Laboratório de Bromatologia do CES/UFMG, para que eu pudesse executar as minhas pesquisas desde a graduação, meu agradecimento e afeto.

À querida professora e co-orientadora Rita de Cássia, por quem tenho enorme admiração. Obrigada por tudo!

À professora Rossana Figueirêdo, pelo acolhimento, disponibilidade e por viabilizar importantes análises deste trabalho. Muito Obrigada!

À querida aluna de Pós-doutorado, Regilane, que foi tão importante para realização de muitas análises e me acolheu tão bem, minha gratidão!

À querida técnica de laboratório do CES/UFMG, Mônica, que sempre foi disponível e solícita em todos os momentos em que precisei.

Aos funcionários da Facisa, especialmente a técnica do laboratório de Microbiologia, Carol, por colaborar com tanto carinho no preparo do material para as análises microbiológicas da pesquisa.

A todas as pessoas que se disponibilizaram em participar das análises sensoriais dos iogurtes.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos por me acolher durante todo o mestrado, principalmente na pessoa da secretária Lindalva, que sempre nos acolhe com tanto amor e esmero, a minha gratidão e carinho.

À Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de realizar este sonho tão almejado e pelo acolhimento.

À Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Cuité-PB, que me acolheu desde a graduação e novamente no mestrado para realização de algumas análises desta pesquisa, por todos esses anos da minha formação, eterna gratidão.

À Faculdade FACISA/FCM de Campina Grande, pelo apoio e viabilização para realização das análises microbiológicas, muito obrigada!

A CAPES pelo apoio financeiro e concessão da bolsa.

A todas as pessoas que cruzaram meu caminho nesses últimos dois anos e fizeram do meu mundo um lugar melhor para se viver... E me trouxeram cada um de sua forma, um aprendizado!

Com carinho e amor!

"Os olhos da gratidão podem ver Deus em todo lugar." Osho

*“Mas os que esperam no Senhor renovarão as forças, subirão com asas como águias;
correrão, e não se cansarão; caminharão, e não se fatigarão”.*

(Isaías 40,31)

RESUMO

A produção de iogurte caprino com o acréscimo de culturas probióticas e de mel de abelha *Melipona scutellaris* para saborizar e agregar valor funcional ao produto pode potencializar os efeitos benéficos à saúde e, desta forma, a procura deste produto pelo consumidor. O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de desenvolver iogurte caprino com potencial probiótico adicionado de mel de abelha *Melipona scutellaris* e caracterizar os aspectos tecnológicos, físicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, assim como avaliar o efeito protetor da matriz alimentar sobre as cepas adicionadas. O efeito da adição de culturas lácticas probióticas e do mel sobre as características de qualidade dos iogurtes fermentados foi avaliado nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado, considerando os seguintes tratamentos: IC (iogurte convencional - controle), contendo a cultura *starter* composta por *Streptococcus thermophilus* e o *Lactobacillus delbrüeckii* subsp. *bulgaricus*; IP, contendo o micro-organismo probiótico *Lactobacillus acidophilus*, em co-cultura com a *starter*; IPM, composto pelo probiótico *Lactobacillus acidophilus*, além da cultura *starter* e adicionado de mel de abelha; e IM, contendo a cultura *starter* e adicionado de mel de abelha. Todas as formulações de iogurtes testadas apresentaram bons resultados quanto às características tecnológicas, demonstrando boa estabilidade. As amostras foram sensorialmente bem aceitas, com notas cujos termos hedônicos variaram entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. De um modo geral, observou-se que a adição da cepa probiótica na elaboração do iogurte não influenciou nas características físicas e físico-químicas dos mesmos ($p > 0,05$). Nos resultados da viscosidade, observou-se que as formulações que continham mel (IPM e IM) apresentaram um aumento da viscosidade durante o armazenamento ($p < 0,05$), enquanto que as demais formulações (IC e IP) apresentaram uma redução na viscosidade ($p < 0,05$). Com relação aos resultados da sobrevivência do probiótico durante a travessia do trato gastrointestinal simulada, observou-se que independente da adição de mel ou não a matriz alimentar atuou como protetora da cepa adicionada. Assim, constatou-se que a elaboração de iogurte com adição de mel de abelha e probiótico se apresenta como um potencial para investimento da indústria de produtos lácteos com propriedades funcionais, cujas qualidades tecnológica, reológica, nutricional, sensorial e microbiológica foram satisfatórias.

Palavras-chave: leite de cabra; alimentos funcionais; mel de abelha; viscosidade.

ABSTRACT

The production of goat yogurt with the addition of probiotic cultures and honey bee *Melipona scutellaris* to flavor and add functional value to the product can potentiate the beneficial effects to health and, therefore, the demand of this product by the consumer. The present study was carried out with the objective of developing goat yoghurt with probiotic potential of honey bee *Melipona scutellaris* and characterizing the technological, physical, chemical, microbiological and sensorial aspects, as well as evaluating the protective effect of the food matrix on the strains Added. The effect of adding probiotic lactic and honey cultures on the quality characteristics of fermented yogurts was evaluated at times 1, 7, 14, 21 and 28 days of refrigerated storage, considering the following treatments: IC (conventional yogurt - control), Containing the starter culture composed of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrüeckii* subsp. *Bulgaricus*; IP, containing the probiotic microorganism *Lactobacillus acidophilus*, in co-culture with the starter; IPM, composed of the probiotic *Lactobacillus acidophilus*, in addition to starter culture and added of bee honey; And IM, containing the culture starter and added of honey of bee. All the yoghurt formulations tested showed good results on the technological characteristics, showing good stability. The samples were sensorially well accepted, with notes whose hedonic terms ranged from "I liked slightly" to "liked". In general, it was observed that the addition of the probiotic strain in the preparation of the yogurt did not influence the physical and physico-chemical characteristics of the same ($p > 0.05$). In the viscosity results, it was observed that honey-containing formulations (IPM and IM) showed an increase in viscosity during storage ($p < 0.05$), while the other formulations (CI and PI) showed a reduction in viscosity ($P < 0.05$). Regarding the results of probiotic survival during traversal of the simulated gastrointestinal tract, it was observed that regardless of the addition of honey or not the food matrix acted as a protector of the added strain. Thus, it was found that the elaboration of yoghurt with addition of bee honey and probiotic presents as a potential for investment of the dairy industry with functional properties, whose technological, rheological, nutritional, sensorial and microbiological qualities were satisfactory.

Keywords: goat milk; functional foods; bee's honey; viscosity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições de processamento utilizado em cada etapa de digestão simulada.....	37
--	----

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO

Tabela 1 - Condições de processamento utilizado em cada etapa de digestão simulada..	61
Tabela 2 - Valores médios das variáveis físico-químicas do leite caprino.....	63
Tabela 3 – Valores médios das variáveis de sinerese e cor dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha <i>Melípona scutellaris</i> durante 28 dias de armazenamento refrigerado.....	63
Tabela 4 - Valores médios das variáveis físicas e físico-químicas dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha <i>Melípona scutellaris</i> durante 28 dias armazenamento refrigerado a 5 °C	67
Tabela 5 - Valores médios para parâmetros de proteólise dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha <i>Melípona scutellaris</i> durante 28 dias de armazenamento refrigerado.	71
Tabela 6 – Escores médios dos testes de aceitação sensorial e de intenção de compra realizados com iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha <i>Melípona scutellaris</i> durante durante 1, 14 e 28 dias armazenamento refrigerado a 5 °C	81
Tabela 7 - Distribuição das notas de acordo com a ordenação de preferência geral pelos provadores (n=70) na análise sensorial de iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionado de mel de abelha <i>Melipona scutellaris</i> após 1, 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado a 5 °C	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento experimental.....	30
Figura 2 – Fluxograma de processamento do iogurte com potencial probiótico adicionado de mel de abelha <i>Melipona scutellaris</i>	32
Figura 3 - Representação esquemática da adição das substâncias de cada etapa nas amostras que foram submetidas às condições gastrointestinais simuladas.....	38

LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO

Figura 1 – Valores médios de acidez (a), pH (b) e açúcares totais (c) dos iogurtes caprinos probióticos adicionados de mel de abelha durante armazenamento refrigerado.....	66
Figura 2 – Valores médios de viscosidade aparente dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha durante armazenamento refrigerado.....	72
Figura 3 - Viabilidade das bactérias ácido lácticas nos iogurtes caprinos adicionados de mel de abelha <i>Melipona scutellaris</i> durante armazenamento refrigerado.....	74
Figura 4 - Número de células viáveis (média \pm desvio padrão) de <i>Lactobacillus acidophilus</i> nos iogurtes probióticos na ausência e na presença de mel de abelha <i>Melipona scutellaris</i> expostos e não expostos às condições simuladas do trato gastrointestinal em diferentes tempos de incubação.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a _w	Atividade de Água
AGROM	Agro Indústria Meridional
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemist Methods
BAL	Bactérias ácido lácticas
°C	Graus Celsius
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CRA	Capacidade de retenção de água
EPS	Exopolissacarídeos
EST	Extrato seco total
FAO	Food and Agriculture Organization
F6PPK	Frutose-6-fosfatofosfoquetolase
G	Grama
IC	Iogurte convencional – controle com cultura <i>starter</i>
IP	Iogurte com probiótico <i>Lactobacillus acidophilus</i> e a cultura <i>starter</i>
IPM	Iogurte com probiótico <i>Lactobacillus acidophilus</i> , cultura <i>starter</i> e mel de abelha <i>Melipona scutellaris</i>
IM	Iogurte convencional com cultura <i>starter</i> e mel de abelha <i>Melipona scutellaris</i>
	Índice de extensão de proteólise
IEP	Índice de profundidade de proteólise
IPP	
LAPPA	Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas
LAB	Bactérias ácido lácticas
n ^o	Número
mPas	MiliPascal-segundo
NMP	Número mais provável
min	Minuto
mg	Miligrama
mL	Mililitro
OLC	Oligossacarídeos do Leite Caprino
PIQ	Padrões de Identidade e Qualidade
pH	Potencial hidrogeniônico
Ppm	Partes por milhão
RMF	Resíduo Mineral Fixo
Rpm	Rotação por minuto
UFC	Unidade formadora de colônia
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCA	Ácido tricloroacético
TGI	Trato gastrointestinal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	LEITE DE CABRA E A CAPRINOCULTURA LEITEIRA	16
2.2	MEL DE ABELHA	19
2.3	IOGURTE	20
2.4	PROBIÓTICOS	23
2.4.1	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	LOCAL DE EXECUÇÃO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	28
	MATÉRIAS-PRIMAS	30
3.2	CONTROLE DE QUALIDADE DO LEITE CAPRINO	30
3.3	ELABORAÇÃO DOS IOGURTES.....	31
3.4	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO IOGURTE CAPRINO DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO	33
3.4.1	Análises tecnológicas	33
3.4.2	Análises físicas e físico-químicas	33
3.4.3	Análise reológica: Viscosidade aparente	34
3.4.4	Avaliação da qualidade higiênico sanitária e da viabilidade bactérias lácticas	34
3.4.5	Análises sensoriais	34
3.5	AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DA BACTÉRIA PROBIÓTICA EM CONDIÇÕES GASTROINTESTINAIS SIMULADAS.....	36
3.5.1	Inoculação das matrizes de iogurtes	36
3.5.2	Simulação das condições gastrointestinais	36
3.6	ANÁLISE DOS DADOS	39
	REFERÊNCIAS	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO – ARTIGO ORIGINAL	51
	ARTIGO	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
	APÊNDICES	97
	ANEXOS	102

1 INTRODUÇÃO

O leite de vaca se apresenta como a principal matéria prima para elaboração de derivados lácteos. Porém, os crescentes problemas originados por alergia em alguns consumidores ao leite bovino trazem o leite de cabra como fonte alimentar alternativa, apresentando resultados positivos. O leite caprino é conhecido como um alimento completo para a nutrição humana, rico em proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais, assim como, vitaminas e minerais (SILANIKOVE et al., 2010; MACEDO JUNIOR et al., 2015).

A partir do leite caprino podem ser obtidos produtos como queijos, bebidas lácteas e diferentes tipos de leites fermentados, a citar o iogurte, utilizando-se de processos simples e acessíveis aos pequenos produtores, sendo essa uma alternativa para o aproveitamento, agregação de valor e o aumento no consumo de produtos de origem caprina (SANTOS et al., 2011). O iogurte é produzido pela fermentação da lactose em ácido láctico por bactérias ácido lácticas, tais como *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. As ações sinérgicas destas duas bactérias contribuem para a textura específica, composição e propriedades sensoriais do fermentado (SUMARMONO; SULISTYOWATI; SOENARTO, 2015).

Com o intuito de melhorar as características nutricionais, tecnológicas e trazer benefícios à saúde, o iogurte pode ser adicionado de probióticos como os *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, bifidobactérias, ou suas combinações. Os probióticos são micro-organismos vivos que, quando ingeridos em quantidades adequadas, cuminam em um efeito benéfico à saúde do consumidor (FAO/WHO, 2002); podendo ser citados no tratamento de distúrbios gastrintestinais (diarreia, doença inflamatória do intestino, diarreia do viajante), para o alívio de queixas causadas pela intolerância à lactose, redução da concentração de enzimas de promoção de câncer e/ou metabólitos, normalização do trânsito intestinal e constipação; sendo antialérgico e contribuindo no aumento da resposta imune (ADAM et al., 2012; LEE et al., 2014; MATSUMOTO et al., 2012; ZHAO et al., 2015).

A funcionalidade dos probióticos pode ser influenciada pela matriz alimentar utilizada como veículo destas cepas, a qual poderá trazer um efeito protetor destes micro-organismos até que os mesmos possam atingir o trato intestinal em contagens viáveis e, então, mediar os seus efeitos benéficos para o consumidor (RANADHEERA; BAINES; ADAMS, 2010). Além disso, os micro-organismos probióticos podem apresentar atividade antimicrobiana e serem utilizados

como alternativas para prevenir ou minimizar a transmissão de toxinfecções alimentares e a perecibilidade dos alimentos causada por bactérias e fungos (AHMADOVA et al., 2013).

O produto classificado como probiótico deve ser seguro e conter os micro-organismos em número adequado para o consumo. Para isso, as estirpes selecionadas devem ser adequadas ao processamento tecnológico em grande escala, com a capacidade de sobreviver e conservar sua função durante a produção e armazenamento (TRIPATHI; GIRI, 2014). Alimentos adicionados de probióticos devem manter uma sobrevivência da bactéria em níveis que variam de 10^6 a 10^7 unidades formadoras de colônias por mililitro ou grama (UFC/mL ou g), no momento do consumo para que possa ser garantido o efeito da cepa (MADUREIRA et al., 2011).

O potencial econômico do leite caprino, além do desenvolvimento de produtos sensorialmente novos, repercutindo na aceitabilidade do consumidor, não tem sido devidamente explorado. Como também pesquisas relacionadas ao estudo do mel de abelhas *Melipona scutellaris* como ingrediente na formulação de iogurtes caprinos melhorando as características sensoriais, e aumentando o potencial funcional destes produtos, são escassas. Desta forma, pesquisas científicas devem estar voltadas ao estudo de fatores e problemáticas que contribuam para o avanço deste tema o que repercutirá na agregação de valor ao leite caprino e ao mel de abelhas *Melipona scutellaris*, fortalecendo a cadeia produtiva e a competitividade no mercado de laticínios e fomentará a literatura científica sobre o tema.

Com base nesta perspectiva, a presente proposta de pesquisa é relevante também, tendo em vista a disponibilização de informações científicas acerca do potencial probiótico dessa matriz alimentar durante o armazenamento, tema pouco estudado em produtos caprinos com estas peculiaridades. Sendo assim, os objetivos desta pesquisa foram desenvolver iogurte caprino com potencial probiótico adicionado de mel de abelha *Melipona scutellaris* e caracterizar os aspectos tecnológicos, físicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, assim como avaliar o efeito protetor da matriz alimentar sobre as cepas adicionadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LEITE DE CABRA E A CAPRINOCULTURA LEITEIRA

O leite caprino tem recebido atenção dos pesquisadores devido ao seu potencial funcional, por apresentar naturalmente em sua composição oligossacarídeos, ácido linoleico conjugado (CLA), ácidos graxos de cadeia curta, além de vitamina A, complexo B e cálcio. Reforça-se que as características nutricionais e terapêuticas únicas do leite de cabra são superiores quando comparadas ao leite bovino, sendo menos alergênico e de digestão mais fácil (HAENLEIN; ANKE, 2011). O conteúdo proteico deste alimento ganha cada vez mais atenção em estudos, especialmente de seus peptídeos bioativos liberados da quebra proteica no processo digestivo. Especificamente, o interesse em bioativos do leite de cabra está sendo intensificado devido à sua reduzida alergenicidade em relação ao leite bovino (AHMED et al., 2015). Entretanto, a diferença essencial deste leite, está presente nas micelas de caseína com sua estrutura, composição e tamanho diferenciados; como também, na proporção de frações individuais de proteínas e elevado teor de compostos não nitrogenados e minerais (KÜCÜKCETIN et al., 2011).

O leite de cabra desempenha um papel importante na nutrição e no bem estar socioeconômico nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, fazendo parte da nutrição básica e de subsistência de populações rurais. Mas, por outro lado, os derivados lácteos caprinos fazem parte de um ramo da indústria de laticínios composta por mercado consumidor com gosto sofisticado (PARK, 2012), e de poder aquisitivo mais elevado. Este alimento é conhecido como sendo completo para a nutrição humana, sendo rico em proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais, assim como, vitaminas e minerais (MACEDO JUNIOR et al., 2015). Este leite contém oligossacarídeos que se apresentam estruturalmente semelhantes ao leite humano, o que sugere que os oligossacarídeos do leite caprino (OLC) poderiam imitar os efeitos fisiológicos benéficos descritos para os encontrados no leite humano administrado em crianças (THUM et al., 2015).

O leite caprino possui melhor digestibilidade e é de grande valor nutricional (BERGILLOS-MECA et al., 2013; NAVARRO-ALARCÓN et al., 2011). Fornece ácidos graxos de cadeia média de alta qualidade, além de possuir proteínas mais absorvíveis, em comparação com o leite de vaca (OLALLA et al., 2009). O tamanho reduzido e a fácil digestão dos glóbulos de gordura proporcionam uma coalhada fina, macia e com perfeita digestão em um curto espaço de tempo, permitindo assim elevada digestibilidade do leite

caprino pelo organismo humano. Além disso, proporciona maiores quantidades de alguns minerais, como o cálcio (Ca), zinco (Zn) e magnésio (Mg), e altamente disponível Ca e fósforo (P), e favorece a melhor absorção do ferro (Fe) e a sua deposição nos órgãos alvo (LÓPEZ-ALIAGA et al., 2009).

Em um estudo do potencial bioativo dos peptídeos do leite de cabra, Ahmed et al. (2015) concluíram que a digestão com pepsina gera vários peptídeos solúveis de frações de proteínas com notável capacidade de varrer os radicais superóxido, proporcionando assim uma oportunidade fascinante para a candidatura dos peptídeos presentes no leite como grandes portadores de potencial antioxidante.

O seu teor lipídico apresenta um perfil de ácidos graxos que se caracteriza pela alta proporção de ácidos graxos de cadeia curta e média, como os ácidos capríco (C6:0), caprílico (C8:0) e cáprico (C10:0), que facilitam sua digestão e absorção (BOMFIM et al., 2013). Estes ácidos também são responsáveis pelo odor "goaty" característico do leite de cabra e pela característica de produzir derivados de textura mais suave em relação ao leite bovino, o que dificulta, por exemplo, a fabricação da manteiga (SILANIKOVE et al., 2010).

O leite caprino apresenta um aroma diferente dos demais leites e pode ser um dos fatores responsáveis pela sua baixa aceitabilidade quando comparado ao leite bovino. Apesar disso, esse tipo de leite tem desempenhado importante papel na nutrição humana, bem estar e sobrevivência no mundo. Diante do maior acesso as informações técnicas e científicas, que têm ressaltado a importância do leite de cabra na alimentação humana e o potencial produtivo desse rebanho, houve um aumento da conscientização do consumo desse tipo de leite. (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010).

Os benefícios do leite de cabra podem ainda ser aprimorados através do uso do leite como um veículo para o desenvolvimento de probióticos (RANADHEERA et al., 2012), que podem ser definidos como micro-organismos vivos que, quando consumidos em quantidades suficientes, possuem ação benéfica na saúde humana (FAO/WHO, 2002), promovendo o balanço de sua microbiota intestinal (VIZZOTTO; KROLOW; TEIXEIRA, 2010).

O setor mundial de laticínios voltados para leite caprinos concorre com leite e derivados de outras espécies, como bovinos e, em menor escala, com ovinos e bubalinos. Os produtos lácteos de origem caprina atendem um determinado público do mercado, e sua viabilidade depende da quantidade, regularidade e escala de produção, geralmente pequenas, bem como o sistema de produção animal e custo de produção (HAENLEIN, 2011).

A composição nutricional do leite de cabra é em média mais elevada do que a do leite bovino, exceto no teor de lactose, que é menor, o que não pode ser considerado uma solução

alimentar para pessoas que sofrem de intolerância à lactose (SILANIKOVE et al., 2010). A variação da composição é altamente sazonal. Os principais constituintes apresentam valor elevado no início da lactação, diminuindo rapidamente e permanecendo baixos durante um período de tempo variável, voltando a aumentar novamente no final da lactação. Porém, os teores de lactose se mantêm independente do estágio de lactação (YANGILAR, 2013).

A partir do leite caprino podem ser obtidos produtos como queijos, bebidas lácteas e diferentes tipos de leites fermentados, utilizando-se de processos simples e acessíveis aos pequenos produtores, sendo essa uma alternativa para o aumento no consumo de produtos de origem caprina, e para a agregação de valor a tais produtos (SANTOS et al., 2011).

A caprinocultura no Nordeste brasileiro apresenta-se como uma atividade de extrema importância, seja no contexto econômico, pela geração de fonte de renda para pequenos produtores, ou no sociocultural, pela fixação do homem no campo e perpetuação da atividade produtiva para as próximas gerações, representando hoje 8,2% no efetivo produtivo do país. No entanto, devido à irregularidade pluviométrica regional e à falta de informações de como promover a conservação de alimentos para os animais durante o período de estiagem, é gerada uma perda no rebanho dos produtores (BATISTA; SOUZA, 2015).

Um produto com a capacidade de satisfazer a demanda dos consumidores em termos de saúde, valores nutricionais, segurança e prazer, com relação aos seus atributos sensoriais, depende do potencial do leite caprino para tolerar diferentes tratamentos tecnológicos, sem se modificar. Para tanto, novos métodos são desenvolvidos para aumentar a qualidade do leite de cabra, tal como a introdução de subprodutos de plantas na dieta de cabra e o desenvolvimento de novos sensores para controle de qualidade. Além disso, o desenvolvimento de novos produtos de valor acrescentado tem levado ao aumento do interesse em estudos específicos voltados para as formas adequadas de aumentar a qualidade do leite de cabra (GARCÍA et al., 2014).

Dentre estes estudos pode-se citar a preocupação com a influencia da ração na fração gordurosa excretada no leite (TORAL et al., 2015), o desenvolvimento de produtos fermentados com a adição de frutas (QUEIROGA et al., 2011; ARAÚJO, 2012; GOMES et al., 2013), associação a outros leites como o de búfalo na produção de derivados lácteos (BEZERRA; SOUZA; CORREIA, 2012), o estudo dos fatores limitantes e ações de mitigação da caprinocultura (BATISTA; SOUZA, 2015), todos compartilhando um objetivo comum, o aprimoramento da matriz alimentar e a qualidade dos produtos lácteos, aumentando o seu consumo.

2.2 MEL DE ABELHA

O mel é uma matriz muito complexa, havendo durante a sua elaboração, interferência de variáveis não controladas pelo homem, como clima, floração, presença de insetos sugadores e outros fatores. As abelhas, por sua vez, vão utilizar os recursos disponíveis como fonte de açúcar para elaborá-lo. Portanto, o mais comum é a ocorrência de mel floral misturado com mel de melato (CAMPOS; MODESTA, 2000).

O mel é constituído essencialmente de vários açúcares, predominantemente D-frutose e D-glicose, como também de outros componentes e substâncias como ácidos orgânicos, enzimas, e partículas sólidas coletadas pelas abelhas. A aparência do mel varia de quase incolor a marrom escuro. Pode ser fluido, viscoso, ou até mesmo sólido. Seu sabor e aroma variam de acordo com a origem da planta. Variedades de mel podem ser identificadas por sua cor, sabor e maneira de cristalização. Em circunstâncias excepcionais, o sedimento de mel é analisado pelo conteúdo de grãos de pólen. Alternativamente, em variedades de mel de melato, outra característica de componentes presentes, como esporos, fragmento de micélio, ou fragmentos de folha, é determinada. Outras características úteis na identificação do tipo de mel incluem condutividade específica e componente do flavor específico da variedade (RYBAK-CHMIELEWSKA, 2004).

O mel é considerado o produto apícola mais fácil de ser explorado, sendo também o mais conhecido e aquele com maiores possibilidades de comercialização. Além de ser um alimento, é também utilizado em indústrias farmacêuticas e cosméticas, pelas suas conhecidas ações terapêuticas (FREITAS; KHAN; SILVA, 2004). O mel é um alimento muito rico e de elevado valor energético, consumido mundialmente e de extrema importância para a saúde do organismo humano quando puro, por apresentar diversas propriedades: antimicrobiana, curativa, calmante, regenerativa de tecidos, estimulante, dentre outras (BIZZARIA; FILGUEIRAS, 2003). Por ser constituído de açúcares simples como glicose e frutose, sua passagem do tubo digestivo para a corrente sanguínea e desta para o interior das células onde é metabolizado, não requer muitas transformações por sucos, enzimas, etc, e a sua entrada no metabolismo celular é relativamente rápida (ALJADI; KAMARUDDIN 2004).

O mel de abelhas sem ferrão é ácido, de menor densidade e doçura quando comparado ao mel de abelhas *Apis mellifera*. Além disso, o aroma e sabor variam, também, entre os méis das espécies de meliponíneos (SOUZA et al., 2009). De acordo com Guerrini et al. (2009) estes méis são amplamente difundidos apenas em alguns países da América do Sul, África e Austrália, em decorrência de sua baixa produção não atender o mercado consumidor que, em

contraste ao mel de *Apis* que é produzido em maior escala, e distribuído em todos países da Europa, Ásia e America do Sul. A baixa produtividade do mel de abelhas sem ferrão tem sido atribuída a inexistência de um padrão de qualidade institucional específico, que alavanque o produto no mercado e consequentemente impulsione investimentos tecnologicos na cadeia de produção do mesmo (VIT; MEDINA; ENRÍQUEZ, 2004; SILVA et al., 2013).

Sua composição tem sido associada com propriedades antisséptica, antimicrobiana, anticancerígena, anti-inflamatória, e cicatrização de feridas, além de ter o potencial para fornecer defesa e promover funções celulares em eritrócitos, o que tem despertado crescente interesse por pesquisadores, consumidores e indústria de alimentos (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2012; SILVA et al., 2006, SILVA et al., 2013).

As abelhas nativas sem ferrão são encontradas em todas as regiões do Brasil, com maior ocorrência nas regiões Norte e Nordeste. Nestas regiões predomina a criação de abelhas melíponas por comunidades indígenas e rurais. O permanente interesse pela criação nacional destas abelhas ao longo do tempo justifica-se pelas propriedades funcionais do seu mel e pólen utilizados pela medicina tradicional para tratamento de varias doenças, além de seu importante papel na polinização e consequente perpetuação de milhares de plantas da região onde vivem (SOUZA et al., 2004). Agregado a estes fatores, a alta valorização dos produtos naturais no mercado, tem incentivado à criação de abelhas sem ferrão, oferecendo especialmente aos sitiantes da região do semiárido nordestino uma alternativa sustentável na promoção de renda complementar. No estado do Rio Grande do Norte, por exemplo, a espécie *Melipona subnitida* D. e *Melipona scutellaris* L. popularmente chamadas de Jandaíra Nordestina e Uruçu, respectivamente, são as mais empregadas por produzirem mel de boa qualidade e em quantidades relativamente altas, se comparadas as demais espécies de abelhas sem ferrão (MARQUES, 2006).

Ao considerar a importância nutricional e terapêutica do mel de abelha *Melipona scutellaris*, a presente pesquisa objetiva avaliar a influência do mesmo sobre as características tecnológicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de iogurte caprino com potencial probiótico fomentando assim a literatura científica sobre este tema que, ainda, é pouco abordado.

2.3 IOGURTE

O termo “iogurte” vem da palavra “jugurt” e recebe, de acordo com as regiões do mundo, várias denominações, destacando-se como importante alimento da dieta, com alta

digestibilidade e características de aroma e sabor agradáveis (SALADO; ANDRADE, 1989; RAMOS et al., 2009). Conforme o Padrão de Identidade e Qualidade do Iogurte (PIQ), é definido como produto adicionado ou não de outras substâncias alimentícias obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou leite reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctea, mediante ação protosimbiótica de *Lactobacillus delbruckii*, *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* podendo ser acompanhados, de forma complementar, de outras bactérias ácido-lácticas contribuindo para a determinação das características finais do produto (BRASIL, 2007).

O iogurte está presente na dieta alimentar humana desde os tempos remotos, quando a fermentação era utilizada como forma de preservação do leite. Considerando a crescente importância que o iogurte vem assumindo no mercado nacional, inúmeras pesquisas têm sido executadas para melhoria da qualidade (RAMOS et al., 2009).

Os primeiros iogurtes comerciais foram produzidos na França e Espanha em 1920 e nos Estados Unidos em 1940. Contudo, somente a partir de 1960 é que houve um aumento do consumo deste produto, devido a melhorias nas técnicas de processamento, qualidade nutritiva e da função terapêutica (MARTIN, 2011).

O sabor delicado do iogurte é obtido por meio da reação simbiótica das culturas lácteas uma vez que as culturas empregadas na fermentação do iogurte levam à produção de ácido láctico além do acetaldeído, diacetil, ácido acético e outras substâncias voláteis, que são fundamentais para a qualidade sensorial do produto. O *Streptococcus thermophilus* promove o crescimento dos *Lactobacillus* removendo o oxigênio e promovendo a liberação de substâncias estimulantes como ácido fórmico, pirúvico e CO₂. Por outro lado, os *Lactobacillus* também estimulam os *Streptococcus* pela liberação de certos aminoácidos principalmente glicina e histidina, necessárias ao seu crescimento e que são provenientes da degradação das proteínas do leite (TAMINE; ROBINSON, 2000).

O iogurte é uma forma indireta de consumo do leite e se constitui de uma fonte de proteínas, cálcio e fósforo, o consumo deste alimento traz benefícios ao organismo facilitando a ação das proteínas e enzimas digestivas, melhorando a absorção do cálcio, fósforo e ferro, além de ser fonte de galactose, importante na síntese de tecidos nervosos cerebrosídeos em crianças (FERREIRA et al., 2001; ROBIM, 2011). Responsável pela cremosidade e maciez dos alimentos, a gordura presente neste alimento contribui para a aparência, palatabilidade e lubrificação além de aumentar a sensação de saciedade durante as refeições (CASTRO, 2002).

Dentre as proteínas que constituem o iogurte a caseína é responsável pela formação do gel, decorrente da atividade de bactérias lácticas (MATHIAS, 2011). A fosfoproteína presente

no leite forma complexos com o cálcio, constituindo estruturas chamadas micelas, com cargas negativas devido ao grupo fosfato. A acidificação ocorrida promove neutralização das cargas e precipitação da caseína atingindo seu ponto isoelétrico, que correspondente ao pH de 4,6 (MATHIAS, 2011). Os lipídios estão presentes na forma de glóbulos de diversos tamanhos que se encontram em suspensão na fase aquosa. Os glóbulos são compostos por triglicerídeos e cada um deles é envolvido por uma camada formada por um componente de gordura, denominado fosfolipídio (LONGO, 2006).

O consumo de iogurtes está fortemente relacionado à imagem de alimentação saudável, razão pela qual se faz necessário o desenvolvimento de novas tecnologias de elaboração e processamento buscando não apenas atender aos quesitos de segurança alimentar mas também a melhoria da qualidade sensorial e funcional desses produtos. O leite de cabra é comprovadamente um alimento de melhor disponibilidade de nutrientes, quando comparado ao leite de vaca porém sua aceitação ainda traz receio, em virtude do aspecto de odor característico. A produção de iogurte de leite de cabra no Brasil ainda ocorre de forma artesanal e de baixa escala. Algumas pesquisas mostram o potencial da produção de iogurte de leite de cabra apresentando características únicas e direcionando a atenção para o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para o setor da caprinocultura e não somente a extensão de procedimentos utilizados para derivados de leite de vaca (PEREIRA et al., 2009).

Drunkler et al. (2001) elaboraram iogurte de leite de cabra e avaliaram a influência da beta-ciclodextrina na minimização do “sabor caprino”, a composição química, propriedades físico-químicas e a avaliação sensorial, observando que a beta-ciclodextrina apresenta eficiência na minimização do sabor caprino na concentração de 0,40%, não influenciando na composição centesimal, tornando-se uma alternativa para elaboração de produtos especiais para indivíduos que apresentam alergia à proteína do leite de vaca. Araújo et al. (2012) desenvolveram e avaliaram o iogurte de leite de cabra sabor maracujá, com o objetivo de unir as características nutricionais e terapêuticas do iogurte com os benefícios causados pelo leite caprino. Na análise sensorial com uso da escala hedônica, o produto obteve boa aceitação, mantendo-se entre os termos “gostei muito” e “gostei moderadamente”.

Mundim (2008) observou, em estudo sobre a elaboração de iogurte funcional com leite de cabra saborizado com frutos do cerrado (araticum, cagaita e pequi) e suplementado com inulina, que a elaboração deste tipo de produto sinaliza uma atividade de potencial uma vez que, aliada ao poder antioxidante dos frutos do cerrado, a inulina caracteriza o produto como alimento funcional, além de torná-lo uma alternativa de fonte de renda para os produtores. Alves et al. (2009) elaboraram um *frozen yogurt* utilizando leite de cabra com adição de culturas

probióticas e prebiótico e enfatizaram a viabilidade da produção deste alimento com base na qualidade físico-química e microbiológica observada, bem como a boa aceitação sensorial quanto aos diversos parâmetros surgindo como alternativa para a indústria laticinista haja vista que apresenta custo reduzido em relação aos demais produtos do gênero, além do apelo probiótico.

Queiroga et al. (2011) elaboraram um iogurte caprino com adição de geleia de frutas tropicais e observaram que o iogurte elaborado apresentou boa aceitação sensorial e intenção de compra, como também, apresentaram boa qualidade microbiológica indicando idoneidade ao consumo e enfatizaram que a elaboração de iogurte natural e com frutas regionais representa uma alternativa viável para o incremento do setor lácteo caprino, podendo contribuir para o fortalecimento deste segmento na agroindústria regional.

2.4 PROBIÓTICOS

São considerados probióticos aqueles que quando administrados em quantidades adequadas são capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal e afetam positivamente a saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2002; BRASIL, 2002). Desta forma é descrito como um alimento funcional devido às suas propriedades. A legislação brasileira não define alimento funcional, porém define alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde e estabelece as diretrizes para sua utilização, bem como as condições de registro para tais alimentos (ANVISA, 2007).

Dentre as diretrizes para alimentos funcionais com probióticos são permitidas alegações de propriedades funcionais relacionadas com o papel fisiológico no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo, e ainda alegações sobre a manutenção geral da saúde e a redução de risco de doenças, em caráter opcional. Não são permitidas alegações que façam referência à cura ou à prevenção de doenças. O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais e, ou, de saúde pode, além de funções básicas, quando se tratar de nutriente, deve produzir efeitos metabólicos e, ou, fisiológicos e, ou, efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem a supervisão médica (ANVISA, 2007; STRINGHETA, 2007).

Para apresentarem alegações de propriedade funcional e, ou, de saúde, tanto os alimentos como as substâncias bioativas e probióticos isolados devem ser, obrigatoriamente, registrados junto ao órgão competente. O conteúdo da propaganda desses produtos não pode

ser diferente em seu significado, daquele aprovado para a rotulagem. As alegações devem ainda, estar em consonância com as diretrizes da política pública de saúde. Para serem considerados probióticos, os microrganismos devem obedecer a alguns critérios, entre os quais: serem habitantes normais do intestino, capazes de sobreviver e aderir a áreas específicas do trato gastrointestinal (TGI), reproduzirem-se rapidamente, e excluam patógenos ou antígenos por competição (ANVISA, 2007; STRINGHETA, 2007).

Os produtos lácteos bioterapêuticos surgem como uma estratégia na promoção da saúde, pois promovem a manutenção da microbiota intestinal benéfica e reduzem a adesão, o crescimento e a translocação de patógenos (LU; WALKER, 2001). Os efeitos dos probióticos sobre a saúde humana são estudados em formulações alimentares ou em culturas simples e mistas (COLLADO et al., 2009).

Para serem denominados probióticos, os microrganismos não devem ser patogênicos e causar efeitos colaterais, serem benéficos sobre o hospedeiro e capazes de sobreviver através do trato gastrointestinal. No caso de formulação alimentar, os microrganismos devem ser estáveis durante a vida de prateleira do produto, conter o número de células viáveis para conferir os benefícios esperados e ser compatível com o produto, mantendo as características sensoriais desejadas (COLLADO et al., 2009). Na forma liofilizada ou em leite fermentado, o número de células viáveis se mantém estável (ROCHET et al., 2008) e a sua adição em leite desnatado ou em água parece não apresentar diferença com relação à contagem de bactérias fecais (VARCOE et al., 2002).

As dosagens de probióticos utilizadas nos estudos variam de 2×10^7 UFC/dia a $3,2 \times 10^{12}$ UFC/dia, sem efeitos adversos (XIAO et al., 2006; KALLIOMAKI et al., 2003; GIONCHETTI et al., 2007). Entretanto, não existem recomendações uniformes de dosagem para probióticos (WALLACE et al., 2011).

Parte dos mecanismos de ação que explicam os efeitos benéficos dos probióticos são desconhecidos, entretanto podem envolver a modificação do pH intestinal, a produção de compostos antimicrobianos, competição com patógenos, nutrientes e fatores de crescimento, estímulo de células imunomoduladoras e produção de lactase (PARVEZ et al., 2006).

Alguns autores relatam ainda que possíveis mecanismos de ação dos probióticos são justificados pela competição por sítios de adesão formando uma barreira física contra agentes patogênicos (LAZADO et al., 2011), competição por nutrientes impedindo a colonização de outros micro-organismos, inativação das toxinas e seus receptores e pela estimulação da fagocitose e das respostas imunológicas específicas e inespecíficas contra agentes patogênicos (SILVA et al., 2004; MATSUMOTO et al., 2005). Além da produção de substâncias

antibacterianas, que tem ação bacteriostática ou bactericida em relação às bactérias patogênicas (LIMA et al., 2007).

A interação entre os micro-organismos e o hospedeiro pode ocorrer a partir da adesão à mucosa e células epiteliais, o que estimula a secreção de muco e a produção de mucina, reforçando a barreira intestinal (COLLADO et al., 2009). A introdução de bactérias probióticas em produtos lácteos fermentados constitui uma alternativa tecnológica que atende às exigências do consumidor atual, cuja tendência é buscar produtos inovadores, diferenciados na textura, que promovam o bem-estar e tragam benefícios à saúde (ARAÚJO et al., 2010).

Com o intuito de proporcionar efeitos benéficos, os probióticos são utilizados para prevenir e tratar uma ampla variedade de patologias. Tendo mais evidência no tratamento de distúrbios gastrintestinais (diarreia, doença inflamatória do intestino, diarreia do viajante), para alívio de queixas causadas pela intolerância à lactose, a redução da concentração de enzimas de promoção de câncer e/ou metabolitos, normalização do trânsito intestinal e melhoria do quadro de constipação; antialérgico e aumento da resposta imune (SILANIKOVE et al., 2010, ADAM et al., 2012; LEE et al., 2014; MATSUMOTO et al., 2012; ZHAO et al., 2015).

A disponibilidade das culturas probióticas para uso em alimentos, geralmente, é na forma seca ou congelada, que pode ser adicionada com o intuito industrial ou doméstico. Podem ser consumidas em suplementos dietéticos na forma de pó, capsula ou comprimidos; ou em produtos alimentícios fermentados ou não (TRIPATHI; GIRI, 2014).

Para serem utilizadas em produtos alimentícios, as cepas devem ser de origem humana, não patogênicas e sobreviver ao trânsito gastrointestinal. O produto com probiótico deve ser seguro e conter os micro-organismos em número adequado para o consumo. Para isso, as estirpes selecionadas devem ser adequadas ao processamento tecnológico em grande escala, com a capacidade de sobreviver e conservar sua função durante a produção e armazenamento (TRIPATHI; GIRI, 2014).

Para que os benefícios à saúde produzidos por bactérias probióticas sejam obtidos, é necessária a ingestão de uma dose diária de 10^8 a 10^{10} UFC/g ou mL de alimento (REID et al., 2003). Assim, considerando um consumo de produtos lácteos de 100 g, estes devem conter pelo menos 10^6 a 10^7 UFC/g de bactérias probióticas viáveis no momento da compra do produto e dentro do seu prazo de validade (ANVISA, 2007; MARUYAMA et al., 2006; VINDEROLA; RENHEIMER, 2000).

Muitos fatores podem influenciar a viabilidade dos micro-organismos probióticos em produtos alimentícios durante a produção, processamento e armazenamento. Dentre esses fatores estão as características da matriz alimentar onde foi inoculado (pH, acidez titulável,

oxigênio molecular, atividade de água, presença de sal, açúcar e produtos químicos como peróxido de hidrogênio, bacteriocinas, aromatizante artificial e corantes); parâmetros de processamento (tratamento térmico, temperatura de incubação, taxa de arrefecimento do produto, materiais de embalagem e métodos de armazenamento e escala de produção); e parâmetros microbiológicos (estirpes de probióticos, taxa e proporção de inoculação) (TRIPATHI; GIRI, 2014).

Os laticínios são os produtos mais utilizados para veicular os probióticos, sendo utilizados no mercado há muitos anos e bem aceitos pelos consumidores (GRASSO et al., 2014). As bactérias ácido lácticas (BAL) são utilizadas para a produção de alimentos fermentados derivados de vegetais e animais e são habitantes naturais do trato gastrointestinal humano. Estes micro-organismos tem o crescimento caracterizado pela rápida acidificação do meio e elevado fluxo de carbonos, pois convertem os hidratos de carbono em ácido láctico, e em alguns casos promovem uma mistura de ácidos (DERRIEN; VAN, 2015).

Dentre os micro-organismos mais utilizados como suplementos probióticos estão os *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, pois eles têm apresentado efeito protetor no trato gastrintestinal humano (RANADHEERA et al., 2012; SILVA, 2013). O êxito da adição de probióticos nos alimentos depende da capacidade em fornecer um número viável de cepas que modificaram, benéficamente, a microflora do intestino do hospedeiro (SHORI, 2015).

Algumas bactérias probióticas têm demonstrado melhorar a digestão da lactose por meio da liberação de β -galactosidase. Sintomas relacionados à intolerância à lactose como dor de estômago, flatulência, diarreia e constipação têm diminuído ou mantidos inalterados pela ingestão de *L. acidophilus* LA-5. Estudos *in vitro* demonstraram que LA-5 melhora a fermentação da lactose, diminuindo a concentração deste açúcar e aumentando a atividade da β -galactosidase em meios suplementados com este micro-organismo (LEE; SALMINEN, 2009).

A viabilidade de *L. acidophilus* no estudo conduzido por Ranadheera et al. (2012) foi mais satisfatório na presença de suco de fruta, visto que a acidez destas pareceu favorecer a viabilidade dos lactobacilos, com números mais elevados do micro-organismo. O mesmo grupo de pesquisadores testou a influência do *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* e *Propionibacterium jensenii* nas propriedades físico-químicas e microbianas de bebida láctea fermentada feita com leite de cabra, e perceberam que as co-culturas promoveram modificações nas propriedades físico-químicas e microbianas, mas não exerceram atividade positiva nas respostas sensoriais (RANADHEERA et al., 2016).

2.4.1 *Lactobacillus acidophilus*

O emprego de bactérias lácticas em alimentos é de longa data e a maioria das cepas empregadas são consideradas micro-organismos comensais, sem potencial patogênico. Dentre os diversos gêneros que integram o grupo de micro-organismos probióticos, destacam-se o *Bifidobacterium* e o *Lactobacillus* em especial o *Lactobacillus acidophilus* (THAMER; PENNA, 2006; SAAD, 2006).

Os micro-organismos *Lactobacillus acidophilus*, são bactérias gram-positivas, não formadoras de esporos, com as extremidades arredondadas que ocorrem isoladamente, em pares e em cadeias curtas (ALJEWICZ et al., 2014). Ainda de acordo com o mesmo autor, o grupo de *Lactobacillus acidophilus* contém Lactobacilos obrigatoriamente homofermentativos, porém, alguns podem ser heterofermentativos facultativos.

A espécie *Lactobacillus acidophilus* é citada desde 1921, por seus benefícios à regulação de desordens no trato digestório através da administração de leite fermentados contendo números elevados de *L. acidophilus* de origem humana. Este micro-organismo é pouco tolerante a salinidade e tem seu crescimento favorecido em meios sólidos. Entre os micro-organismos do gênero *lactobacillus* o *L. acidophilus* é o mais recomendado como suprimento dietético, por possuir alta capacidade de adesão ao epitélio intestinal, onde desempenha importante papel na melhoria da digestibilidade de produtos lácteos, além de diminuir os níveis de colesterol no intestino por sua co-precipitação com sais biliares e controle preventivo de infecções intestinais (NG; YEUNG; TONG, 2011).

De acordo com Vondruskova et al. (2010), os *Lactobacillus acidophilus* são Gram-positivas, produtoras de ácido láctico, desempenham um papel importante na resistência à colonização de organismos potencialmente patógenos. O ácido láctico produzido devido a fermentação dos probióticos reduz o pH do intestino delgado e, portanto, cria um ambiente desfavorável ao crescimento dos patógenos, que por sua vez preferem um meio de pH alcalino.

Difícilmente, patógenos se desenvolvem no meio com o *Lactobacillus acidophilus*, pois este produz ácido láctico, peróxido de hidrogênio e algumas outras substâncias que dificultam a colonização por patógenos no meio (THAMER; PENNA, 2006). Além disso, este micro-organismo produz alta quantidade de lactase, enzima que fraciona as moléculas do açúcar presente no leite (lactose) em açúcares mais simples (glicose e galactose), tornando o alimento de mais fácil digestão, ajudando assim aquelas pessoas com intolerância a lactose e que não produzem essa enzima. São bactérias probióticas porque resistem aos ácidos e à bile, sendo

capaz de sobreviver ao trânsito do trato gastrointestinal após serem ingeridos, com manutenção das cepas viáveis (MACEDO et al., 2008).

Os diferentes métodos de formulação de lácteos, como a liofilização, encapsulação e o armazenamento podem ocasionar modificação da estrutura das bactérias probióticas utilizadas nestes produtos. A viabilidade das bactérias durante o processamento industrial é um critério essencial para a qualidade das preparações bacterianas. Para tanto, a produção de culturas microbianas estáveis durante a proliferação é de grande interesse para a indústria de laticínios. Para tanto, Senz et al. (2015) realizaram um estudo do controle da morfologia celular de *Lactobacillus acidophilus* com o intuito de testar uma estabilidade celular aumentada durante o processamento industrial. E deduziram após análises que, dois pontos devem ser considerados ao escolher uma forma para a produção de *L. acidophilus* NCFM e outras bactérias em forma de bastonete prováveis, sendo: a forma da célula deve ser monitorada e considerada como um critério de qualidade importante durante o desenvolvimento do meio de crescimento e durante o processo de fermentação; e a composição do meio e a preparação deverão ser adaptadas para as propriedades da célula, tais como o comportamento de estabilidade, durante o processamento e o armazenamento subsequente.

As propriedades probióticas do *Lactobacillus acidophilus* NS1 foram investigadas num estudo realizado por Song et al. (2015), com dieta controlada em cobaias durante 10 semanas, sendo um grupo alimentado com uma dieta rica em gorduras (RG), e a outra, rica em gorduras e com o probiótico (RG + *L. acidophilus*). O colesterol total e o de lipoproteína de baixa densidade (LDL) foram significativamente mais baixos nos ratos alimentados com a dieta RG + *L. acidophilus*, do que aqueles alimentados com a dieta RG, enquanto que os níveis de colesterol de lipoproteína de alta densidade foram semelhantes entre estes 2 grupos. Assim, os pesquisadores sugeriram que o *Lactobacillus acidophilus* NS1 poderia ser um micro-organismo probiótico útil para produtos lácteos para baixar o colesterol e a melhoria da hiperlipidemia e metabolismo lipídico hepático.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE EXECUÇÃO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

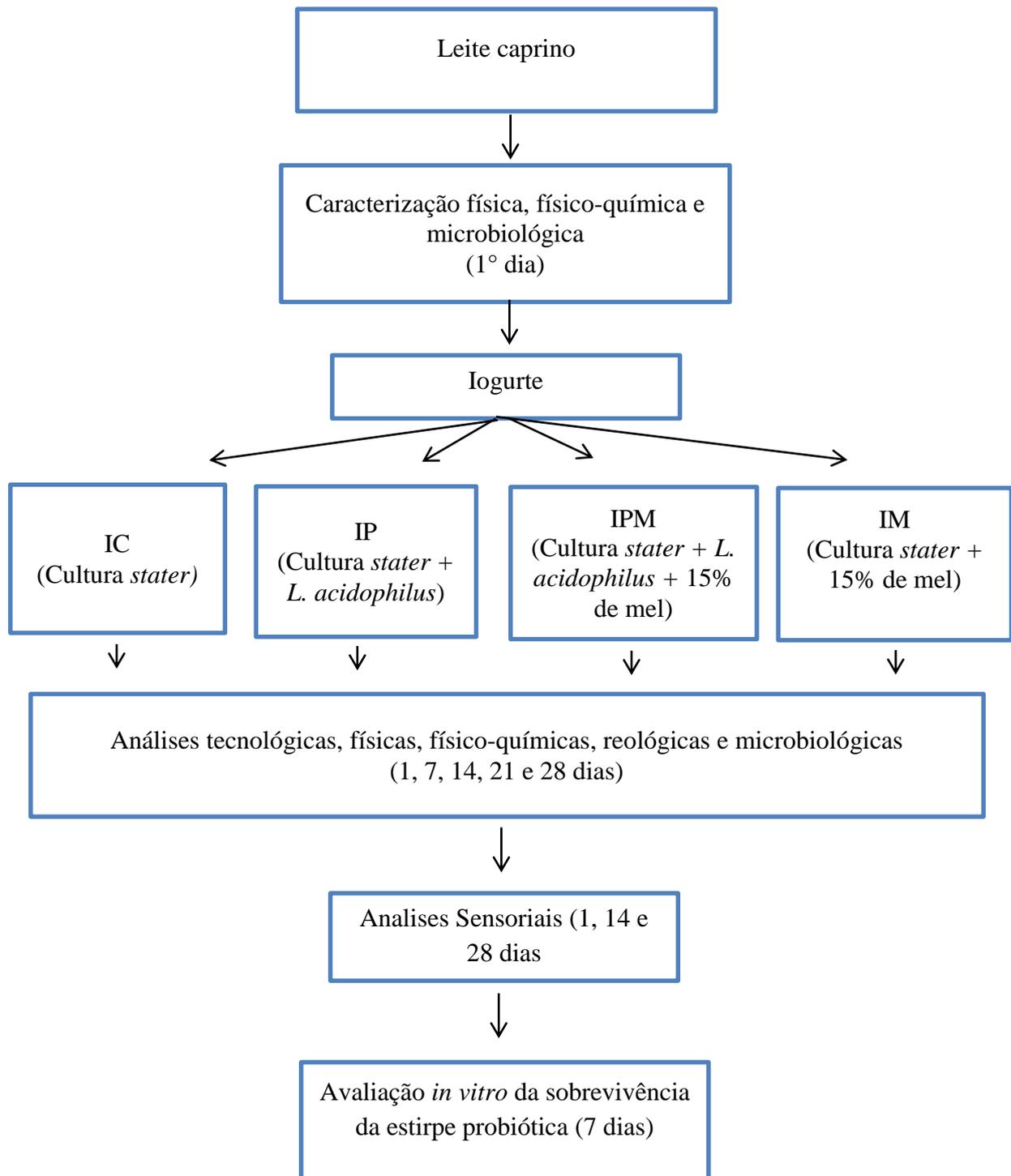
Os iogurtes foram elaborados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA); as análises físicas e físico-químicas foram conduzidas no Laboratório de Bromatologia

(LABROM); os testes de avaliação da sobrevivência das bactérias em condições gastrointestinais simuladas foram realizados no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (LMA) e as análises sensoriais, no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos (LASA), todos no Centro de Educação e Saúde (CES), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Cuité-PB. A avaliação da qualidade higiênico sanitária e a viabilidade láctica foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Ciências Médicas de Campina Grande/PB. As análises reológicas foram executadas no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Campina Grande/PB.

O leite de cabra *in natura* da raça *Toggenburg*, que foi obtido de um criador de cabras da cidade de Nova Floresta/PB, foi caracterizado de acordo com as características físicas, físico-químicas e microbiológicas. O mel de abelha nativa *Melipona scutellaris* foi coletado de uma meliponicultura situada na cidade de Bananeiras/PB. O açúcar cristal (União[®], Limeira, São Paulo, Brasil), a cultura *starter* (YF-L903, Christian Hansen[®], Valinhos, Minas Gerais, Brasil) composta por *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e a cultura probiótica (LA-05, Christian Hansen[®], Valinhos, Minas Gerais, Brasil) composta por *Lactobacillus acidophilus*, foram obtidos comercialmente.

O delineamento experimental está exposto na Figura 1. As amostras dos iogurtes foram denominadas: IC (iogurte caprino - controle), contendo a cultura convencional *starter* composta por *Streptococcus thermophilus* subsp. *thermophilus* e o *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (YF-L903); IP, contendo o micro-organismo probiótico *L. acidophilus* (LA-5), além da cultura *starter*; IPM, contendo o micro-organismo probiótico *L. acidophilus* (LA-5), além da cultura *starter* e 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM, contendo a cultura convencional *starter* e 15% de mel de abelha. Os iogurtes foram avaliados nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C), quanto às suas características tecnológicas, físicas e físico-químicas, reológicas, microbiológicas e nos dias 1, 14 e 28 quanto às suas características sensoriais e o efeito protetor (teste *in vitro*) da sobrevivência da estirpe probiótica foi avaliado após 7 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C).

Figura 1 - Delineamento experimental.



3.2 CONTROLE DE QUALIDADE DO LEITE CAPRINO

O leite caprino utilizado na elaboração dos iogurtes foi submetido à determinação dos parâmetros de acidez expresso em ácido láctico, pH, umidade, extrato seco total, proteínas,

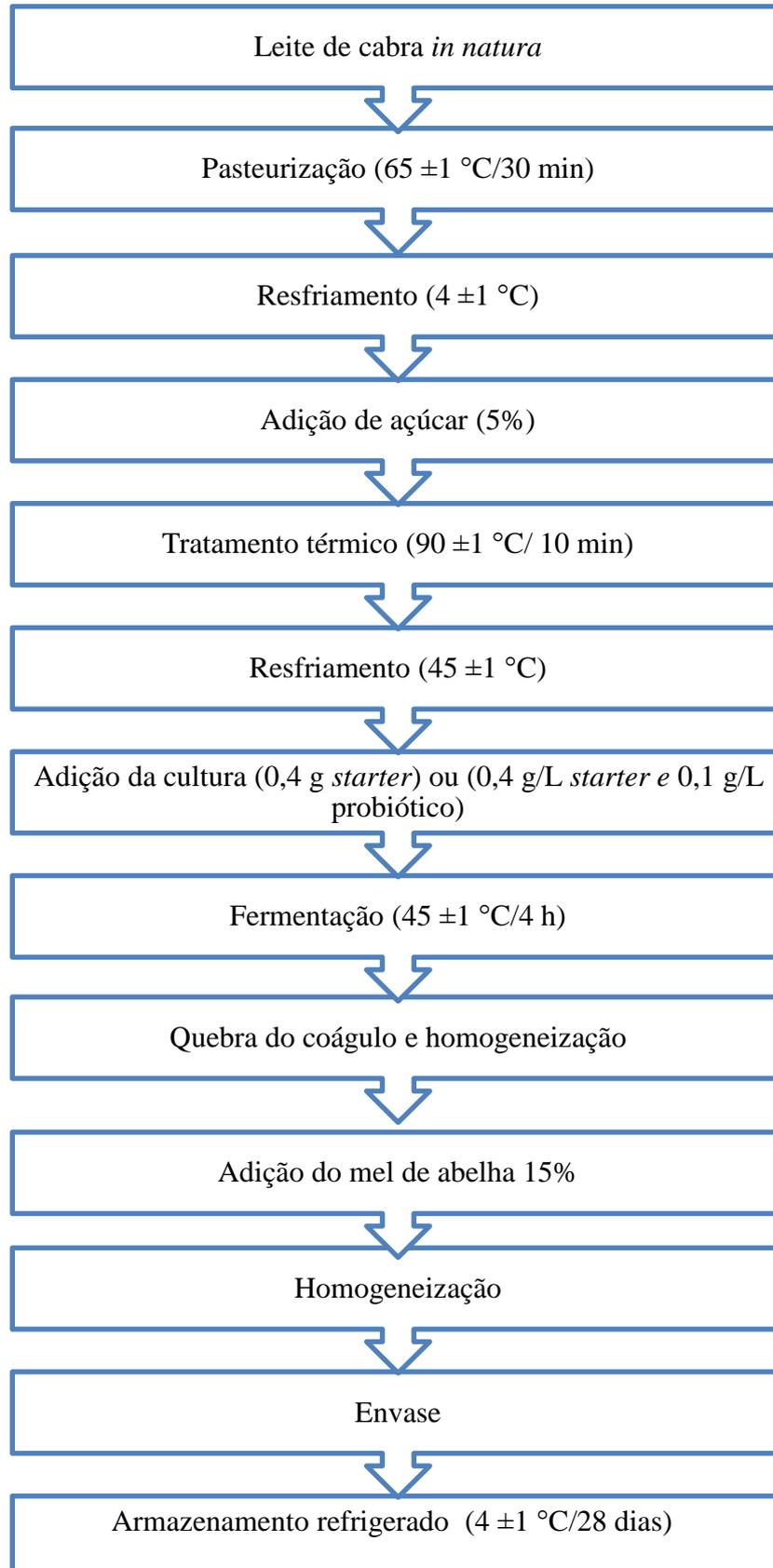
gordura, lactose e cinzas, conforme metodologias recomendadas pela *Association of Official Analytical Chemist Methods* (AOAC, 2012). A determinação dos parâmetros microbiológicos seguiu as metodologias recomendadas pela *American Public Health Association* (APHA, 2001), em que a matéria prima foi submetida à determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais (NMP/g) e termotolerantes (NMP/g); contagem de bolores e leveduras expressa em UFC/g (APHA, 2001); e contagem total de bactérias aeróbias mesófilas (Unidades Formadoras de Colônias por g - UFC/g).

3.3 ELABORAÇÃO DOS IOGURTES

Inicialmente, o leite de cabra foi pasteurizado (65 ± 1 °C/30 min), resfriado a 4 ± 1 °C e em seguida foi adicionado de 5% de sacarose, sendo, posteriormente, submetido a tratamento térmico (90 ± 1 °C/10 min). Posteriormente, o leite foi resfriado a 45 ± 1 °C e as culturas foram inoculadas, numa concentração de 0,4 g/L para a cultura *starter* composta por *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e 0,1 g/L da cultura probiótica (quando da necessidade da sua adição – IP e IPM).

A fermentação foi realizada em estufa (BOD) a uma temperatura de 45 ± 1 °C, durante 4 horas. O ponto final da fermentação do iogurte foi dado com base na verificação da firmeza do coágulo e determinação do pH, que deveria atingir no máximo 4,5. O produto, posteriormente, foi resfriado a 4 ± 1 °C. Em seguida, foi realizada a quebra do coágulo por agitação com bastão de vidro, até textura homogênea. Quando da necessidade e de acordo com o tratamento (IPM e IM), procedeu-se, então, a adição do mel numa proporção de 15%, e homogeneizou-se. Por fim, foi realizado o envase em garrafas de polietileno de alta densidade, com capacidade de 250 mL, seguido do armazenamento sob refrigeração (4 ± 1 °C) até a realização das análises. As etapas de processamento dos iogurtes podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma de processamento do iogurte com potencial probiótico adicionado de mel de abelha *Melipona scutellaris*.



3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO IOGURTE CAPRINO DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

Após o processamento, as amostras foram submetidas, em triplicata, às análises tecnológicas, físicas e físico-químicas, reológicas, microbiológicas, sendo que estas análises foram feitas durante a vida de prateleira, correspondendo aos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C). As análises sensoriais foram realizadas nos tempos 1, 14 e 28 dias e a avaliação *in vitro* da sobrevivência da estirpe probiótica foi realizada após 7 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C).

3.4.1 Análises tecnológicas

Na avaliação das características tecnológicas, foram determinadas a cor e a sinerese. Para tanto, a cor foi medida utilizando o colorímetro Konica Minolta (modelo CR 400) e a suscetibilidade do iogurte a sofrer separação da água do coágulo (sinerese) foi determinada pelo método de drenagem, onde 30 gramas da amostra foram distribuídas sobre um papel filtro na parte superior de um funil acoplado a um elermeyer de 100 mL. Sendo calculado o índice de sinerese após 5 horas a 4 °C (RIENER et al., 2010), utilizando-se a Equação:

$$(\%) \text{ SINÉRESE: } [(\text{massa do soro de leite, após filtração} / \text{massa da amostra de iogurte}) \times 100] \quad \text{Eq. 1}$$

3.4.2 Análises físicas e físico-químicas

Os leites fermentados foram submetidos às análises de composição física e físico-química de acordo com as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemist Methods* (AOAC, 2012) e Andreatta et al. (2007). Para tanto, foram realizados os seguintes ensaios: a determinação da atividade de água foi realizada em temperatura de 25 °C em Aqualab®; o pH foi mensurado em potenciômetro digital, modelo Q400, Quimis®, Diadema, São Paulo, Brasil; acidez em ácido láctico por titulação; umidade e extrato seco total (EST), por secagem em estufa estabilizada a 105 °C até obtenção de massa constante; determinação de resíduo mineral fixo (RMF), por carbonização seguida de incineração em forno mufla a 550 °C; determinação de gordura, pela utilização do lacto-butirômetro de Gerber e os açúcares totais, pela redução de Fehling; para proteína e índice proteolítico foi utilizado o

método MicroKjedahl e foram avaliados os índices de extensão e profundidade de proteólise (ANDREATTA et al., 2007) utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{IEP} = (\text{NS em pH 4,6}) / \text{NT} \times 100; \quad \text{Eq. 2}$$

$$\text{IPP} = (\text{NS em TCA}) / \text{NT} \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

Onde, IEP – Índice de extensão da proteólise; IPP – Índice de profundidade da proteólise; NS – Nitrogênio solúvel; NT – Nitrogênio total; TCA- Ácido tricloroacético

3.4.3 Análise reológica: Viscosidade aparente

Para as medidas de viscosidade aparente foi utilizado o viscosímetro *Brookfield* (modelo *DV II+Pro*), com banho termostático acoplado para controlar a temperatura das amostras (5 °C). Para tanto, foram tomados 7,5 mL das amostras, sendo utilizado o dispositivo para pequenas amostras, com *spindle* SC4-21, com as leituras da viscosidade aparente (mPa.s) sendo feitas na velocidade de rotação de 40 rpm.

3.4.4 Avaliação da qualidade higiênico sanitária e da viabilidade das bactérias lácticas.

As análises microbiológicas constaram na avaliação da qualidade higiênico sanitária e na avaliação da viabilidade das bactérias lácticas. No controle de qualidade foram realizados os seguintes ensaios: contagem de coliformes totais e termotolerantes expressa em NMP/g, contagem de bolores e leveduras expressa em UFC/g (APHA, 2001). No que se refere à avaliação da viabilidade das bactérias lácticas, a contagem de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* foi feita de acordo com a APHA (2001) e a contagem de *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus* subsp. *bulgaricus* seguiu metodologias de Shah e Ravula (2000) Lima et al. (2009), respectivamente.

3.4.5 Análises sensoriais

Essa pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba e aprovada sob o número

do Protocolo 111.523/2012, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) (ANEXO A).

Antes das análises sensoriais, os iogures foram submetidos às análises microbiológicas para avaliar a qualidade higiênico-sanitária, verificando se os iogurtes estavam dentro dos padrões recomendados pela legislação vigente (BRASIL, 2007).

Foram realizados testes de aceitabilidade, intenção de compra e preferência relativa entre as amostras, segundo Faria e Yotsuyanagi (2002). No teste de aceitabilidade foram empregados os critérios estabelecidos por Amerine, Pangborn e Roessler (1967). Para tanto, um painel não treinado constituído por 70 provadores (alunos, professores e funcionários da UFCG/CES que foram selecionados com base nos hábitos e interesse em consumir iogurte, constituídos tanto pelo gênero feminino como masculino, com faixa etária variando de 18 a 45 anos de idade, não apresentando nenhum problema de saúde ou deficiência física que viesse a comprometer a avaliação sensorial dos produtos, especificamente relacionado a três dos sentidos humano: olfato, paladar e visão) assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice A) e analisaram as amostras de iogurtes elaborados.

Foram avaliados a aparência, cor, aroma, sabor, consistência e aceitação global. Os provadores atribuíram valores às amostras, numa escala hedonística estruturada com nove pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo). Os formulários (Apêndice B) destinados a este teste continham campos que possibilitam aos provadores anotar descrições que julgassem importantes. Os iogurtes foram considerados aceitos se obtivessem média = 7,0 (equivalente ao termo hedônico “gostei moderadamente”).

A preferência relativa entre as amostras de iogurtes foi conduzida segundo delineamento de ordenação em blocos casualizados com os 70 provadores não treinados, empregando-se teste de preferência, com notas que variaram de 1 (“amostra mais preferida”) a 4 (“amostra menos preferida”) (Apêndice C). Com a finalidade de se obter maiores informações sobre as características sensoriais de cada iogurte, os provadores foram instruídos a relatar os atributos sensoriais que contribuíram para a escolha das amostras “mais preferidas” e “menos preferidas”.

Paralelamente, também foi avaliada a intenção de compra. Para tanto, foi empregado uma escala hedônica estruturada com cinco pontos (1 = jamais compraria; 3 = talvez comprasse/talvez não comprasse; 5 = compraria), conforme formulário em Apêndice B.

Em ambos os testes, as amostras foram padronizadas e servidas, simultaneamente e de forma aleatória, a aproximadamente 4 °C, em copos de plásticos de cor branca codificados com números aleatórios de 3 dígitos. Juntamente com as amostras foram oferecidos aos provadores

bolacha e água e estes foram orientados a entre uma amostra e outra fazer o uso da bolacha e da água, para remoção do sabor residual, e a provarem estas da esquerda para direita. Os testes foram realizados em cabines individuais utilizando-se luz branca, longe de ruídos e odores, em horários que não compreendessem uma hora antes e duas horas após o almoço. No anexo A encontra-se o parecer do comitê de ética da UFPB.

3.5 AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DA BACTÉRIA PROBIÓTICA EM CONDIÇÕES GASTROINTESTINAIS SIMULADAS

Após processamento dos iogurtes, conforme metodologia descrita em 3.3, e armazenamento por 7 dias sob temperatura de refrigeração (4 ± 1 °C), procedeu-se a avaliação da sobrevivência da bactéria probiótica da seguinte forma:

3.5.1 Inoculação das matrizes de iogurtes

Apenas os iogurtes adicionados de *L. acidophilus* foram submetidos a essa análise (IP e IPM). Para tanto, um conjunto de cinco amostras rotuladas como C1, C2, C3, S1 e S2 foram produzidas. C1 e C2 foram os iogurtes controles duplicados, que foram inoculados com a cepa testada, mas não foram expostos às condições simuladas gastrointestinais, C3 foi o iogurte controle que não foi inoculado com a bactéria, mas foi exposto às condições simuladas gastrointestinais (usado para realizar assepticamente os ajustamentos de pH nas etapas sequenciais da digestão simulada). S1 e S2 foram os iogurtes inoculados e expostos às condições simuladas gastrointestinais. Todas as amostras mencionadas foram preparadas em frascos estéreis de 50 mL. Nestes recipientes, os iogurtes com a bactéria testada foram distribuídos em quantidades de 25 g cada.

3.5.2 Simulação das condições gastrointestinais

A via gastrointestinal que foi utilizada é descrita na Tabela 1, incluindo os compostos o tempo de exposição e as intensidades de agitação em todas as etapas. As agitações foram utilizadas para simular os movimentos peristálticos.

Tabela 1 - Condições de processamento utilizado em cada etapa de digestão simulada.

Etapa	Compartimento	Condições	Agitação (rpm)	pH final	Tempo de exposição (min)
1	Antes da boca	-	-	-	-
2	Boca	Soluções de saliva	200	6,9	2
3				5,5	10
4				4,6	10
5	Esôfago -	Solução estomacal	130	3,8	10
6	estômago	(pepsina)		2,8	20
7				2,3	20
8				2,0	20
9	Duodeno	Solução Intestinal (pancreatina + sais biliares)	45	5,0	30
10	Íleo		45	6,5	60

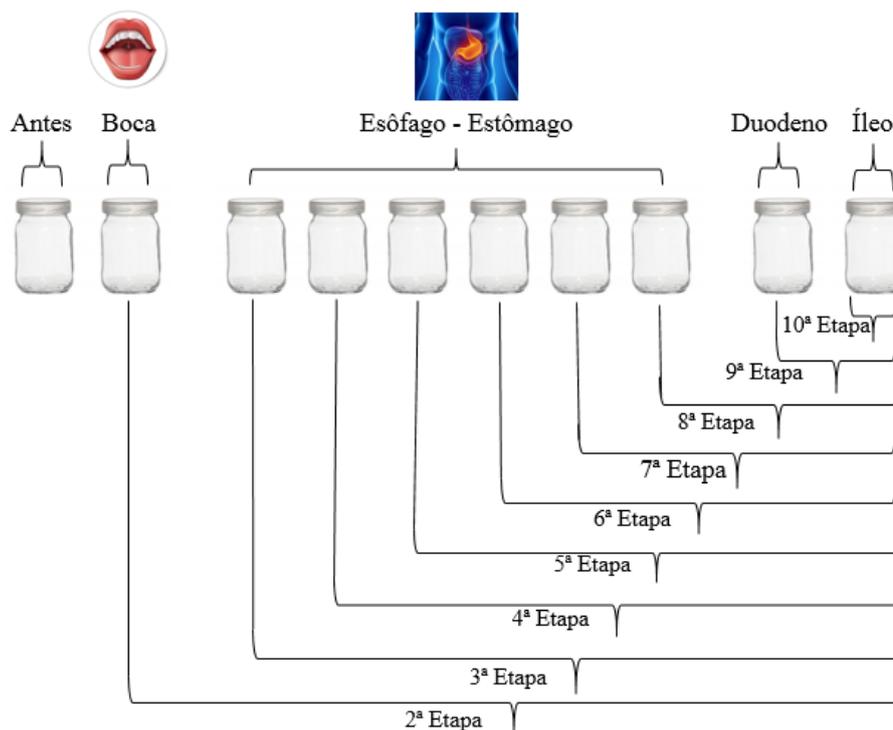
Após acondicionamento das amostras nos frascos de vidro, todos os grupos foram mantidos durante 7 dias em armazenamento refrigerado a ± 4 °C, que correspondeu ao tempo mínimo de vida de prateleira do iogurte caprino. A simulação consistiu em 10 etapas (MADUREIRA et al., 2011):

- **Etapa 1** (Antes da simulação): o iogurte foi avaliado sob condições antes de sua ingestão.
- **Etapa 2** (Boca): a mastigação foi simulada utilizando uma solução de saliva preparada com 100 U/mL de α -amilase (Sigma, St. Louis MO, USA) diluída em solução de CaCl_2 a 1 mM. A solução de saliva foi adicionada em 25 g das amostras a uma taxa de 0,6 mL/min, durante 2 min. O pH foi ajustado para 6,9, utilizando solução de NaHCO_3 a 0,1M.
- **Etapas 3 a 8** (Esôfago-estômago): a solução de pepsina foi adicionada a uma taxa de 0,05 mL para um total de 90 min. A solução de pepsina (Sigma) foi preparada em HCl a 0,1 N numa proporção de 25 mg/mL (AURA, 2005). Os pHs dessas etapas foram ajustados de acordo com a Tabela 1, utilizando solução de HCl a 1M.

- **Etapa 9 (Duodeno):** foi adicionada solução intestinal a uma taxa de 0,25 mL/mL (LAURENT; BESANCON; CAPORICCIO, 2007). Essa solução foi preparada utilizando 2 g/L de pancreatina (Sigma) e 12 g/L de sais biliares (Sigma, St. Louis MO, USA), diluídos em solução de NaHCO_3 a 0,1 M. Para o ajuste do pH, adicionou-se solução de NaHCO_3 a 0,1 M.
- **Etapa 10 (Íleo):** foi adicionada solução de NaHCO_3 a 0,1 M para um aumento do pH para 6,5.

Todas as soluções das enzimas foram preparadas em frascos e esterilizadas por filtração, usando membrana filtrante de 0,22 μm (Milipore, Billerica MA, USA) antes de serem utilizadas. Após esterilização, todas as soluções foram mantidas em banho de gelo durante todo o período de simulação. Uma câmara de incubação a 37 °C e agitação mecânica foi usada para simular a temperatura do corpo humano e os movimentos peristálticos, com intensidades semelhantes às atingidas em cada compartimento digestivo. A Figura 3 representa um esquema referente à adição das substâncias de cada etapa nas amostras que foram submetidas às condições gastrointestinais simuladas.

Figura 3 - Representação esquemática da adição das substâncias de cada etapa nas amostras que foram submetidas às condições gastrointestinais simuladas.



3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Para a avaliação dos resultados referentes às análises tecnológicas, físicas e físico-químicas, reológicas, aceitação sensorial, intenção de compra dos produtos e do teste *in vitro* da simulação do trato gastrointestinal foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey, utilizando o nível de significância de 5%, para comparação das médias. Para o cálculo destes dados, utilizou-se o programa - Statistics Analyt Systems, versão 8.12 (SAS Institute, Inc., Cary, NC.) (SAS, 1999). Os gráficos foram montados utilizando o programa GraphPad Prism[®] 6 (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, EUA).

Os resultados dos testes sensoriais de ordenação-preferência foram analisados de acordo com o teste de Friedman, utilizando-se da Tabela de Newell Mac Farlane (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

REFERÊNCIAS

ADAM, J. K.; ODHAV, B.; BABU NAIDU, K. S. Probiotics: recent understandings and biomedical applications. **Current Trends in Biotechnology and Pharmacy**, v. 6, n. 1, p. 1–14, 2012.

AHMED, S. A. et al. Identification of potent antioxidant bioactive peptides from goat milk proteins. **Food Research International**, v. 74, n. 2, p. 80–88, 2015.

AHMADOVA, A. et al. Antimicrobial and antifungal activities of *Lactobacillus curvatus* strain isolated from homemade Azerbaijani cheese. **Anaerobe**, v. 20, n.1, p. 1-8, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. Atualizado em agosto, 2007. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 20 out. 2016.

ALJADI, A. M.; KAMARUDDIN, M. Y. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. **Food Chemistry**, v. 85, n.2, p. 513-518, 2004.

ALJEWICZ, M.; SIEMIANOWSKA, E.; CICHOSZ, G.; TONSKA, E. The effect of probióticos (*Lactobacillus rhamnosus* HN001, *Lactobacillus paracasei* LPC-37, and *Lactobacillus acidophilus* NCFM) on the availability of minerals from Dutch-type cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 2, p. 4824 – 4831, 2014.

ALVAREZ-SUAREZ, J. M., et al. Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 5, p. 1508- 1516, 2012.

ALVES, L. L., et al. Aceitação sensorial e caracterização de frozenyogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.9, p. 2595 – 2600, 2009.

AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists**. 19th ed., Ass. Off. Analytical. Chem., Washington, USA. 2012.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the**

microbiological examination of foods. 4. ed., cap. 7, p. 63 – 67, 2001.

ARAÚJO, E. A., et al. Development of a symbiotic cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 and inulin. **Journal of Functional Foods**, v.2, n.1, p.85-89, 2010.

ARAÚJO, T. F., et al. Desenvolvimento de iogurte tipo Sundaes sabor maracujá feito a partir de leite de cabra. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Torres**. v. 67, n. 384, p. 48-54, 2012.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro - fatores limitantes e ações de mitigação. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**. v. 11, n. 2, p. 1-9, 2015.

BERGILLOS-MECA, T., et al. The probiotic bacterial strain *Lactobacillus fermentum* D3 increases in vitro the bioavailability of Ca, P, and Zn in fermented goat milk. **Biological Trace Element Research**, v.151, n.2, p.307–314, 2013.

BEZERRA, M. F.; SOUZA, D. F. S; CORREIA, R. T. P. Acidification kinetics, physicochemical properties and sensory attributes of yoghurts prepared from mixtures of goat and buffalo milks. **International Journal of Dairy Technology**. v.65, n.3, p. 437- 443, 2012.

BIZZARIA, D. K.; FILGUEIRAS, C. T. Análise microbiológica de mel de abelha, consumido no município de Campo Grande-MS. **Higiene Alimentar**. v. 17, n.2, p. 104-105, 2003.

BOMFIM, M. A. D. et al. Produção e qualidade do leite de cabra no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 23, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Zootecnia do futuro: Produção Animal Sustentável. Foz do Iguaçu: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013. p. 4711-4718.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. **Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados**. Instrução Normativa N.º 46, de 23 de outubro de 2007.

CAMPOS, G.; MODESTA, R. C. D. Diferenças sensoriais entre mel floral e mel de melato. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 59, n. 1-2, p. 7-14, 2000.

CASTRO, M. F. P. M.; ATHIE, I.; OLIVEIRA, J. J. V.; OKAZAKI, M. M. **Segurança em laboratórios: riscos e medidas de segurança em laboratorios de microbiologia de alimentos e de química**. Campinas: ITAL, 2002. 92 p.

CHOI, S. Y.; CHUNG, M. J.; LEE, S. J.; SHIN, J. H.; SUNG, N. J. N-nitrosamine inhibition by strawberry, garlic, kale, and the effects of nitrite-scavenging and N-nitrosamine formation by functional compounds in strawberry and garlic. **Food Control**, v. 18, n. 5, p. 485–491. 2007.

COLLADO, M. C.; ISOLAURI, E.; SALMINEN, S.; SANZ, Y. The impact of probiotic on gut.health. **Current Drug Metabolism**, v. 10, n. 1, p. 68-78, 2009.

DERRIEN, M.; VAN H.V.J.E.T. Fate, activity, and impact of ingested bacteria within the human gut microbiota. **Trends in Microbiology**. v. 2, n. 3, p. 354-66, 2015.

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

FAO/WHO. **Guidelines for the evaluation of probiotics in food**. Food and agriculture Organization of the United Nations and World Health. Organization Working group report. London Ontario, Canadá, 2002. Disponível: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/wgreport2.pdf>. Acesso em 10 de outubro 2016.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116 p.

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

FREITAS, D. G. F.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Nível tecnológico e rentabilidade de produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 1, p. 171-188, 2004.

GARCÍA, et al. Improvements in goat milk quality: A review. **Small Ruminant Research**. v. 121, n. 1, p. 51–57, 2014.

GIONCHETTI, P., et al. Highdose probiotics for the treatment of active pouchitis. **Diseases of the Colon and Rectum**, v. 50, n. 12, p. 2075–2084, 2007.

GOMES, J. J. L., et al. Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of the two milks. **LWT-Food Science and Technology**. v. 54, n. 1, p. 18-24, 2013.

GUERRINI, A., et al. Ecuadorian stingless bee (*Meliponinae*) honey: A chemical and functional profile of an ancient health product. **Food Chemistry**. v. 114, n. 4, p.1413-1420, 2009.

GRASSO, S., et al. Healthy processed meat products - Regulatory, reformulation and consumer challenges. **Trends in Food Science & Technology**. v. 39, n. 1, p. 4-17, 2014.

HAENLEIN, G. F. W.; ANKE, M. Mineral and trace element research in goats: A review. **Small Ruminant Research**, v. 95, n. 1, p. 2–19, 2011.

HOLD, K. M.; BOER, D., ZUIDEMA, J.; MAES, R. A. A. Saliva as an analytical tool in toxicology. **International Journal of Drug Testing**, v.1, n. 1, p. 1–36, 1995.

KALLIOMÄKI, M.; SALMINEN, S.; POUSSA, T.; ARVILOMMI, H.; ISOLAURI, E. Probiotics and prevention of atopic disease: 4-year follow-up of a randomised placebo-controlled trial. **Lancet**, v. 361, n. 9, p. 1869–1871, 2003.

KÜCÜKCETIN, A., et al. Graininess and roughness of stirred yoghurt made with goat's, cow's or a mixture of goat's and cow's milk. **Small Ruminant Research**. v. 96, n. 2-3, p. 173-177, 2011.

LAURENT, C.; BESANCON, P.; CAPORICCIO, B. Flavonoids from a grape seed extract interact with digestive secretions and intestinal cells as assessed in an in vitro digestion/caco-2 cell culture model. **Food Chemistry**, v.100, n. 2, 1704–1712, 2007.

LAZADO, C. C. et al. *In vitro* adherence of two candidate probiotics from Atlantic cod and their interference with the adhesion of two pathogenic bacteria. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 148, n. 2-4, p. 252-259, 2011.

LEE, N. et al. Probiotic potential of *Lactobacillus* strains with anti-allergic effects from kimchi for yogurt starters. **LWT - Food Science and Technology**, v. 58, n. 1, p. 130-134, 2014.

LEE, Y. K.; SALMINEN, S. **Handbook of probiotics and prebiotics**. 2 ed. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. p. 443, 2009.

LIMA, E. T. et al., Evaluation in vitro of the antagonistic substances produced by *Lactobacillus* spp. isolated from chickens. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 71, n. 2, p. 103107, 2007.

LIMA, K. G. C.; KRUGER, M. F.; BEHRENS, J.; et al. Evaluation of culture media for enumeration of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium animalis* in the presence of *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 2, p. 491–495, 2009.

LÓPEZ-ALIAGA, I., et al. Calcium-supplemented goat milk does not interfere with iron absorption in rats with anaemia induced by dietary iron depletion. **Food Chemistry**, v.113, n.3, p.839–841, 2009.

LONGO, G. **Influência da adição de lactase na produção de iogurtes**. 2006 p. 109. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

LU, L.; WALKER, W. A. Pathologic and physiologic interactions of bacteria with the gastrointestinal epithelium. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 73, n. 6, p. 1124S–1130S, 2001.

MACEDO, L.N., et al. Efeito prebiótico do mel sobre o crescimento e viabilidade de *Bifidobacterium* spp. e *Lactobacillus* spp. em leite. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimento**. v. 28, n. 4, p. 935-936, 2008.

MACEDO JUNIOR, G. L., et al. Efeito de diferentes fontes de energia sobre a produção e Qualidade do leite e do queijo de cabras. **Veterinária Notícias**. v. 21, n. 1, p. 54-62, 2015.

MADUREIRA, A. R., et al. Protective effect of whey cheese matrix on probiotic strains exposed to simulated gastrointestinal conditions. **Food Research International**. v. 44, n. 1, p. 465–470, 2011a

MADUREIRA, A. R.; PINTADO, M. E.; GOMES, A. M.; MALCATA, F. X. Incorporation of probiotic bacteria in whey cheese: decreasing the risk of microbial contamination. **Journal of Food Protection**, v. 74, n. 7, p. 1194–9. 2011b.

MAINVILLE, I.; ARCAND, Y.; FARNWORTH, E. R. A dynamic model that simulates the human upper gastrointestinal tract for the study of probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, v. 99, n. 3, p. 287–296. 2005.

MARQUES, F. C. **Distribuição geográfica de espécies meliponíneos criados no Rio Grande do Norte**. 2006. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

MARTIN, F.; et al. Effect of oxidoreduction potential on aroma biosynthesis by lactic bacteria in nonfat yogurt. *Journal of Dairy Science*, v. 94, n. 2, p. 614–622, 2011.

MATHIAS, T. R. S. **Desenvolvimento de iogurte sabor café: avaliação sensorial e reológica**. 2011. p.191. Dissertação (Mestrado em Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

MATSUMOTO, S. et al. Probiotic *Lactobacillus* induced improvement in murine chronic inflammatory bowel disease is associated with the down-regulation of pro-inflammatory cytokines in lamina propria monoclear cell. *Clinical and Experimental Immunology*, v. 140, n. 3, p. 417-429, 2005.

MATSUMOTO, M., et al. Promotion of intestinal peristalsis by *Bifidobacterium spp. capable* of hydrolysing sennosides in mice. *PloS one*. v. 7, n. 2, p. e31700, 2012.

MOREIRA, S. R; et al. Análise Microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras-MG. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.19 n.1 p. 147-152. 1999.

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina**. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. (Dissertação de Mestrado), Rio de Janeiro, 2008.

MARUYAMA, L. Y. et al. Textura instrumental de Queijo Petit–Suisse potencialmente probiótico: Influência de diferentes combinações de gomas. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 2, p. 386 – 388, 2006.

NAVARRO-ALARCÓN, M., et al. Levels of Se, Zn, Mg and Ca in commercial goat and cow milk fermented products: relationship with their chemical composition and probiotic starter culture. *Food Chemistry*, v.129, n. 2, p.1126–1131, 2011.

NG, E. W.; YEUNG, M.; TONG, P. S. Effects of yogurt starter cultures on the survival of *Lactobacillus acidophilus*. **International Journal of Food Microbiology**. v. 145, n.1, p. 169-175, 2011.

OLALLA, M., RUIZ-LÓPEZ, M. D., NAVARRO, M., ARTACHO, R., CABRERA, C., GIMÉNEZ, R., et al. Nitrogen fractions of Andalusian goat milk compared to similar types of commercial milk. **Food Chemistry**, v.113, n.2, p.835–838. 2009.

PARK, Y.W. Goat milk and human nutrition. In: FIRST ASIA DAIRY GOAT CONFERENCE, 1, 2012, Kuala Lumpur. **E-Proceedings**. Kuala Lumpur: Universiti Putra Malaysia and The Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2012, p. 31–38.

PARVEZ, S.; MALIK, K. A.; AH KANG, S.; KIM, H. Y. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. **Journal of Applied Microbiology**, v. 100, n. 6, p. 1171-1185. 2006.

PEREIRA, E. D.; PACIULLI, S. O. D.; HENRIQUE, J. R.; ARAÚJO, R. A. B. M.; TERÁNORTIZ, G. P. Caracterização de iogurte elaborado a partir de leite de cabra acrescido com polpa de uvaia (*Eugenia uvalhacambess*) In: II Jornada Científica da II Semana de Ciências e Tecnologia do IFMG Campus-BambuÍ 19 a 23 de Outubro de 2009. **Anais... Bambuí**. IFMG, 2009.

QUEIROGA, R. D. C. R. do E., et al. Elaboração de iogurte com leite caprino e geleia de frutas tropicais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p. 489-496, 2011.

RAMOS, T. M.; GAJO, A. A.; PINTO, S. M.; ABREU, L.R.; PINHEIRO, A. C. Perfil de textura de labneh (iogurte grego). **Revista Instituto Laticínios “Cândido Tostes”**, n. 369, n. 64, p.8-12, 2009.

RANADHEERA, R. D. C. S.; BAINES, S. K.; ADAMS, M. C. Importance of food in probiotic efficacy. **Food Research International**, v. 43, n. 1, p. 1–7, 2010.

RANADHEERA, C.S.; EVANS, C.; ADAMS, M.; BAINES, S. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry**. v.135, n. 3, p. 1411–1418, 2012.

RANADHEERA, C. S.; EVANS, C.A.; ADAMS, M.; BAINES, S. K. Co-culturing of probiotics influences the microbial and physico-chemical properties but not sensory quality of

fermented dairy drink made from goats' milk. **Small Ruminant Research**. v.136, n.2, p. 104–108, 2016.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**. v.89, n. 1, p.225-233, 2010.

RIENER, J. et al. A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks. **Food Chemistry**. v.119, n. 2, p.1108-1113, 2010.

ROBIN, M. S. **Avaliação de diferentes marcas de leite UHT comercializadas no estado do rio de janeiro e o efeito da fraude por aguagem na fabricação, composição e análise sensorial de iogurte**. 2011 p. 98. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2011.

ROCHET, V., et al. Survival of *Bifidobacterium animalis* DN-173 010 in the faecal microbiota after administration in lyophilised form or in fermented product a randomised study in healthy adults. **Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology**. v. 14, n. 1–3, p. 128–36. 2008.

RYBAK-CHMIELEWSKA, H. **Honey**. In: TOMASIK, P. (Ed.) Chemical and functional properties of food saccharides. Boca Raton: CRC Pres, 2004. 440p

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 42, n. 1, p. 01-16, 2006.

SALADO, G. A.; ANDRADE, M. O. Processamento e qualidade nutricional do iogurte. **Boletim Cultura**, v. 7, n. 2, p. 1-35, 1989.

SANTOS, B. M., et al. Caracterização físico-química e sensorial de queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e de leite de vaca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 3, p. 302-310, 2011.

SAS Institute. **SAS User's Guide: Statistics; Version 8.0**. SAS Institute, Cary, NC, USA. 1999.

SENZ, M., et al. Control of cell morphology of probiotic *Lactobacillus acidophilus* for enhanced cell stability during industrial processing. **International journal of food microbiology**. v.192, n. 3, p. 34-42, 2015.

SHORI, A. B.; BABA, A. S. Survival of Bifidobacterium bifidum in cow-and camel-milk yogurts enriched with Cinnamomum verum and Allium sativum. **Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences**. v. 18, n.2, p. 7-11, 2015.

SILANIKOVE, N., et al. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**. v.89, n.2, p. 110-124, 2010.

SILVA, A. M. et al. Effect of *Bifidobacterium longum* ingestion on experimental salmonellosis in mice. **Journal of Applied Microbiology**, v. 97, n.1, p. 29-37, 2004.

SILVA, A. M. T. **Elaboração de Iogurte com Propriedades Funcionais Utilizando *Bifidobacterium Lactis* e Fibra Solúvel**. 2013. 60f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

SILVA, T. M. S., et al. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 29, n. 1, p. 10-18, 2013.

SONG, M. et al. Effect of *Lactobacillus acidophilus* NS1 on plasma cholesterol levels in diet-induced obese mice. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 3, p. 1492-1501, 2015.

SOUZA, R. C. S.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L. Valor nutricional do mel e pólen das abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 2, p. 333-336, 2004.

SOUZA, B. A., et al. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona Illiger*, 1806 (*Apidae: Meliponini*) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Química nova**. v. 32, n. 2, p. 303-308, 2009.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 2ed. New York: Academic Press, 1993. 337,p.

STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, T. T.; GOMES, R. C. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.**, , v.43, n. 2, p. 181-194, 2007.

SUMARMONO, J., SULISTYOWATI, M., SOENARTO. Fatty Acids Profiles of Fresh Milk, Yogurt and Concentrated Yogurt from Peranakan Etawah Goat Milk. **Procedia Food Scienc.** v. 3, n. 2, p. 216 – 222, 2015.

TAMINE, A; ROBINSON, R. **YOGHURT, Science and Technology.** Boca Raton: CRC press. 2000.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.

THUM, C., et al. Composition and enrichment of caprine milk oligosaccharides from New Zealand Saanen goat cheese whey. **Journal of Food Composition and Analysis.** v. 42, n. 2, p. 30–37, 2015.

TORAL, P. G., et al. Comparison of the nutritional regulation of milk fat secretion and composition in cows and goats. **Journal of dairy Science.** v.98, n.10, p. 7277-7297, 2015.

TRIPATHI, M.K., GIRI, S.K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. **Journal of Functional Foods.** v. 9, n.12, p. 225–241, 2014.

VARCOE, J.; SUI, J.; LEIGHTON, S.; BUSTA, F.; BRADY, L. Variable response to exogenous *Lactobacillus acidophilus* NCFM consumed in different delivery vehicles. **Journal of Applied Microbiology.** v. 93, n. 5, p. 900–906, 2002.

VEISSEYRE, Roger. **Lactologia Técnica. Composicion, Recogida, Tratamento y Transformación de La Leche.** Editora Acríbia. 2º Edição-Espana. 1980.

VONDRUSKOVA, H.; SLAMOVA, R.; TRCKOVA, M.; ZRALY, Z.; PAVLIK, I. Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: a review. **Veterinarni Medicina,** v. 55, n. 5, p. 199-224, 2010.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; TEIXEIRA F. C. Alimentos funcionais: conceitos básicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 20 p. – (**Embrapa Clima Temperado. Documentos, 312**), 2010.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Enumeration of *L. casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products.

International Dairy Journal. v. 10, n. 4, p. 271-275, 2000.

VIT, P.; DELIZA, R.; PÉREZ, A. How a huottuja (Piaroa) community perceives genuine and false honey from the Venezuelan Amazon, by free-choice profile sensory method. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 21, n. 5, p. 786-792, 2011.

WALLACE, T. C.; GUARNER, F.; MADSEN, K.; CABANA, M. D.; GIBSON, G.; HENTGES, E.; SANDERS, M. E. Human gut microbiota and its relationship to health and disease. **Nutrition Reviews**. v. 69, p. 7, p. 392–403, 2011.

XIAO, J. Z., et al. Effect of probiotic *Bifidobacterium longum* BB536 in relieving clinical symptoms and modulating plasma cytokine levels of Japanese cedar pollinosis during the pollen season. A randomized double-blind, placebo-controlled trial. **Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology**. v. 16, n. 12, p. 86–93. 2006.

YANGILAR, F. As a Potentially Functional Food: Goats' Milk and Products. **Journal of Food and Nutrition Research**. v. 1, n. 4, p. 68-81, 2013.

ZHAO, Y., et al. Construction and immunogenicity of the recombinant *Lactobacillus acidophilus* pMG36e-E0-LA-5 of bovine viral diarrhea virus. **Journal of Virological Methods**. v. 225, n.2, p. 70–75, 2015.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO – ARTIGO ORIGINAL

A partir do presente estudo, um artigo original será elaborado e submetido ao periódico **LWT - Food Science and Technology**.

ARTIGO

Iogurte caprino probiótico adicionado de mel de abelhas *Melipona scutellaris*: avaliação da qualidade e do efeito protetor da matriz alimentar sobre o *Lactobacillus acidophilus*

Jéssica Lima de Moraes^a, Mayra da Silva Cavalcanti^b, Regilane Marques Feitosa^c, Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo^c, Tamires Alcântara Dourado Gomes^a, Juliana Késsia Barbosa Soares^a, Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga^a, Maria Elieidy Gomes de Oliveira^{a*}

^aPrograma de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil

^bFaculdade de Ciências Médicas, 58.429-140, Campina Grande, Paraíba, Brasil

^cUnidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 58.429-970, Campina Grande, Paraíba, Brasil

*Autor a quem a correspondência deve ser endereçada; E-mail: elieidynutri@yahoo.com.br; Tel.: + 55 83 3216-7826; Fax: + 55 83 9.9688-6068.

Resumo: O iogurte caprino foi elaborado com adição de mel de abelha *Melipona scutellaris* e da cultura probiótica composta por *Lactobacillus acidophilus* (LA-5) e avaliado durante o armazenamento a 4 ± 1 °C, quanto aos aspectos tecnológicos, físicos, físico-químicos, microbiológicos, sensoriais e reológicos. De modo geral, observou-se que a adição da cepa probiótica na elaboração dos iogurtes influenciou nas características físicas e físico-químicas das amostras ($p > 0,05$) tais como alterações nos padrões de proteólise e sinerese. A adição do mel de abelha influenciou nas características de viscosidade aparente, onde as formulações que continham mel apresentaram aumento da viscosidade ao longo da vida de prateleira. Já em se

tratando da sobrevivência do *Lactobacillus acidophilus* frente às condições simuladas do trato gastrointestinal, observou-se que independente da adição de mel ou não, a matriz alimentar atuou como protetora da cepa adicionada, permitindo a sua chegada ao íleo em contagens viáveis para desempenhar sua função probiótica. Assim, constatou-se que a elaboração de iogurte com adição de mel e probiótico se apresenta como um potencial para investimento da indústria de produtos lácteos, cujas qualidades tecnológica, nutricional e sensorial foram satisfatórias.

Palavras-chave: leite de cabra; alimentos funcionais; digestão *in vitro*; características de qualidade; viscosidade. Digestão *in vitro*, armazenamento – vida de prateleira

1. Introdução

O leite caprino é altamente digestível e pode ser consumido por pessoas com alergia ou intolerância ao leite e aos produtos derivados do leite bovino (Haenlein, 2004; Mituniewicz-Malek et al., 2014). Entretanto, apresenta um sabor intenso restringindo a sua aceitação por consumidores (Gomes et al., 2013), o que pode vir a ser melhorado pela adição de ingredientes, tais como o mel de abelha, na elaboração de produtos lácteos como iogurtes e leites fermentados de origem caprina.

Os produtos do leite de cabra tornaram-se significativamente importantes em muitas partes do mundo (Haenlein, 2004). Apesar de seus desafios tecnológicos e de mercado (Bezerra et al., 2012; Gomes et al., 2013; Yamazi et al., 2013), o leite caprino apresenta algumas vantagens em relação ao leite de vaca, incluindo características nutricionais, funcionais e tecnológicas especiais tais como a capacidade de melhorar a absorção de ferro e cobre (Barrionuevo et al., 2002; Silanikove et al., 2010).

Como o aumento do interesse por parte dos consumidores pelos efeitos benéficos dos probióticos para a saúde, muitos produtos têm sido propostos como alimentos portadores deste tipo de micro-organismo para melhorar a saúde e nutrição das pessoas (Ranadheera et al., 2013). Dentro desse contexto, o iogurte de leite de cabra torna-se um produto com grande potencial para transportar bactérias probióticas (Hekmat & Reid, 2006; Settachaimongkon et al., 2014) e desempenhar efeitos de funcionalidade no organismo humano, como prevenção e tratamento de doenças gastrointestinais, modulação do sistema imunológico, efeitos anticolesterolêmicos e atividade anticancerígena (Parkes et al., 2010).

Do ponto de vista tecnológico e sensorial, a adição de mel de abelha nativa *Melipona scutellaris* ao iogurte pode representar vantagens tecnológicas e sensoriais, especialmente no que se refere a viabilizar o crescimento de micro-organismos probióticos durante o armazenamento do produto, além da presença do mel poder incrementar os aspectos nutricionais e funcionais do alimento, especialmente no que se refere ao potencial antioxidante e ao teor de prebióticos e ainda melhorar a aceitação de produtos elaborados a partir do leite caprino (Macêdo, 2008).

Desta forma, objetivou-se nesta pesquisa desenvolver iogurte caprino com potencial probiótico adicionado de mel de abelha *Melipona scutellaris* e caracterizar os aspectos tecnológicos, físicos, físico-químicos, reológicos, microbiológicos e sensoriais, assim como avaliar o efeito protetor da matriz alimentar sobre a cepa probiótica adicionada.

2. Material e Métodos

2.1 Matéria prima e Delineamento Experimental

O leite de cabra *in natura* da raça *Toggenburg*, que foi coletado de um criador de cabras da cidade de Nova Floresta/PB. O mel de abelha nativa *Melipona scutellaris* foi coletado de uma meliponicultura situado na cidade de Bananeiras/PB. O açúcar cristal (União[®], Limeira,

São Paulo, Brasil), a cultura starter (YF-L903, Christian Hansen[®], Valinhos, Minas Gerais, Brasil) composta por *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e a cultura probiótica (LA-05, Christian Hansen[®], Valinhos, Minas Gerais, Brasil) composta por *Lactobacillus acidophilus*, foram obtidos comercialmente.

As amostras dos iogurtes foram denominadas: IC (iogurte caprino - controle), contendo a cultura convencional *starter* composta por *Streptococcus thermophilus* e o *Lactobacillus delbrüeckii*, subsp. *bulgaricus* (YF-L903); IP, contendo o micro-organismo probiótico *L. acidophilus* (LA-5), além da cultura *starter*; IPM, contendo o micro-organismo probiótico *L. acidophilus* (LA-5), além da cultura *starter* e 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* IM, contendo a cultura convencional *starter* e 15% de mel de abelha. Foram realizados dois processamentos dos iogurtes, os quais foram avaliados nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C), quanto as suas características tecnológicas, físicas e físico-químicas, reológicas, microbiológicas, 1, 14 e 28 quanto as suas características sensoriais e 7 dias quanto as suas características de sobrevivência no trato gastrointestinal (TGI).

2.2 Caracterização do leite caprino

O leite caprino utilizado na elaboração dos iogurtes foi submetido à determinação dos parâmetros de acidez em ácido láctico, pH, extrato seco total, proteínas, gordura e lactose conforme metodologia recomendada pela *Association of Official Analytical Chemist Methods* (AOAC, 2012). A determinação dos parâmetros microbiológicos seguiu as metodologias recomendadas pela *American Public Health Association* (APHA, 2001), em que a matéria prima foi submetida à determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais (NMP/g) e termololerantes (NMP/g), contagem de bolores e leveduras expressa em UFC/g, e contagem total de bactérias aeróbias mesófilas (Unidades Formadoras de Colônias por g - UFC/g).

2.3 *Elaboração dos iogurtes*

Inicialmente, o leite de cabra foi pasteurizado ($65 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C} / 30 \text{ min}$), foi adicionado de 5% de sacarose, sendo, posteriormente, submetido a um tratamento térmico ($90 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C} / 10 \text{ min}$). Em seguida, o leite foi resfriado a $45 \text{ }^\circ\text{C} (\pm 1 \text{ }^\circ\text{C})$ e as culturas foram inoculadas, numa concentração de 0,4 g/L para a cultura *starter* e 0,1 g/L para a cultura probiótica isoladamente.

A fermentação foi realizada em estufa (BOD) a uma temperatura de $45 \text{ }^\circ\text{C} (\pm 1 \text{ }^\circ\text{C})$, por um período de 4 horas. O ponto final da fermentação do iogurte foi dado com base na verificação da firmeza do coágulo e determinação do pH, que deveria atingir no máximo 4,5. O produto, posteriormente, foi resfriado a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ e, em seguida, o coágulo foi quebrado mediante agitação manual com bastão de vidro. Procedeu-se, então, a adição do mel de abelha numa proporção de 15% para cada litro, e homogeneizou-se. Por fim, foi realizado o envase em garrafas de polietileno de alta densidade com capacidade de 250 mL, seguindo com armazenamento sob refrigeração ($4 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), e analisado nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias.

2.4 *Análises tecnológicas dos iogurtes*

Na avaliação das características tecnológicas foram determinadas a sinérese e a cor. A cor foi medida utilizando o colorímetro Konica Minolta – escala de cor (modelo CR 400) na escala L*(luminosidade), - Cor a* verde(-)/vermelho(+) e cor b* azul(-)/amarelo(+). A suscetibilidade a sinérese foi determinada pelo método de drenagem (Riener et al., 2010).

2.5 *Análises física e físico-química dos iogurtes*

Os iogurtes foram submetidos às análises de composição física e físico-química de acordo com as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemist Methods* (AOAC, 2012). Para tanto, foram realizados os seguintes ensaios: a determinação da atividade

de água foi realizada em temperatura de 25 °C em higrômetro Aqualab®; o pH foi mensurado em potenciômetro digital, modelo Q400, Quimis®, Diadema, São Paulo, Brasil; a acidez em ácido láctico por titulação; umidade e extrato seco total (EST), por secagem em estufa estabilizada a 105 °C até obtenção de massa constante; determinação de resíduo mineral fixo (RMF) por carbonização seguida de incineração em forno mufla a 550 °C; determinação de gordura pela utilização do lacto-butirômetro de Gerber e os açúcares totais pela redução de Fehling; e foram avaliados os índices de extensão e profundidade de proteólise (Andreatta et al., 2007) utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{IEP} = (\text{NS em pH 4,6}) / \text{NT} \times 100;$$

$$\text{IPP} = (\text{NS em TCA}) / \text{NT} \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

Onde, IEP – Índice de extensão da proteólise; IPP – Índice de profundidade da proteólise; NS – Nitrogênio solúvel; NT – Nitrogênio total; TCA – Ácido tricloroacético

2.6 Análise reológica – Viscosidade aparente dos iogurtes

A viscosidade aparente (mPa.s) dos iogurtes foi determinada, em triplicata, a 5 °C usando-se um viscosímetro *Brookfield* (modelo *DV II+Pro*) com dispositivo para pequenas amostras e *spindle* SC4-21. Para tanto, foram tomados 7,5 mL das amostras e as leituras da viscosidade aparente, durante a vida de prateleira, realizadas na velocidade de rotação de 40 rpm que corresponde a uma taxa de deformação de 37,2 s⁻¹.

2.7 Avaliação da qualidade microbiológica

As análises microbiológicas constaram na avaliação da qualidade higiênico sanitária, avaliação da viabilidade das bactérias lácticas e nos testes de viabilidade do probiótico. No controle de qualidade foram realizados os seguintes ensaios: contagem de coliformes totais e

termotolerantes expressa em NMP/g, contagem de bolores e leveduras expressa em UFC/g (APHA 2001). No que se refere à avaliação da viabilidade das bactérias lácticas, a contagem de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* foi feita de acordo com a APHA (2001) e a contagem de *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus* subsp. *bulgaricus* seguiram metodologia de Lima et al. (2009).

2.8 Análises sensoriais

As análises foram realizadas após 0, 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado. Os iogurtes foram submetidos aos testes de aceitabilidade e preferência relativa entre as amostras (Faria & Yotsuyanagi, 2002). No teste de Aceitabilidade foram empregados os critérios estabelecidos por Stone & Sidel (1993). Para tanto, um painel não treinado constituído por 70 provadores (selecionados com base nos hábitos e interesse em consumir iogurte) avaliaram as amostras de iogurtes caprinos adicionados de mel. Os provadores foram instruídos a analisar a aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global, utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos (1 = desgostei extremamente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei extremamente).

Paralelamente, também foi avaliada a intenção de compra. Para tanto, foi empregado uma escala hedônica estruturada de cinco pontos (1 = certamente não compraria; 3 = talvez comprasse/talvez não comprasse; 5 = certamente compraria).

A preferência relativa entre as amostras de iogurtes foi conduzida segundo delineamento de ordenação em blocos casualizados, empregando-se teste de preferência, com notas que variaram de 1 (“amostra mais preferida”) a 4 (“amostra menos preferida”). Em todos os testes, as amostras foram homogeneizadas e servidas simultaneamente e de forma aleatória, a aproximadamente 4 °C, em copos de plásticos.

2.9 Avaliação da sobrevivência da bactéria probiótica em condições gastrointestinais simuladas

Após processamento dos iogurtes, e armazenamento por 7 dias sob temperatura de refrigeração (4 ± 1 °C), procedeu-se da seguinte forma:

2.9.1 Inoculação das matrizes de iogurtes

Apenas os iogurtes adicionados de *L. acidophilus* foram submetidos a essa análise. Para tanto, um conjunto de cinco amostras rotuladas como C1, C2, C3, S1 e S2 foram produzidas. C1 e C2 foram os iogurtes controles duplicados, que foram inoculados com a cepa testada, mas não foram expostos às condições simuladas gastrointestinais, C3 é o iogurte controle que não foi inoculado com a bactéria, mas foi exposto às condições simuladas gastrointestinais (usado para realizar assepticamente os ajustamentos de pH nas etapas sequenciais da digestão simulada). S1 e S2 foram os iogurtes inoculados e expostos às condições simuladas gastrointestinais. Todas as amostras mencionadas foram preparadas em frascos estéreis de 50 mL. Nestes recipientes, os iogurtes com a bactéria testada foram distribuídos em quantidades de 25 g cada.

2.9.2 Simulação das condições gastrointestinais

A via gastrointestinal que foi utilizada é descrita na Tabela 1, incluindo os compostos o tempo de exposição e as intensidades de agitação em todas as etapas. As agitações foram utilizadas para simular os movimentos peristálticos.

A mastigação foi simulada de acordo com Hold et al. (1995) e Choi et al. (2007), utilizando uma solução de saliva preparada com 100 U/mL de 1- α -amilase diluída em solução de CaCl₂ a 1 mM, onde o pH foi ajustado para 6,9, utilizando solução de NaHCO₃ a 1 mM. Esta solução foi adicionada em 25 g das amostras a uma taxa de 0,6 mL/min, durante 2 minutos. Na etapa que simula as condições do esôfago-estômago foi adicionada solução de pepsina a uma taxa de 0,05 mL/mL durante 90 minutos. A solução de pepsina foi preparada em HCl a 0,1 N

numa proporção de 25 mg/mL. Nesta etapa, o pH foi reduzido para 2, utilizando solução de HCl a 1 M (Mainville et al., 2005). As condições do duodeno foram simuladas utilizando 2 g/L de pancreatina e 12 g/L de sais biliares, diluídos em solução de NaHCO₃ a 0,1 M. Esta solução foi adicionada no início da etapa a uma taxa de 0,25 mL/mL durante 30 min (Laurent; Besançon & Caporiccio, 2007). Finalmente, a etapa do íleo foi provocada por um aumento do pH para 6,5 utilizando solução de NaHCO₃ a 0,1 M. A simulação foi contínua, de modo que o volume de trabalho total aumentou (como acontece durante uma digestão real).

Tabela 1 - Condições de processamento utilizado em cada etapa de digestão simulada.

Etapa	Compartimento	Condições	Agitação (rpm)	pH final	Tempo de exposição (min)
1	Antes da boca	-	-	-	-
2	Boca	Soluções de saliva	200	6,9	2
3				5,5	10
4				4,6	10
5	Esôfago –	Solução estomacal	130	3,8	10
6	estômago	(pepsina)		2,8	20
7				2,3	20
8				2,0	20
9	Duodeno	Solução Intestinal (pancreatina + sais biliares)	45	5,0	30
10	Íleo		45	6,5	60

Todas as soluções das enzimas foram preparadas em frascos e esterilizadas por filtração, usando membrana filtrante de 0,22 µm (Milipore, Billerica MA, USA) antes de serem utilizadas. Após esterilização, todas as soluções foram mantidas em banho de gelo durante todo o período de simulação. Uma câmara de incubação a 37 °C e agitação mecânica foi usada para

simular a temperatura do corpo humano e os movimentos peristálticos, com intensidades semelhantes às atingidas em cada compartimento digestivo.

2.10 Análise dos dados

Os dados de todas as análises realizadas com o leite caprino foram avaliados através da média e desvio padrão, ao passo que, os resultados das análises tecnológicas, físico-químicas, microbiológicas e aceitação sensorial dos iogurtes elaborados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o nível de significância de 5%. Para o cálculo destes dados, utilizou-se o programa - Statistics Analy Systems, versão 8.12 (SAS Institute, Inc., Cary, NC.) (SAS 1999).

Os resultados dos testes sensoriais de ordenação-preferência foram analisados de acordo com o teste de Friedman, utilizando-se a tabela de Newell Mac Farlane, para determinar se as amostras diferiram significativamente entre si (Faria & Yotsuyanagi 2002).

3. Resultados e Discussão

3.1 Qualidade do leite de cabra

As análises da qualidade microbiológica do leite caprino atestaram a ausência de *Salmonella sp.* e *Listeria monocitogenes*, contagem de coliformes totais e coliformes termotolerantes < 3 NMP/g e valores < 1×10^1 UFC/g para contagem de bolores e leveduras. Estes dados caracterizaram a matéria-prima utilizada na produção dos iogurtes como adequada para o consumo humano e para a elaboração dos iogurtes.

Os resultados obtidos na caracterização física e físico-química do leite de cabra utilizado como matéria-prima estão expostos na Tabela 2. Os dados encontrados para análise físico-química do leite caprino foram similares aos encontrados por Gomes et al. (2013), Shi, Luo,

Zhang & Sheng (2015) e Toral et al. (2015), que também analisaram leite caprino na elaboração de bebidas fermentadas.

Tabela 2 – Valores Médios das variáveis físico-químicas do leite caprino.

Variáveis	Leite Caprino
pH	6,79 ± 0,00
Acidez em ácido láctico (g/100 g)	0,12 ± 0,02
EST (g/100 g)	13,55 ± 0,40
ESD (g/100 g)	10,40 ± 0,30
Proteína (g/100 g)	3,95 ± 0,03
Gordura (g/100 g)	3,15 ± 0,05
Lactose (g/100 g)	3,83 ± 0,00

EST – Extrato Seco Total; ESD – Extrato Seco Desengordurado.

3.2 Características tecnológicas dos iogurtes

As propriedades tecnológicas de bebidas fermentadas, tais como, cor, sinerese e viscosidade constituem importantes parâmetros que influenciam na qualidade do produto (Gallardo Escamilla, Kelly & Delahunty 2007; Rinaldone, Campderrós & Padilla 2012). Na Tabela 3 são apresentados os valores médios dos parâmetros de sinerese e cor dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

Tabela 3 – Valores médios das variáveis de sinerese e cor dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris* durante 28 dias de armazenamento refrigerado.

VARIÁVEIS	DIAS	IOGURTES			
		IC	IP	IPM	IM
Sinerese (%)	1	36,57 ± 0,48 ^{Bc}	39,48 ± 0,03 ^{Aa}	38,19 ± 0,28 ^{Ab}	35,01 ± 0,01 ^{Ad}
	7	39,27 ± 0,38 ^{Aa}	40,10 ± 0,15 ^{Aa}	34,36 ± 0,51 ^{Bc}	32,90 ± 0,15 ^{Bb}
	14	37,47 ± 0,40 ^{Bb}	39,71 ± 0,29 ^{Aa}	33,63 ± 0,18 ^{BCc}	33,26 ± 0,61 ^{Bc}
	21	36,48 ± 0,41 ^{Bb}	37,89 ± 0,16 ^{Ba}	32,33 ± 0,47 ^{Cc}	30,92 ± 0,12 ^{Cd}
	28	34,13 ± 0,19 ^{Cb}	37,32 ± 0,46 ^{Ba}	32,29 ± 0,55 ^{Cb}	30,42 ± 0,59 ^{Cc}
<i>Cor</i>					
L*	1	76,03 ± 0,34 ^{Db}	78,14 ± 0,46 ^{Ca}	75,03 ± 0,20 ^{Dc}	63,53 ± 0,04 ^{Dd}
	7	76,46 ± 0,07 ^{Dc}	79,10 ± 0,07 ^{Ba}	75,85 ± 0,07 ^{Cd}	78,00 ± 0,17 ^{Bb}

	14	87,02 ±0,20 ^{Aa}	81,42 ±0,13 ^{Ac}	81,92 ±0,13 ^{Ab}	79,36 ±0,12 ^{Ad}
	21	83,57 ±0,05 ^{Ca}	76,87 ±0,10 ^{Db}	76,69 ±0,13 ^{Bb}	75,81 ±0,18 ^{Cc}
	28	86,46 ±0,14 ^{Ba}	79,11 ±0,07 ^{Bb}	76,17 ±0,04 ^{Cc}	75,82 ±0,26 ^{Cc}
a*	1	-2,08 ±0,02 ^{Bb}	-2,24 ±0,03 ^{Dc}	-2,10 ±0,04 ^{Db}	-1,65 ±0,01 ^{Ba}
	7	-2,00 ±0,01 ^{Aa}	-2,16 ±0,02 ^{Cc}	-2,07 ±0,03 ^{Db}	-2,16 ±0,03 ^{Ec}
	14	-2,17 ±0,01 ^{Cb}	-2,03 ±0,02 ^{Ba}	-2,05 ±0,01 ^{Ca}	-2,04 ±0,01 ^{Da}
	21	-2,25 ±0,01 ^{Ed}	-1,67 ±0,01 ^{Ab}	-1,63 ±0,02 ^{Ba}	-1,77 ±0,01 ^{Cc}
	28	-2,20 ±0,02 ^{Dd}	-1,68 ±0,01 ^{Ac}	-1,17 ±0,02 ^{Aa}	-1,49 ±0,03 ^{Ab}
b*	1	4,21 ±0,10 ^{Dc}	4,50 ±0,03 ^{Eb}	5,49 ±0,02 ^{Ea}	4,61 ±0,01 ^{Db}
	7	4,42 ±0,01 ^{Cd}	4,68 ±0,01 ^{Dc}	5,82 ±0,02 ^{Da}	5,61 ±0,01 ^{Cb}
	14	5,29 ±0,01 ^{Ad}	5,85 ±0,01 ^{Cc}	7,05 ±0,02 ^{Ca}	6,61 ±0,01 ^{Bb}
	21	4,79 ±0,01 ^{Bd}	6,37 ±0,02 ^{Bc}	7,73 ±0,01 ^{Ba}	6,70 ±0,01 ^{Ab}
	28	5,18 ±0,01 ^{Ad}	6,79 ±0,01 ^{Ab}	7,80 ±0,01 ^{Aa}	6,68 ±0,01 ^{Ac}

IC – Iogurte caprino controle, adicionado da cultura *starter Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*; IP – Iogurte caprino adicionado da cultura *starter* e de 0,1% de *L. acidophilus*; IPM – Iogurte caprino adicionado da cultura *starter*, 0,1% de *L. acidophilus* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM – Iogurte caprino adicionado dos micro-organismos *starter* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

^{a-d} Média ±desvio-padrão com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) entre os tratamentos.

^{A-E} Média ±desvio-padrão com letras maiúscula diferentes na mesma coluna diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) ao longo do tempo.

A qualidade do iogurte também está relacionada à propensão à sinerese (separação do soro), pelo impacto gerado no consumidor na textura do alimento. A sinerese é caracterizada pela contração do gel com expulsão de líquido e pode ocorrer pelo rearranjo das caseínas ou micelas agrupadas nesta rede (Lee & Lucey, 2010). Nos fermentados com adição de leite de cabra uma menor sinerese é percebida e, conseqüentemente, uma maior consistência no gel é formada durante a vida de prateleira (Vargas et al., 2008).

Neste estudo, ao final do armazenamento todos os iogurtes apresentaram menor sinerese quando comparada ao primeiro dia de armazenamento refrigerado (p<0,05). Neste tempo, os iogurtes com mel apresentaram menor suscetibilidade a este fenômeno (p<0,05) quando comparados aos seus respectivos iogurtes bases sem adição de mel (IC *versus* IM e IP *versus* IPM). Esse fato pode ser explicado devido à característica de maior osmolaridade do mel, que levaria a atrair a água para as micelas e diminuir, portanto, a sua liberação para o meio. Ao contrário, quando as redes tridimensionais da proteína se tornam mais densas, gradualmente

perde a capacidade de atrair o soro, sendo expulso e facilmente observado na superfície de leites fermentados (Bezerra, Souza & Correia 2012).

A cor dos iogurtes foi medida usando os parâmetros L^* , a^* e b^* , onde L^* sinaliza a capacidade de um produto refletir ou transmitir a luz (luminosidade), com base numa escala que vai de 0 a 100. Dessa forma, os valores mais elevados de luminosidade resultam em objetos mais claros. Os produtos produzidos com leite caprino geralmente são mais brancos se comparados ao produzidos com leite bovino, devido à característica de que as cabras convertem o betacaroteno em vitamina A, além de produzirem glóbulos de gordura menores (Lucas et al., 2008). O parâmetro $-a^*$ é o componente verde, indicando em produtos lácteos caprinos, principalmente, seus perfis de ácidos graxos; já os valores de $+b^*$, componente amarelo, indicam uma possível ocorrência de proteólise, reação de *Maillard*, que escurecem a bebida diminuindo sua luminosidade através da produção de compostos escuros (Farkye, Smith & Schönrock 2001).

Os iogurtes elaborados apresentaram alta luminosidade (L^*) com predomínio do componente amarelo ($+b^*$) sobre o componente verde ($-a^*$), mesmo no iogurte controle, como pode ser observado na Tabela 2. O aumento do componente ($+b^*$) em todos os tratamentos, talvez possa ser justificado pela oxidação dos ácidos graxos que ocorre naturalmente neste tipo de matriz. A formação de compostos amarronzados é uma tendência nestes produtos durante o tempo de armazenamento, devido a reações de escurecimento não enzimático pela reação de *Maillard* (Farkye, Smith & Schönrock, 2001).

3.3 Características físicas e físico-químicas dos iogurtes

Na Figura 1 estão demonstrados os valores médios de acidez (a), pH (b) e açúcares totais (c) dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melípona scutellaris* durante 28 dias armazenamento refrigerado.

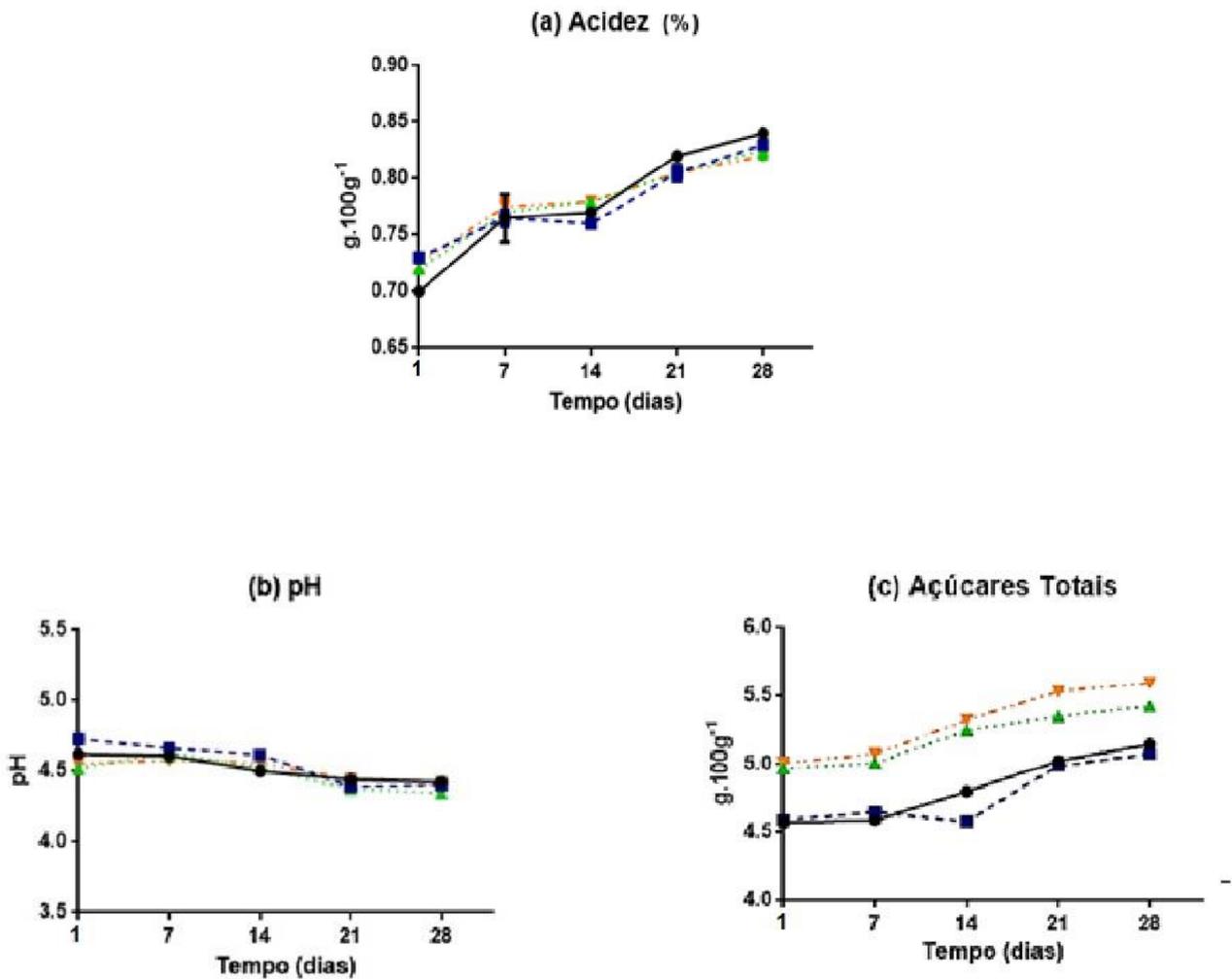


Figura 1 - Valores médios de acidez (a), pH (b) e açúcares totais (c) dos iogurtes caprinos probióticos adicionados de mel de abelha durante armazenamento refrigerado. IC (●) – iogurte controle adicionado da cultura starter (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*); IP (■) – Iogurte probiótico adicionado de *Lactobacillus acidophilus*; IPM (▲) – Iogurte probiótico adicionado de *Lactobacillus acidophilus* e mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM (▼) – iogurte adicionado da cultura starter *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e mel de abelha *Melipona scutellaris*.

Nesta pesquisa, observou-se que houve um aumento da acidez, com concomitante redução do pH, até o 28º dia de vida de prateleira para os iogurtes ($p < 0,05$), características essas

associadas a um ligeiro aumento dos açúcares totais a partir do 7º dia de armazenamento ($p < 0,05$), com exceção da amostra IP, em que o aumento dos açúcares totais foi observado a partir do 14º dia. Esse comportamento ocorreu, possivelmente, em função da ação das bactérias lácticas presentes que quebraram açúcares mais complexos em outros mais simples detectados pelo tipo de método analítico utilizado. Ademais, o aumento da acidez com concomitante redução do pH se deu em função da produção contínua de ácidos pelas bactérias lácticas (*starter* e/ou probiótica) durante o armazenamento e pela acidez natural do mel, como relatada por Machado (2015). O teor ácido do mel é proveniente de seus ácidos orgânicos, não detectáveis pelo método de acidez em ácido láctico que foi utilizado para mensurar a concentração de íons H^+ . Entretanto, ao determinar o pH a partir do pHmetro todos os ácidos presentes são considerados. Na presente pesquisa, os resultados de pH no 1º dia de armazenamento foram maiores do que os relatados por Matos et al. (2013) em estudo com iogurtes de leite de cabra e ovelha (4,15 a 4,50).

Destaca-se ainda que as formulações IM e IPM apresentaram maiores teores de açúcares totais, o que pode ser justificado pela adição de mel nestas formulações, cujos açúcares mais simples, a exemplo da glicose, podem ter sido identificados por meio do método utilizado.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios das variáveis físicas e físico-químicas dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melípona scutellaris* durante armazenamento refrigerado.

Tabela 4 – Valores médios das variáveis físicas e físico-químicas dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melípona scutellaris* durante 28 dias armazenamento refrigerado.

VARIÁVEIS	DIAS	IOGURTES CAPRINOS			
		IC	IP	IPM	IM
	1	0,981 ±0,010	0,979 ±0,000	0,980 ±0,000	0,981 ±0,000
Aa	7	0,979 ±0,010	0,980 ±0,010	0,981 ±0,000	0,980 ±0,010

	14	0,981 ±0,000	0,981 ±0,000	0,980 ±0,000	0,979 ±0,000
	21	0,981 ±0,010	0,980 ±0,010	0,979 ±0,000	0,981 ±0,010
	28	0,981 ±0,010	0,981 ±0,000	0,980 ±0,000	0,979 ±0,010
Umidade (g/100 g)	1	82,45±0,62 ^{Ba}	83,37±0,27 ^{Ba}	80,54 ±0,38 ^{Ab}	76,55 ±0,31 ^{Bc}
	7	83,80±0,29 ^{Aa}	81,24±0,17 ^{Cb}	80,13±0,13 ^{ABb}	80,28±0,86 ^{Ab}
	14	83,98±0,23 ^{Aa}	84,35±0,10 ^{Aa}	76,89 ±0,14 ^{Cb}	76,86 ±0,45 ^{Bb}
	21	81,92±0,03 ^{Ba}	81,84±0,09 ^{Ca}	79,27 ±0,20 ^{Bc}	80,63±0,12 ^{Ab}
	28	81,24 ±0,13 ^B	81,46 ±0,39 ^C	80,90 ±0,26 ^A	80,39 ±0,38 ^A
EST (g/100 g)	1	17,55±0,62 ^{Ac}	16,63±0,27 ^{Bc}	19,46 ±0,38 ^{Cb}	23,45 ±0,31 ^{Aa}
	7	16,20±0,29 ^{Bb}	18,76±0,17 ^{Aa}	19,87±0,13 ^{BCa}	19,72 ±0,86 ^{Ba}
	14	16,02±0,23 ^{Bb}	15,66±0,10 ^{Cb}	23,11 ±0,14 ^{Aa}	23,14 ±0,45 ^{Aa}
	21	18,08±0,03 ^{Ac}	18,16±0,09 ^{Ac}	20,73 ±0,20 ^{Ba}	19,37 ±0,12 ^{Bb}
	28	18,76±0,13 ^A	18,54±0,39 ^A	19,10 ±0,26 ^C	19,62 ±0,38 ^B
RMF (g/100 g)	1	0,81 ±0,01 ^a	0,73±0,02 ^{Bbc}	0,67 ±0,03 ^c	0,80±0,02 ^{ABab}
	7	0,88 ±0,02 ^a	0,72 ±0,03 ^{Bb}	0,76 ±0,04 ^{ab}	0,69 ±0,02 ^{Bb}
	14	0,90 ±0,01 ^a	0,72 ±0,01 ^{Bc}	0,80 ±0,00 ^b	0,86 ±0,03 ^{Aa}
	21	0,82 ±0,02	0,82 ±0,02 ^A	0,80 ±0,06	0,85 ±0,02 ^A
	28	0,87 ±0,04	0,90 ±0,02 ^A	0,81 ±0,04	0,84 ±0,06 ^A
Proteína (g/100 g)	1	3,80 ±0,00	3,84 ±0,00	3,78 ±0,08	3,93 ±0,07
	7	3,80 ±0,05	3,92 ±0,00	3,84 ±0,05	3,91 ±0,06
	14	3,86 ±0,02	3,87 ±0,03	3,83 ±0,03	3,83 ±0,02
	21	3,82 ±0,02	3,89 ±0,06	3,94 ±0,04	3,91 ±0,01
	28	3,86 ±0,03	3,84 ±0,02	3,91 ±0,08	3,85 ±0,03
Gordura (g/100 g)	1	2,85 ±0,07	2,75 ±0,07	2,85 ±0,07	2,65 ±0,07
	7	2,90 ±0,00	2,75 ±0,07	2,85 ±0,07	2,75 ±0,07
	14	2,90 ±0,00	2,80 ±0,00	2,85 ±0,07	2,85 ±0,07
	21	2,80 ±0,00	2,85 ±0,07	2,75 ±0,07	2,90 ±0,07
	28	2,90 ±0,00 ^a	2,80 ±0,00 ^{ab}	2,70 ±0,00 ^b	2,85 ±0,07 ^a

Aa – Atividade de Água; EST – Extrato Seco Total; RMF – Resíduo Mineral Fixo.

IC – Iogurte caprino controle, adicionado da cultura starter *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*; IP – Iogurte caprino adicionado da cultura starter e de 0,1% de *L. acidophilus*; IPM – Iogurte caprino adicionado da cultura starter, 0,1% de *L. acidophilus* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM – Iogurte caprino adicionado dos micro-organismos starter e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

^{a-c} Média ±desvio-padrão com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) entre os tratamentos.

^{A-C} Média ±desvio-padrão com letras maiúscula diferentes na mesma coluna diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) ao longo do tempo.

A atividade de água permaneceu constante entre os tratamentos durante todo o período de armazenamento refrigerado (p>0,05). Já os valores de umidade diferiram estatisticamente entre as formulações (p<0,05) do 1º ao 21º dia de armazenamento.

Derivados lácteos similares ao iogurte a exemplo da bebida láctea fermentada no estudo desenvolvido por Gerhardt et al. (2013), a exemplo dos iogurtes deste estudo, apresentaram alta atividade de água (Aa), o que caracterizou as mesmas como produto de alta perecibilidade. Apesar das altas atividades de água e umidade encontradas, os resultados das análises

microbiológicas mostraram que não houve influência destas características físicas sobre os níveis de contaminação dos produtos avaliados, indicando as boas práticas de fabricação. Outrossim, destaca-se o efeito protetor contra o ataque microbiano desempenhado por bactérias ácido lácticas, adicionadas no iogurte estudado, ao produzirem substâncias antimicrobianas (Zamfir et al., 2000; Ahmadova et al., 2013), que ajudam na manutenção da qualidade do produto lácteo processado, suprimindo o crescimento tanto de micro-organismos deteriorantes, quanto de bactérias potencialmente patogênicas (Pan et al., 2009). Desta forma, garantiu-se que mesmo em meio com alta atividade de água, como nos iogurtes estudados, há uma probabilidade mínima de contaminação.

No que diz respeito aos valores dos resíduos minerais fixos (RMF), observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações no 1º, 7º e 14º dia de armazenamento; sendo que a partir do 21º dia não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações. Já os teores de extrato seco totais apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações do 1º ao 21º dia de armazenamento, sendo que apenas no 28º as amostras não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$). Valores próximos aos encontrados no presente estudo para extrato seco total foram observados por Garcia (2011), ao avaliar o leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina, encontrando teores de sólidos totais na faixa de 22,93 a 26,47%.

De modo geral, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para o teor de gorduras e proteínas entre os tratamentos, não se observando influência dos micro-organismos e do mel de abelha adicionados, nem tampouco do tempo de armazenamento. Reforça-se que os valores proteicos atingiram a recomendação da legislação vigente (Brasil, 2007), que estabelece para leites fermentados o mínimo de 2,9 g/100 mL. Em contra-partida, o teor de gorduras foi inferior ao mínimo estabelecido pela legislação supracitada, que preconiza que o teor de gordura deve variar de 3,0 a 5,9 g/100 g de produto. Esta característica pode ser explicada pela lipólise parcial

da gordura que normalmente acontece neste tipo de produto, como sugerido no estudo realizado por Xanthopoulos, Ipsilandis & Tzanetakis (2012).

Os resultados referentes aos parâmetros de proteólise dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris* encontram-se apresentados na Tabela 5.

A proteólise é indicada pelo aumento dos índices de extensão (IEP) e profundidade (IPP) no decorrer do tempo. O índice de extensão está fundamentalmente relacionado com as proteinases naturais do leite e do agente coagulante, as quais degradam as proteínas em peptídeos de alto peso molecular. Já por sua vez, o índice de profundidade de proteólise está relacionado principalmente com a atividade das endoenzimas e exoenzimas da cultura láctica empregada na fabricação do produto fermentado e de possíveis contaminantes, que degradam os peptídeos de alto peso molecular e de baixo peso molecular (Nartimatsu et al., 2003).

Tabela 5 - Valores médios para os parâmetros de proteólise dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris* durante 28 dias armazenamento refrigerado.

VARIÁVEIS	DIAS	IOGURTES CAPRINOS			
		IC	IP	IPM	IM
IEP	1	10,30 ±0,14 ^{AB}	10,07 ±0,08	10,05 ±0,09 ^C	10,20 ±0,00
	7	10,44 ±0,04 ^A	10,21 ±0,11	10,26 ±0,10 ^{BC}	10,26 ±0,08
	14	10,11 ±0,02 ^B	10,57 ±0,10	10,58 ±0,07 ^B	11,86 ±1,28
	21	10,04 ±0,08 ^B	11,58 ±1,31	12,92 ±0,18 ^A	11,21 ±0,00
	28	10,27 ±0,06 ^{ABab}	10,53 ±0,02 ^{ab}	10,63 ±0,15 ^{Ba}	10,22 ±0,10 ^b
IPP	1	20,76 ±0,13 ^A	20,33 ±0,11 ^C	20,62 ±0,30 ^C	20,72 ±0,10 ^C
	7	20,66 ±0,28 ^A	20,20 ±0,27 ^C	20,10 ±0,43 ^C	20,72 ±0,17 ^C
	14	19,93 ±0,13 ^{Bc}	42,24 ±0,33 ^{Aa}	41,84 ±0,23 ^{Ba}	21,80 ±0,15 ^{Bb}
	21	20,45 ±0,16 ^{ABd}	42,44 ±0,30 ^{Ab}	43,37 ±0,11 ^{Aa}	22,40 ±0,19 ^{Ac}
	28	20,80 ±0,01 ^{Ac}	39,80 ±0,19 ^{Bb}	42,71 ±0,02 ^{ABa}	20,42 ±0,08 ^{Cc}

IC – Iogurte caprino controle, adicionado da cultura starter *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*; IP – Iogurte caprino adicionado da cultura starter e de 0,1% de *L. acidophilus*; IPM – Iogurte caprino adicionado

da cultura *starter*, 0,1% de *L. acidophilus* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM – Iogurte caprino adicionado dos micro-organismos *starter* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

IEP- Índice de extensão de proteólise;

IPP – Índice de profundidade de proteólise

^{a-c} Média \pm desvio-padrão com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

^{A-C} Média \pm desvio-padrão com letras maiúscula diferentes na mesma coluna diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) ao longo do tempo.

Neste estudo, o índice de extensão de proteólise apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos apenas no 28º dia de armazenamento refrigerado. De modo geral, verificou-se que não houve aumento nem diminuição do índice de extensão entre os tempos 1 e 28 dias de armazenamento para as formulações (IC), (IP) e (IM), com exceção do iogurte probiótico adicionado de mel (IPM), em que houve aumento ($p < 0,05$), provavelmente pela ação conjunta e tardia de proteinases naturais presentes no leite e no mel.

No que diz respeito ao índice de profundidade de proteólise, observou-se que a partir do 14º dia de armazenamento refrigerado os tratamentos (IP) e (IPM) que continham o micro-organismo *L. acidophilus* em sua formulação apresentaram maior índice de profundidade de proteólise ($p < 0,05$), principalmente quando adicionado do mel de abelha *Melipona scutellaris* (nos tempos 21 e 28 dias de armazenamento). Este comportamento pode ser justificado pela maior produção de endoenzimas e exoenzimas das bactérias lácticas (tanto pela cultura *starter* como pelo probiótico adicionado), bem como pela ação de enzimas presentes no mel que pode ter aumentado o índice de profundidade de proteólise nestas formulações. O mesmo comportamento de aumento de IPP ao longo da vida de prateleira também foi observado apenas para essas formulações. Segundo Bodganov et al. (2008), o mel contém cerca de 0,5% de proteínas, principalmente enzimas, as quais são provenientes das abelhas (sucos salivares e secreções faríngeas) e que tem ação sobre alguns nutrientes dentre eles as proteínas, o que justificaria também o maior IPP nas formulações supracitadas ao longo do armazenamento refrigerado.

3.4 Análise reológica: viscosidade aparente dos Iogurtes

A viscosidade aparente de um produto é uma propriedade reológica que influencia de forma significativa a aceitação e a intenção de compra dos consumidores. É definida como a resistência que o líquido oferece a determinada força a ele aplicada e, no caso dos iogurtes, é dependente de vários aspectos do processo, como tipo de substrato, tratamento térmico sofrido, cultura lática utilizada, condições de incubação e resfriamento (Haully; Fuchs; Prudencio-Ferreira, 2005). Os resultados obtidos para a viscosidade aparente dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris* estão apresentados na Figura 2.

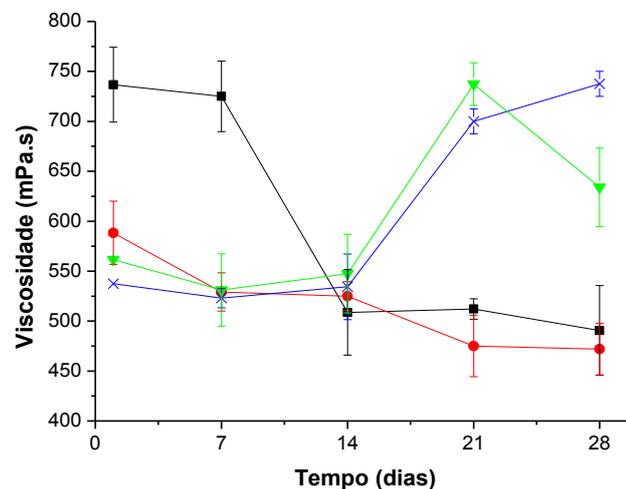


Figura 2 - Valores médios de viscosidade aparente dos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha durante armazenamento refrigerado. IC (—■—): Iogurte caprino controle, adicionado da cultura starter *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*; IP (—●—): Iogurte caprino adicionado da cultura starter e de 0,1% de *L. acidophilus*; IPM (—×—): Iogurte caprino adicionado da cultura starter, 0,1% de *L. acidophilus* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM (—▼—): Iogurte caprino adicionado dos micro-organismos starter e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

Neste estudo, viu-se que os iogurtes controle (IC) e probiótico (IP) apresentaram um decréscimo na viscosidade aparente ao longo do armazenamento refrigerado ($p < 0,05$). O inverso ocorreu com as formulações de iogurtes adicionadas de mel (IM) e as formulações adicionadas de mel e probiótico (IPM), que tiveram aumento deste parâmetro a partir do 14º dia de armazenamento ($p < 0,05$), o que pode ser justificado pela presença do mel que pode ter estimulado a produção de exopolissacarídeos pelo *L. acidophilus*. Além disso, o mel é considerado um fluido de alta viscosidade e a 4 °C geralmente tem uma resistência maior ao escoamento justificando assim a maior viscosidade dos tratamentos adicionados de mel (Pereira et al., 2003).

Silva, Abreu & Assumpção (2012) também verificaram um aumento na viscosidade de iogurte de cabra durante 30 dias e atribuíram esse comportamento à presença das bactérias ácido lácticas, que sintetizam exopolissacarídeos, além de ácidos graxos de cadeia curta e vitaminas. Segundo Duboc & Beat (2001), os exopolissacarídeos atuam como agentes bio-espessantes naturais, melhorando as propriedades reológicas dos produtos fermentados, como o aumento da estabilidade física e a diminuição da sinerese. Um aumento na viscosidade aparente durante o período de armazenamento também foi observado por Donkor et al. (2007) em iogurtes probióticos com ou sem adição do prebiótico inulina durante 28 dias de estocagem e por Debon, Prudêncio & Petrus (2010) em leites fermentados com ou sem adição de inulina durante 21 dias de estocagem.

3.5 Caracterização microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas de controle higiênico-sanitário revelaram que todas as formulações de iogurtes caprinos estavam adequadas para o consumo humano durante o período de armazenamento refrigerado, visto que as contagens de coliformes totais, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras estiveram de acordo com os critérios

recomendados pela atual legislação brasileira para este tipo de produto alimentício (Brasil, 2007), indicando boas práticas de fabricação do produto bem como a sua aptidão para consumo humano.

Na Figura 3 é possível verificar a viabilidade das bactérias ácido lácticas nos iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

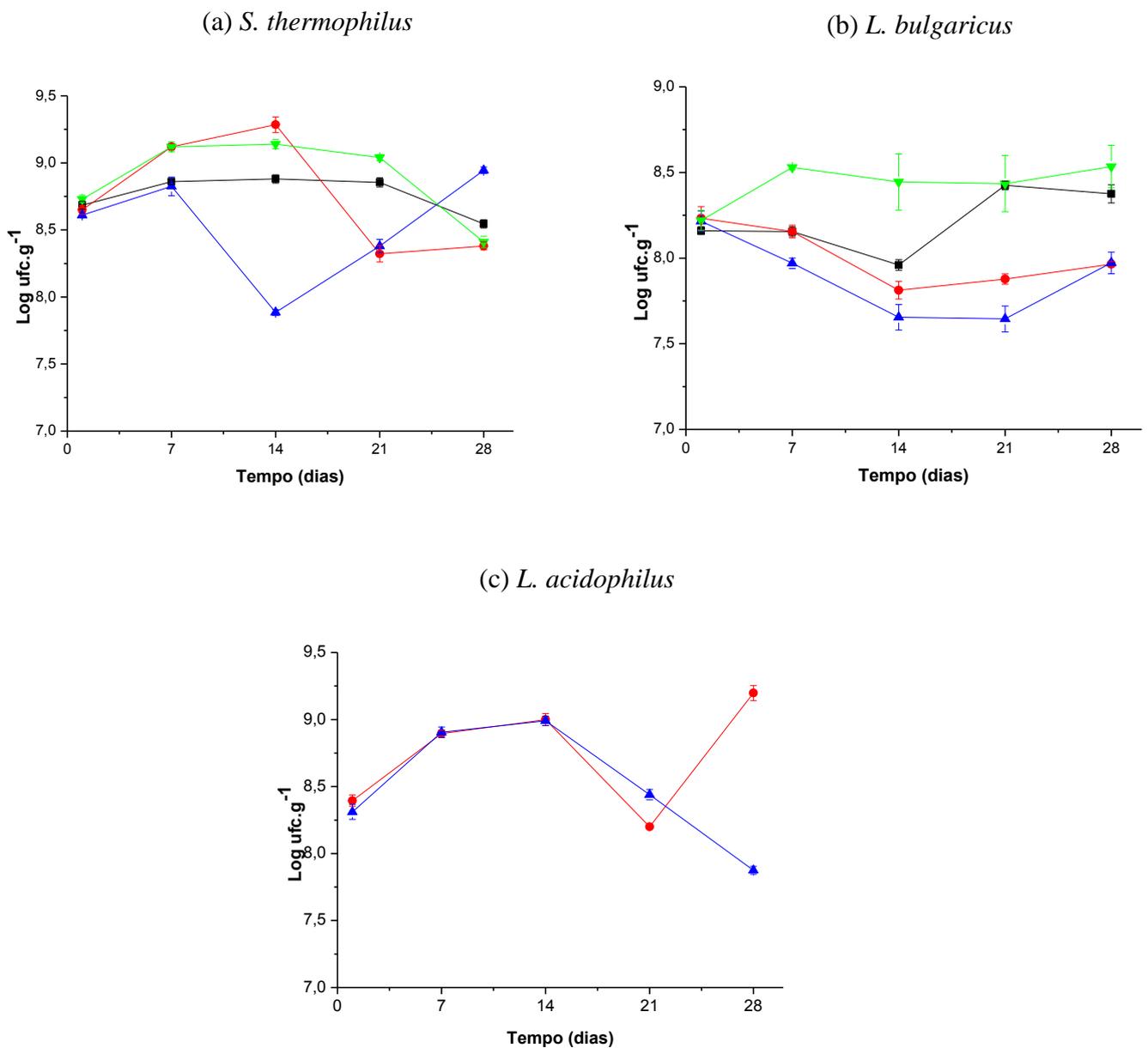


Figura 3 - Viabilidade das bactérias ácido lácticas nos iogurtes caprinos adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris* durante armazenamento refrigerado. IC (■) Iogurte caprino

controle, adicionado da cultura starter *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*; IP (●) Iogurte caprino adicionado da cultura *starter* e de 0,1% de *L. acidophilus*; IPM (▲) Iogurte caprino adicionado da cultura *starter*, 0,1% de *L. acidophilus* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM (▼) Iogurte caprino adicionado dos micro-organismos *starter* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

Ao longo do armazenamento, as contagens de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* nas formulações IC, IP e IM aumentaram em média de 8,7 log ufc.g⁻¹ no primeiro dia para 9,4 log ufc.g⁻¹ aos 14 dias e, posteriormente, as contagens para as formulações IC e IM mantiveram-se estáveis até o 21º dia de armazenamento. Enquanto que na formulação IPM as contagens diminuíram chegando a 7,69 log ufc.g⁻¹ no 14º dia de armazenamento (p<0,05). Ao final do armazenamento todas as formulações apresentaram contagens em torno de 9,00 a 8,30 log ufc.g⁻¹, destacando-se a formulação IPM, que apresentou a maior contagem, correspondendo a 9,00 log ufc.g⁻¹ (p<0,05), mesmo tendo seu valor reduzido no 14º dia de armazenamento. Esse aumento das contagens na formulação IPM pode ser justificado pelo mel adicionado nesta formulação que parece ter exercido efeito positivo para o *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* durante o armazenamento.

Com relação às contagens do *L. bulgaricus*, observou-se que no 1º dia de armazenamento todas as formulações apresentaram contagens em torno de 8,30 log ufc.g⁻¹. Já a partir do 14º dia de armazenamento, as formulações IC, IP e IPM aumentaram as contagens variando de 8,00 a 7,70 log ufc.g⁻¹, enquanto que a formulação IM se manteve constante ao longo do armazenamento, onde as contagens de células viáveis ficaram em torno de 8,70 log ufc.g⁻¹, o que pode ser justificado pela presença do mel nesta formulação, que pode ter favorecido a multiplicação do *L. bulgaricus*. No final da vida de prateleira as formulações IP e IPM apresentaram contagens de células viáveis em torno de 8,00 log ufc.g⁻¹, enquanto que a

formulação IM em torno de $8,50 \log \text{ufc.g}^{-1}$ e a formulação IC em torno de $8,60 \log \text{ufc.g}^{-1}$ confirmando assim que possivelmente o probiótico interfere no crescimento deste micro-organismo devido a competição, com concomitante síntese de bacteriocinas.

Em se tratando das contagens de células viáveis da estirpe probiótica adicionada ao iogurte (*L. acidophilus* LA-5), pode-se observar a partir da Fig. 3, que ambas as formulações (IP) e IPM apresentaram contagens em torno de $8,40 \log \text{ufc.g}^{-1}$, no 1º dia de armazenamento e mantiveram-se em constante crescimento até o 14º dia, em que as contagens de células viáveis ficaram em torno de $9,00 \log \text{ufc.g}^{-1}$. Ao final da vida de prateleira, as contagens do *L. acidophilus* na formulação IP alcançaram valores em torno de $9,20 \log \text{ufc.g}^{-1}$, valores estes superiores aos encontrados por Buriti et al. (2014), que ao produzirem leites fermentados caprinos com culturas mistas que continham *L. acidophilus*, observaram contagens em torno de $8,0 \log \text{ufc.g}^{-1}$ durante todo o armazenamento refrigerado. Já a formulação IPM continuou decrescendo até o 28º dia, cujas contagens ficaram em torno de $7,80 \log \text{ufc.g}^{-1}$, concomitantemente com o aumento do crescimento dos micro-organismos starter *L. bulgaricus* e *S. thermophilus*. Reforçasse que o rápido declínio das contagens do *L. acidophilus* a partir do 14º dia nesta formulação pode ser justificado pelos efeitos antimicrobianos dos micro-organismos starter a exemplo da produção de hidro-peróxido pelo *L. bulgaricus* durante o armazenamento, o que pode ter interferido no crescimento do *L. acidophilus* (Gilland & Speck 1977; Li et al., 2012). Segundo NG, Yeung & Tong (2011) comparando as duas cepas da cultura starter de iogurte, a *L. bulgaricus* exerce um maior efeito negativo sobre a viabilidade de algumas estirpes de *L. acidophilus*, possivelmente através da produção de metabolitos inibidores, tais como H_2O_2 .

Para que promova benefícios ao consumidor, 100 g do produto deve conter no mínimo de $6,0 \log \text{ufc.g}^{-1}$ a $7,0 \log \text{ufc.g}^{-1}$ de bactérias probióticas viáveis no momento de sua compra e durante seu armazenamento a fim de promover os benefícios à saúde ao consumidor

(Vinderola & Renheimer 2000). Verificou-se que as contagens do micro-organismo probiótico *L. acidophilus* LA-5 nas duas formulações ao final do armazenamento estiveram condizentes com esta recomendação.

A sobrevivência de *L. acidophilus* LA-5 nas duas formulações de iogurte submetidas às condições gastrointestinais simuladas *in vitro* é apresentada na Fig. 4.

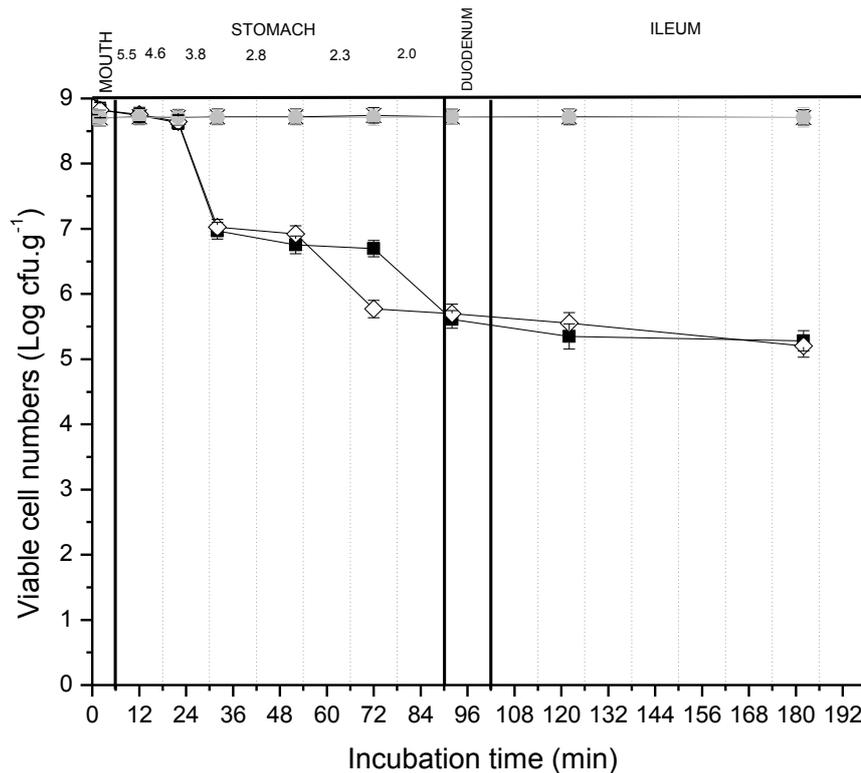


Figura 4 - Número de células viáveis (média \pm desvio padrão) de *Lactobacillus acidophilus* no iogurte probiótico na ausência de mel de abelha *Melipona scutellaris* (IP), quando expostos (■) e não expostos (×) e na presença de mel de abelha *Melipona scutellaris* (IPM), quando expostos (◇) e não exposto (●) às condições simuladas do trato gastrointestinal em diferentes tempos de incubação. Os valores de pH que o micro-organismo foi exposto estão indicados no canto superior esquerdo do gráfico.

Em geral, a população de *L. acidophilus* La-5 mostrou uma redução considerável de 0 a 192 min de ensaio (redução média entre 3,47 log ufc.g⁻¹) para as duas formulações avaliadas e

expostas às condições simuladas do trato gastrointestinal (TGI). No início do processo digestivo *in vitro* (tempo zero, antes da exposição às condições experimentais da boca), as contagens de *L. acidophilus* incorporadas nos iogurtes caprinos submetidos e não submetidos foram de, aproximadamente, $8,7 \log \text{ ufc.g}^{-1}$. Após a exposição do iogurte com potencial probiótico adicionado de mel (IPM) e do iogurte com potencial probiótico sem adição de mel (IP) às condições simuladas da boca (etapa 2, descrita na metodologia), não houve aumento ou redução das contagens ($p > 0,05$) para nenhuma das formulações em relação a etapa 1. Como relatado por Pinto et al. (2015), a manutenção da viabilidade probiótica após esta etapa é provavelmente relacionada com o curto tempo de contato com a enzima α -amilase e também à capacidade de tamponamento do bicarbonato de sódio presente na solução salivar.

Por outro lado, após a exposição às condições de simulação do esôfago-estômago (precisamente na etapa 4), a taxa de sobrevivência do micro-organismo probiótico diminuiu para as amostras ($p < 0,05$), indicando a sensibilidade da cepa em relação ao baixo valor de pH alcançado no estômago. Como ocorrido no estômago humano, nesta etapa o pH foi diminuído gradualmente e a solução de pepsina foi adicionada para simular o suco gástrico. Durante a exposição às condições simuladas do esôfago-estômago, o *L. acidophilus* La-5 apresentou diminuição nas contagens do seu número de células viáveis para ambas as formulações dentro de 22 min de contato com o suco gástrico ($7 \log \text{ UFC/g}$), com um pH correspondendo a 4,6. Posteriormente, esse número de células viáveis continuou reduzindo até chegar ao duodeno (etapa 7).

A partir do duodeno as contagens nas formulações se mostraram constantes, apresentando apenas uma leve redução até alcançar o íleo. As contagens de células viáveis de *L. acidophilus* ao final do processo digestivo experimental (na 10ª etapa) para ambas as formulações estudadas foram de, aproximadamente, $5,28 \log \text{ ufc.g}^{-1}$. Observa-se que apesar do *L. acidophilus* La-05 nas duas formulações (com ou sem mel) ter chegado abaixo de $7 \log \text{ ufc.g}^{-1}$, sua contagem é

viável para aderir à parede intestinal, colonizar o intestino com eficácia e desta forma exercer sua atividade biológica. A habilidade de tolerar o estresse digestivo é uma das características mais importantes de probióticos a serem incorporados com sucesso em alimentos (Meira et al., 2015). Schillinger, Guigas & Holzapfel (2005) relataram que seis diferentes cepas probióticas isoladas em iogurtes probióticos comerciais foram capazes de sobreviver durante 90 minutos em uma solução tampão gástrica contendo pepsina a pH 2,0, com reduções de contagem variando de 0,1 a 2,5 ciclos logarítmicos durante este período. Da mesma forma, Verruck et al. (2015) relataram à redução das taxas de sobrevivência de bifidobactérias adicionadas em queijo tipo Minas Frescal de búfala e caldo MRS após a exposição à etapa do esôfago-estômago.

De um modo geral, verificou-se que a sobrevivência da bactéria probiótica ensaiada foi garantida pela proteção exercida pela matriz alimentar utilizada como transportadora desta cepa até que a mesma atingisse o íleo, independente de a formulação de iogurte conter ou não o mel de abelha *Melipona scutellaris* ($p > 0,05$).

Madureira et al. (2011) testaram três cepas probióticas (*L. casei* LAFTI L26, *L. acidophilus* LAFTI L10 e *B. animalis* Bo) frente a sobrevivência a exposição das condições gastrointestinais simuladas em meio MRS e quando incorporadas em queijo. Os autores concluíram que *B. animalis* Bo era mais resistente às condições gastrointestinais ensaiadas do que as outras estirpes estudadas. Além disso, verificou-se um efeito protetor conferido pelo queijo como matriz alimentar, o que foi mais evidente para as cepas de lactobacilos. Em estudo anterior, Madureira et al. (2005) já relataram que *B. animalis* Bb-12 e Bo e *Lactobacillus brevis* LMG 6906 apresentaram maior sobrevida em condições gástricas e entéricas simuladas quando incorporadas ao queijo do que *L. acidophilus* LAC-1 e Ki, *Lactobacillus paracasei* LCS-1 e *B. Animalis* BLC-1, sugerindo que esta característica é dependente da estirpe. Oliveira et al. (2014) em seu estudo com queijo do tipo coalho caprino observaram que o produto mostrou um efeito protetor sobre a sobrevivência de *L. acidophilus*, *L. paracasei* e *B. lactis* frente às condições

simuladas do trato gastrointestinal, cujas contagens ao final da digestão foram superiores a 5,5 log UFC/g. Rolim et al. (2015) avaliaram a viabilidade de *Lactobacillus rhamnosus* EM1107 incorporado em queijo (Coalho) caprino semi-duro quando expostos a condições gastrointestinais simuladas, após a digestão *in vitro*, e não observaram alteração na contagem celular viável de *L. rhamnosus* (6,75 log UFC/g) em comparação com a contagem antes da simulação (6,53 log UFC/g).

3.6 Análises sensoriais

Os resultados das análises sensoriais dos iogurtes com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melípona scutellaris* durante o armazenamento refrigerado estão expostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Escores médios dos testes de aceitação sensorial e de intenção de compra realizados com iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melípona scutellaris* durante armazenamento refrigerado.

ATRIBUTOS	DIAS	IOGURTES CAPRINOS			
		IC	IP	IPM	IM
Aparência	1	7,07 ±1,34	7,41 ±1,22	7,21 ±1,39	7,31 ±1,36
	14	6,80 ±1,52	7,09 ±1,46	7,13 ±1,41	7,13 ±1,36
	28	7,16 ±1,27	7,39 ±1,22	7,11 ±1,40	7,30 ±1,38
Cor	1	7,27 ±1,28	7,36 ±1,29	7,30 ±1,30	7,27 ±1,33
	14	6,93 ±1,30	7,06 ±1,41	6,96 ±1,33	7,17 ±1,18
	28	7,26 ±1,26	7,30 ±1,31	7,16 ±1,36	7,20 ±1,41
Aroma	1	7,04 ±1,38	7,50 ±1,29	7,06 ±1,63	7,10 ±1,70
	14	6,89 ±1,43	7,17 ±1,55	7,09 ±1,43	7,06 ±1,25
	28	6,81 ±1,46	7,34 ±1,33	6,86 ±1,64	7,01 ±1,62
Sabor	1	6,53 ±1,84	6,93 ±1,80 ^A	7,16 ±1,63	7,21 ±1,74
	14	6,07 ±1,67 ^b	5,99 ±1,77 ^{Bb}	6,92 ±1,67 ^a	6,89 ±1,71 ^a
	28	6,49 ±1,70	6,97 ±1,45 ^A	6,90 ±1,59	7,17 ±1,74
Consistência	1	6,80 ±1,44 ^A	7,34 ±1,41 ^A	6,99 ±1,62	6,97 ±1,57
	14	6,14 ±1,23 ^{Bb}	6,61 ±1,49 ^{Bab}	6,84 ±1,54 ^a	6,84 ±1,41 ^a
	28	6,56 ±1,41 ^{AB}	7,21 ±1,39 ^A	6,91 ±1,53	6,86 ±1,58
Avaliação Global	1	6,81 ±1,40	7,40 ±1,33 ^A	7,16 ±1,63	7,29 ±1,54
	14	6,43 ±1,19 ^c	6,54 ±1,36 ^{Bbc}	7,13 ±1,28 ^a	7,00 ±1,38 ^{ab}
	28	6,74 ±1,43	7,27 ±1,26 ^A	7,14 ±1,42	7,24 ±1,57
Intenção de Compra	1	3,16 ±1,21 ^b	3,59 ±1,26 ^{Ab}	3,59 ±1,10 ^{ab}	3,89 ±1,20 ^a
	14	3,06 ±1,18 ^{ab}	2,91 ±1,13 ^{Bb}	3,49 ±1,10 ^a	3,49 ±1,18 ^a
	28	3,10 ±1,22 ^b	3,53 ±1,28 ^{Ab}	3,47 ±1,13 ^{ab}	3,69 ±1,29 ^a

^{a-b} Média \pm desvio-padrão com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

^{A-B} Média \pm desvio-padrão com letras maiúscula diferentes na mesma coluna diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) ao longo do tempo.

IC – Iogurte caprino controle, adicionado da cultura starter *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*; IP – Iogurte caprino adicionado da cultura starter e de 0,1% de *L. acidophilus*; IPM – Iogurte caprino adicionado da cultura starter, 0,1% de *L. acidophilus* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM – Iogurte caprino adicionado dos micro-organismos starter e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as formulações durante o armazenamento refrigerado para os atributos aparência, cor e aroma, o que indica que a avaliação pelos provadores para estes atributos não foi influenciada pela adição do mel, do micro-organismo probiótico adicionado e nem tampouco pelo tempo de armazenamento. A avaliação do aroma é importante quando se trata de derivados do leite caprino, em razão do seu odor e aroma característico proporcionado pela presença de ácidos graxos de cadeia curta (caproico, caprílico e cáprico) que influenciam na baixa aceitação sensorial por boa parcela da população não habituada ao seu consumo (Gomes et al., 2013). Contudo, o fato de o leite caprino ser utilizado na elaboração do iogurte parece não ter afetado seu aroma, onde as formulações obtiveram escores médios variando entre os termos hedônicos "gostei ligeiramente" a "gostei muito".

No que diz respeito ao atributo sabor, consistência e avaliação global, observou-se que somente no 14º dia de armazenamento as formulações apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre si, onde as formulações IPM e IM apresentaram as maiores notas para os atributos sabor e avaliação global, e para consistência nas formulações IPM, IM e IP, estando entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”. O resultado da avaliação da aceitação sensorial do sabor pode está relacionado a adição do mel, já que o mesmo por possuir sabor agradável e característico, provavelmente diminuiu a percepção do sabor residual do leite caprino e melhorou as características sensoriais, a exemplo da consistência do iogurte, deixando-o mais encorpado (como já demonstrado nos resultados de viscosidade aparente), influenciando na sua aceitação de uma forma global. Ranadheera et al. (2012) demonstraram que a adição de suco de fruta influenciou positivamente na aceitação de iogurte

caprino, com melhoria do seu sabor, sugerindo uma possível influência da presença dos açúcares naturalmente encontrados nas frutas utilizadas. Da mesma forma, o mel pela presença destes sacarídeos, pode ter tornado o iogurte probiótico caprino mais aceitável e atraente.

Em se tratando da intenção de compra, de modo geral, as amostras IP, IPM e IM apresentaram as maiores notas ($p < 0,05$) quando comparadas a formulação padrão IC, estando as notas atribuídas entre os termos hedônicos “talvez comprasse/talvez não comprasse” a “possivelmente compraria”, indicando que estas formulações caso fossem comercializadas apresentariam um bom potencial de comercialização.

Na Tabela 7 estão distribuídas as notas de acordo com a ordenação da preferência geral pelos provadores ($n=70$) na análise sensorial de iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionados de mel de abelha *Melipona scutellaris* durante armazenamento refrigerado.

Tabela 7 - Distribuição das notas de acordo com a ordenação de preferência geral pelos provadores ($n=70$) na análise sensorial de iogurtes caprinos com potencial probiótico adicionado de mel de abelha *Melipona scutellaris* após 1, 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado.

1° dia	Número de Provadores por Ordem*				Somadas das ordens**
	1	2	3	4	
IC	26	19	11	14	153 ^b
IP	21	22	19	8	154 ^b
IPM	13	19	22	16	181 ^{ab}
IM	10	09	18	33	214 ^a
14° dia	Número de Provadores por Ordem*				Somadas das ordens**
	1	2	3	4	
IC	16	22	17	15	171 ^{ab}
IP	30	21	08	11	140 ^b
IPM	11	14	24	21	195 ^a
IM	13	12	20	25	197 ^a
28° dia	Número de Provadores por Ordem*				Somadas das ordens**
	1	2	3	4	
IC	18	21	13	18	171 ^{ab}
IP	24	21	17	08	149 ^b
IPM	15	14	16	25	191 ^a
IM	24	15	23	18	185 ^{ab}

* 1 = menos preferido, 4 = mais preferido.

** Soma das ordens de cada amostra = (1 x nº de provadores) + (2 x nº de provadores) + (3 x nº provadores) + (4 x nº provadores).

a, b, c – letras minúsculas sobrescritas indicam as diferenças significativas apresentadas entre os iogurtes ($p < 0,05$) pelo teste de Friedman.

IC – Iogurte caprino controle, adicionado da cultura starter *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*; IP – Iogurte caprino adicionado da cultura starter e de 0,1% de *L. acidophilus*; IPM – Iogurte caprino adicionado da cultura starter, 0,1% de *L. acidophilus* e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris* e IM – Iogurte caprino adicionado dos micro-organismos starter e de 15% de mel de abelha *Melipona scutellaris*.

Os resultados obtidos com a diferença das somas das ordens de preferência, comparando-se as formulações de iogurtes, mostram que houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as formulações e que as formulações (IPM) e (IM), principalmente nos tempos 1 e 14 dias de armazenamento foram as mais preferidas quando comparadas as demais formulações, confirmando os resultados obtidos no teste de aceitação sensorial e intenção de compra, atestando a influência positiva da adição do mel de abelha *Melipona Scutellaris* na aceitação das características sensoriais dos iogurtes, bem como na sua melhor preferência; e que a adição do micro-organismo probiótico provavelmente não influenciou nas características sensoriais dos mesmos.

Resultados semelhantes aos identificados neste estudo foram encontrados por Machado et al. (2015) ao elaborarem e avaliarem sensorialmente iogurtes caprinos com diferentes concentrações de mel de abelhas *Melipona scutellaris* em que inferiram que o iogurte caprino adicionado de maior concentração de mel (15%) apresentou maior nota (6,46) para o atributo sabor, quando comparado aos demais iogurtes, estando os termos hedônicos situados entre “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente” e que de modo geral, a aceitação global foi melhor com a adição do mel, e que o iogurte controle sem a adição recebeu as menores notas (em média nota de 4,02).

4. Conclusão

Os resultados revelaram de modo geral, que a adição da cepa probiótica na elaboração dos iogurtes influenciou em algumas características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais das amostras, tais como aumento da acidez com concomitante redução do pH. Já em se tratando da adição do mel de abelha *Melipona scutellaris* ao iogurte observou-se que o mesmo influenciou, principalmente, nas características de viscosidade aparente, onde as formulações que continham mel apresentaram aumento da viscosidade ao longo do armazenamento refrigerado; nas características de sinerese, reduzindo a suscetibilidade a esse fenômeno ao longo do armazenamento quando comparada as demais amostras e nas análises sensoriais, onde as formulações que continham mel receberam as maiores escores. As contagens de *L. acidophilus* La-05 em todas as formulações de iogurte permaneceram adequadas ($> 7 \log$ ufc/mL) para promover benefícios para a saúde ao consumidor durante o período de armazenamento avaliado. Quanto à avaliação da digestão simulada, inferiu-se que o *L. acidophilus* (LA-5) adicionado ao iogurte caprino na presença ou na ausência do mel de abelha *Melipona scutellaris* sobreviveu (contagens superiores a $5,0 \log$ ufc.g⁻¹), sugerindo que esta estirpe probiótica é capaz de passar através do trato gastrointestinal mantendo contagens viáveis, sugerindo efeito protetor da matriz alimentar testada.

5. Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Referências

Ahmadova, A., Todorov, S. D., Hadji-Sfaxi, I., Choiset, Y., Rabesona, H., Messaoudi, S., & Haertlé, T. (2013). Antimicrobial and antifungal activities of *Lactobacillus curvatus* strain isolated from homemade Azerbaijani cheese. *Anaerobe*, 20(3), 42-49.

AOAC. (2005). *Official methods of analysis* (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC Intl.

APHA. (2001). *American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (4 th ed.). Washington. Chapter 7.

Barrionuevo, M. Alferez M., Lopez-Aliaga I., Sanz-Sampelayo, M. & Campos, M. (2002). Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 657–664.

Bezerra, M. F.; Souza, D. F. S; & Correia, R. T. P. (2012). Acidification kinetics, physicochemical properties and sensory attributes of yoghurts prepared from mixtures of goat and buffalo milks. *International Journal of Dairy Technology*, 65(3), 437 – 443.

Bogdanov, S.; Jurendic, T.; Sieber, R. & Gallmann, P. (2008). Honey for Nutrition and Health: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677-689

Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2007). Departamento de inspeção de produtos de origem animal. In *Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados*. Instrução Normativa N° 46. (<http://www.agricultura.gov.br>).

Buriti, F. C., Freitas, S. C., Egito, A. S., & dos Santos, K. M. (2014). Effects of tropical fruit pulps and partially hydrolysed galactomannan from *Caesalpinia pulcherrima* seeds on the

dietary fibre content, probiotic viability, texture and sensory features of goat dairy beverages. *LWT-Food Science and Technology*, 59(1), 196-203.

Choi, S. Y., Chung, M. J., Lee, S. J., Shin, J. H., & Sung, N. J. (2007). N-nitrosamine inhibition by strawberry, garlic, kale, and the effects of nitrite-scavenging and N-nitrosamine formation by functional compounds in strawberry and garlic. *Food Control*, 18(1), 485–491.

De Barcellos, M. D., & Lionello, R. L. (2011). Consumer market for functional foods in South Brazil. *International Journal on Food System Dynamics*. 3(2), 126–144.

Debon, J.; Prudêncio, E.P.; & Petrus, J.C.C. (2010). Rheological and physico-chemical characterization of prebiotic microfiltered fermented milk. *Journal of Food Engineering*, 99(1), 128–135.

Donkor, O.N.; Nilmini, S.L.I.; Stolic, P.; Vasiljevic, T.; & Shah, N.P. (2007). Survival and activity of selected probiotic organisms in settype yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 17(1), 657–665.

Duboc, P.; & Beat, M. (2001). Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *International Dairy Journal*, 11(10),759-768.

Faria, E. V. & Yotsuyanagi, K. *Técnicas de Análise Sensorial*. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116 p.

Farkye N, Smith K & Schonrock, F. T. (2001). An overview of changes in the characteristics, functionality and nutritional value of skim milk powder (SMP) during storage. Wisconsin, USA: U.S. Dairy Export Council.

García, V., Rovira, S., Boutoial, K., & López, M. B. (2014). Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research*, 121(1), 51-57.

Gerhardt, Â., Monteiro, B. W., Gennari, A., Lehn, D. N., & Souza, C. F. V. (2013). Características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 68(390), 41-50.

Gallardo-escamilla F. J., Kelly, A. L. & Delahunty, C. M. (2007) Mouthfeel and flavor of fermented whey with added hydrocolloids. *International Dairy Journal*, 17(1),308-315.

Gilliland S. E. & Speck M. L. (1977). Instability of *Lactobacillus acidophilus* in yogurt. *Journal of Dairy Science*. 60(1), 1394-1398.

Gomes, J. J. L., Duarte, A. M., Batista, A. S. M., de Figueiredo, R. M. F., de Sousa, E. P., de Souza, E. L., & do Egypto, R. D. C. R. (2013). Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of the two milks. *LWT-Food Science and Technology*, 54(1), 18-24.

Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51:155–63.

Haully, M. C. O.; Fuchs, R. H. B., & Prudencio-ferreira, S. H. (2005) Suplementação de iogurte de soja com frutooligossacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. *Revista de Nutrição*, 18 (5),613–622.

Hekmat, S., & G. Reid. (2006). Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. *Nutrition Research*. 26(1),163–166.

Hold, K. M., de Boer, D., Zuidema, J., & Maes, R. A. A. (1995). Saliva as an analytical tool in toxicology. *International Journal of Drug Testing*, 1(2), 1–36.

Lee, W.J, & Lucey, J. (2010). Formation and physical properties of yogurt. *Journal of Animal Science*, 23(9), 1127-1136.

Lma, K. G. C., et al. (2009) Evaluation of culture media for enumeration of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium animalis* in the presence of *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *LWT - Food Science and Technology*, 42(2), 491–495.

Lourens-Hattingh A, Viljoen, B. C. (2001). Yogurt as a probiotic carrier food. *International Dairy Journal*. 11(1),1–17.

Macedo L. N, Luchese R. H, Guerra A. F & Barbosa C. G (2008). Efeito prebiótico do mel sobre o crescimento e viabilidade de *Bifidobacterium* spp. e *Lactobacillus* spp. em leite. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28(1),935-942.

Machado T. A. D. F. (2015). *Propriedades nutricionais, reológicas e sensoriais de iogurte caprino probiótico adicionado de mel de abelha nativa Melipona scutellaris* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

Mainville, I.; Arcand, Y.; Farnworth, E. R. A (2005). Dynamic model that simulates the human upper gastrointestinal tract for the study of probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 99(3), 287–296.

Madureira, A. R.; et al. (2005). Survival of probiotic bacteria in a whey cheese vector submitted to environmental conditions prevailing in the gastrointestinal tract. *International Dairy Journal*, 15 (6-9), 921-927.

Madureira, A. R. et al. (2011). Protective effect of whey cheese matrix on probiotic strains exposed to simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International*, 44(1), 465-470.

Merin, U. (2000). Influence of breed and husbandry on viscosity of Israeli goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*. 35(1), 175–179.

Matos, S., A. Pinto, C. Castilho, P. R. Correia, & A. C. Monteiro. (2013). Mix goat and sheep yogurt: development and product characterization. *International Journal of Biological, Veterinary, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 7(1),301–304.

Meira, Q. G. S., et al. (2015). Effects of added *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* probiotics on the quality characteristics of goat ricotta and their survival under simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International*, 76(1), 828–838.

Mituniewicz-Malek, A., M. Ziarno, & I. Dmytrów. (2014). Incorporation of inulin and transglutaminase in fermented goat milk containing probiotic bacteria. *Journal of Dairy Science*. 97(1), 3332–3338.

Narimatsu, A.; Dornellas, J. R. F.; Spadoti, L. M.; Pizaia, P. D. & Roig, S. M.; (2003). Avaliação da proteólise e do derretimento de queijo prato obtido por ultrafiltração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(2), 177-182.

Ng, E. W.; Yeung, M. & Tong, P. S. (2011). Effects of yogurt starter cultures on the survival of *Lactobacillus acidophilus*. *International Journal of Food Microbiology*. 145(1), 169-175.

Oliveira, M. E. G. et. al (2014). Addition of probiotic bacteria in a semi-hard goat cheese (coalho): Survival to simulated gastrointestinal conditions and inhibitory effect against pathogenic bacteria. *Food Research International*, 64(1), 241-247.

Pan, X., Chen, F., Wua, T., Tang, H., & Zhao, Z. (2009). The acid, bile tolerance and antimicrobial property of *Lactobacillus acidophilus* NIT. *Food Control*, 20(6), pp. 598–602. doi:10.1016/j.foodcont.2008.08.019.

Parkes, G. C., Sanderson, J. D. & Whelan, K. (2010). Treating irritable bowel syndrome with probiotics: The evidence. *Proceedings of the Nutrition Society*. 69(1),187–194.

Pereira, E. A. et. al. Comportamento reológico de mel da abelha uruçu (*Melipona scutellaris*, L.). (2003). *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 5(1),179-186.

Ranadheera, C., Evans, C., Adams, M., & Baines, S. (2012). Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. *Food Chemistry*, 135(3), 1411–1418.

Ranadheera, C., Evans, C., Adams, M., & Baines S. (2013). Production of probiotic ice cream from goat's milk and effect of packaging materials on product quality. *Small Ruminant Research*, 112(1), 174–180.

Riener, J., Noci, F., Cronin, D.A., Morgan, D. J., & Lyng, J. G. (2010). A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks. *Food Chemistry*, 119(1), 1108-1113.

Rinaldoni, A. N., Campderrós, M. E., & Padilla, A. P. (2012). Physico-chemical and sensory properties of yoghurt from ultrafiltered soy milk concentrate added with inulin. *LWT - Food Science and Technology*, 45(1), 142-147.

Rivera-Espinoza, Y., & Y. Gallardo-Navarro. (2010). Non-dairy probiotic products. *Food and Microbiology*. 27(1), 1–11.

Rolim F. R. L. et al. (2015). Survival of *Lactobacillus rhamnosus* EM1107 in simulated gastrointestinal conditions and its inhibitory effect against pathogenic bacteria in semi-hard goat cheese. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1),807-813.

SAS. (2002). *Statistical analysis system. Usei Guid.* Cary: SAS Institute.

Settachaimongkon, S., M. J. R., Nout, E. C., Antunes Fernandes, T. C. M., Van Hooijdonk, M. H., Zwietering, E. J. S., & Van Valenberg H. J. F. (2014). The impact of selected strains of probiotic bacteria on metabolite formation in set yoghurt. *International Dairy Journal*, 38(1),1–10.

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. & Prosser, C. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research*, 89(1), 110–124.

Silva, D. C. G.; Abreu, L. R. & Assumpção, G. M. P. (2012) Addition of water-soluble soy extract and probiotic culture, viscosity, water retention capacity and syneresis characteristics of goat milk yogurt. *Ciência Rural*, 42(3), 545–550.

Schillinger, U., Guigas, C. & Holzapfel, H. (2005). *In vitro* adherence and other properties of lactobacilli used in probiotic yoghurt-like products. *International Dairy Journal*, 15(2), 1289–1297.

Shi, H., Luo, J., Zhang, W., & Sheng, H. (2015). Using safflower supplementation to improve the fatty acid profile in milk of dairy goat. *Small Ruminant Research*, 127(2), 68-73.

Stencl, J., Janstova. B., & Drackova, M. (2010). Effects of temperature and water activity on the sorption heat of whey and yogurt powder spray within the temperature range 20–40c. *Journal of Food Process Engineering*, 33, (5), 946 -961.

Stone, H.; Sidel, J. *Sensory evaluation practices*. 2ed. New York: Academic Press, 1993. 337, p.

Toral, P. G., Chilliard, Y., Rouel, J., Leskinen, H., Shingfield, K. J., & Bernard, L. (2015). Comparison of the nutritional regulation of milk fat secretion and composition in cows and goats. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 7277-7297.

Vargas, M., Chafer, M., Albors, A., Chiralt, A., & Gonzalez Martinez, C. (2008). Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal*, 18(1), 1146-1152.

Verruck, S., et al. The buffalo Minas Frescal cheese as a protective matrix of *Bifidobacterium* BB-12 under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions. (2015). *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), 1179-1183.

Vinderola, C. G., Prosello, W., Ghiberto, D., & Reinheimer, J. A. (2000). Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinean fresco cheese. *Journal Dairy Science*, 83(2), 1905-1911.

Yamazi, A., Moreira, T., Cavicchioli, V., & Burin, L. R. (2013). Nero Long cold storage influences the microbiological quality of raw goat milk. *Small Ruminant Research*, 113(1), 205–210.

Xanthopoulos, V., Ipsilandis, C. G., & Tzanetakis, N. (2012). Use of a selected multi-strain potential probiotic culture for the manufacture of set-type yogurt from caprine milk. *Small Ruminant Research*, 106(2), 145-153.

Zamfir, M.; Callewaert, R.; Cornea, P. C.; & De Vuyst, L. (2000). Production kinetics of acidophilin 801, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* IBB 801. *FEMS: Microbiology Letters*, 190(2), 305-308.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa permitiu as seguintes considerações finais a respeito do tema estudado:

- ✓ No que se refere às análises físicas e físico-químicas, observou-se um aumento dos teores de acidez, com concomitante redução do pH, acompanhado do aumento da concentração de açúcares totais para todas as formulações ao longo do armazenamento refrigerado.
- ✓ Quanto às propriedades tecnológicas, os iogurtes IP e IPM apresentaram maiores taxas de proteólise a partir do 14º dia de armazenamento, provavelmente devido a presença da estirpe probiótica adicionada a estas formulações;
- ✓ Os iogurtes elaborados apresentaram alta luminosidade (L^*) com predomínio do componente amarelo (b^*) sobre o componente verde (a^*), mesmo no iogurte controle;
- ✓ Ao final do armazenamento, todos os iogurtes apresentaram menor sinerese quando comparada ao primeiro dia de armazenamento refrigerado. Entretanto, os iogurtes com mel apresentaram menor suscetibilidade a sinerese quando comparados aos demais tratamentos.
- ✓ Em termos sensoriais, os iogurtes IPM e IM adicionados de mel apresentaram maior aceitação em se tratando de alguns atributos frente aos iogurtes IC e IP, provavelmente por conta do maior grau de doçura obtida pelo maior teor de açúcares presentes nos iogurtes que continham mel, bem como melhoria do *flavor* destas formulações;
- ✓ O produto elaborado apresenta potencial probiótico, visto que foram observadas contagens de bactérias lácticas, ao longo do seu armazenamento, acima do que é preconizado pela legislação vigente (7 log de UFC/g) para que um alimento seja considerado probiótico;

- ✓ Quanto à viabilidade do *L. acidophilus* frente à simulação das condições do TGI, o iogurte caprino mostrou um efeito protetor sobre a sobrevivência deste micro-organismo, independente da presença ou ausência de mel, cujas contagens ao final da digestão foram superiores a $5,0 \log \text{ufc.g}^{-1}$.

APÊNDICES

APÊDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido.

Prezado(a) Senhor(a):

Esta pesquisa é sobre a “**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE CAPRINO COM POTENCIAL PROBIÓTICO: CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E AVALIAÇÃO DO EFEITO PROTETOR DA MATRIZ ALIMENTAR**” e está sendo desenvolvida pela pesquisadora **Jéssica Lima de Moraes**, aluna da Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA, da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da Dr^a. Maria Elieidy Gomes de Oliveira e está norteado pela Resolução n^o 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Os objetivos do estudo são desenvolver iogurte caprino com potencial probiótico adicionado de mel de abelha *Melipona scutellaris* e caracterizar os aspectos tecnológicos, físicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, assim como avaliar o efeito protetor da matriz alimentar sobre as cepas adicionadas.

Solicitamos a sua colaboração para responder a entrevista e se apto, participar da prova de uma porção de produto alimentar à base de iogurte caprino com potencial probiótico, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde. Há pouca probabilidade de algum incidente desfavorável durante a realização desta pesquisa, visto que, a produção do iogurte segue todo um protocolo de Boas Práticas de Fabricação, com o intuito de diminuir a presença de micro-organismos patogênicos ou deteriorantes que possam trazer algum dano a pessoa que o consuma. Além disso, serão realizadas análises microbiológicas que atestam a sanidade do produto.

Os probióticos são micro-organismos vivos que ao serem ingeridos beneficiam o organismo, porque atuam sobre o equilíbrio bacteriano intestinal, controlando o colesterol, os quadros de diarreias, além ajudar a reduzir o risco de câncer. Por se tratar de um produto elaborado com a utilização de cepas probióticas, os provadores podem perceber uma leve melhora no fluxo gastrointestinal, se o mesmo for constipado. Durante o decorrer da entrevista e da prova de uma porção de produto alimentar à base de iogurte caprino probiótico, caso o(a) senhor(a) se sentir constrangido a responder determinada pergunta ou a não quiser proceder com o teste sensorial, é possível não responder ou deixar o local sem qualquer prejuízo.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma via desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Contato com o Pesquisador (a) Responsável

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, fazer contato com a pesquisadora:

Jéssica Lima de Moraes
Departamento de Nutrição, do Centro de Ciências da Saúde (CCS) - Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Campus I - Cidade Universitária - CEP 58051-900 – João Pessoa/PB
☎ (83) 3216-7826

Atenciosamente,

Jéssica Lima de Moraes
Assinatura do Pesquisador Responsável

Dr^a. Maria Elieidy Gomes de Oliveira
Assinatura do Pesquisadora Orientadora

Universidade Federal da Paraíba, *campus 1*, João Pessoa

Teste de Aceitação e Intenção de compra

Idade: _____ **Sexo:** _____ **Escolaridade:** _____ **Data:** _____

Você está recebendo 04 amostras codificadas de iogurte probiótico adicionado de mel de abelha *Melipona scutellaris*. Prove-as da esquerda para direita e escreva o valor da escala que você considera correspondente à amostra (código). Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da água.

- 9 – gostei muitíssimo
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1 – desgostei muitíssimo

ATRIBUTOS	AMOSTRAS (Código)			
Aparência				
Cor				
Aroma				
Sabor				
Consistência				
Avaliação Global				

Agora indique sua atitude ao encontrar estes iogurtes no mercado.

- 5 – compraria
- 4 – possivelmente compraria
- 3 – talvez comprasse/ talvez não comprasse
- 2 – possivelmente não compraria
- 1 – jamais compraria

ATRIBUTOS	AMOSTRAS (Código)			
Intenção de Compra				

Comentários: _____

APÊNDICE C - Formulário de avaliação sensorial – Teste de Ordenação-Preferência.

Universidade Federal da Paraíba, *campus 1*, João Pessoa

Teste de Ordenação-Preferência

Idade: _____ **Sexo:** _____ **Escolaridade:** _____ **Data:** _____

Você está recebendo 04 amostras codificadas de iogurte probiótico adicionado de mel de abelha *Melípona scutellaris*. Por favor, prove as amostras, da esquerda para direita, e ordene-as em ordem decrescente de **preferência geral**. Espere 30 segundos antes de consumir a próxima amostra e utilize a água entre cada avaliação.

	Mais Preferida	—————→		Menos preferida
Posto	1º Lugar	2º Lugar	3º Lugar	4º Lugar
Código				

Comentários: _____

Agora, por favor, responda as seguintes questões:

Qual característica sensorial você mais apreciou na amostra mais preferida?

Qual característica sensorial você não apreciou na amostra menos preferida?

Comentários: _____

OBRIGADA!

ANEXOS

ANEXO A - Parecer do comitê de ética,

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE**



PROJETO DE PESQUISA

Título: Produção de derivados lácteos: tecnologias e agregação de valor a produtos da caprinocultura leiteira
Área Temática:
Versão: 3
CAAE: 02226912.0.0000.5188
Pesquisador: Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
Instituição: Universidade Federal da Paraíba

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 111.523
Data da Relatoria: 25/09/2012

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa tem por objetivo desenvolver e adaptar tecnologias de produtos lácteos caprinos (queijos, iogurte, bebidas lácteas), como também, aproveitar resíduos de indústrias de laticínios e frutos da biodiversidade regional, visando o aumento da produção e agregação de valor, para que contribuam na sustentabilidade da agricultura familiar da região Semiárida, procurando-se atender aos requisitos de segurança alimentar. Serão elaborados produtos lácteos com qualidade satisfatória os quais serão submetidos a testes sensoriais. Os procedimentos realizados na pesquisa serão explicados aos indivíduos e, em seguida, caso aceitem participar da mesma, assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido. Serão convidados e selecionados a formar o grupo de provadores estudantes e servidores da Instituição maiores de 18 anos. As análises sensoriais serão realizadas no Laboratório de Técnica Dietética DN/CCS/UFPB e para a realização das mesmas serão aplicados Testes de Aceitação (100 provadores) e de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (12 provadores) de acordo com metodologia descrita por Faria & Yotsuyanagi (2002). Para participação do painel sensorial serão recrutados voluntários entre estudantes, funcionários e professores da UFPB Os dados obtidos serão tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA). As diferenças entre os grupos estudados serão analisados utilizando o teste de média Tukey para comparação de médias ao nível de 5% de significância. Com relação à análise sensorial, os dados serão tabulados em gráfico de planilha eletrônica EXCEL, sendo os valores médios de cada atributo sensorial comparado através de teste de Friedman. Para a comparação entre os tratamentos será realizada a análise de variância (ANOVA) dos provadores e comparação ao teste de Tukey com nível de 5 % de significância.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver e adaptar tecnologias de produtos lácteos caprinos, como também, aproveitar resíduos de indústrias de laticínios e frutos da biodiversidade regional, visando o aumento da produção e agregação de valor, para que contribuam na sustentabilidade da agricultura familiar da região Semiárida, procurando-se atender aos requisitos de segurança alimentar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos previsíveis, e o pesquisador relata que os benefícios gerados com a pesquisa são para a área de conhecimento, mas não ao participante diretamente. Também pode contribuir para a expansão da agroindústria especializada nestes produtos, pela valorização da caprinocultura leiteira brasileira e contribuição para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** eticaccs@ccs.ufpb.br; elianemduarte@hotmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE



Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante na sua área do conhecimento e atende a todas as considerações éticas da resolução 196/96.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.
Todas as recomendações solicitadas no parecer da versão 01 foram acatadas pelo pesquisador e realizadas.

Recomendações:

Como todas as recomendações solicitadas no parecer da versão 02 foram acatadas pelo pesquisador, não temos mais recomendações a fazer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conforme acima relatado, salvo melhor juízo, somos de parecer que este Projeto deve ser considerado APROVADO.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

JOAO PESSOA, 01 de Outubro de 2012

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)