

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
REOLÓGICAS DE IOGURTES NATURAIS**

Autor: Juliana Aparecida Célia
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Co-Orientadora: Dra. Geovana Rocha Plácido

Rio Verde – GO
julho– 2015

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
REOLÓGICAS DE IOGURTES NATURAIS**

Autora: Juliana Aparecida Célia
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Coorientadora: Dra. Geovana Rocha Plácido

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde – Área de concentração Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

Rio Verde - GO
julho -2015

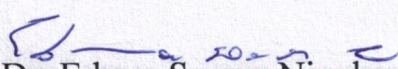
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

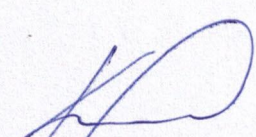
**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA OBTENÇÃO DE
IOGURTES NATURAIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS
E REOLÓGICAS**

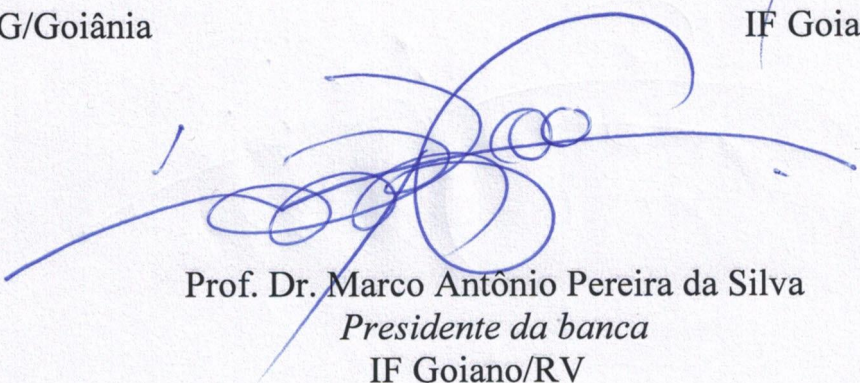
Autora: Juliana Aparecida Célia
Orientador: Marco Antônio Pereira da Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 02 de julho de 2015.


Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau
Avaliador externo
UFG/Goiânia


Prof. Dr.ª Karen Martins Leão
Avaliadora interna
IF Goiano/RV


Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Presidente da banca
IF Goiano/RV

*Dedico a Deus, à minha mãe Marinalva Ferreira e ao meu irmão Junior Luiz,
Célia pelo apoio e confiança.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais uma etapa da minha vida realizada, por estar sempre me concedendo saúde e direcionamento, dando força e sabedoria para superar todos os obstáculos em minha vida. À minha família, por estar sempre ao meu lado, me apoiando e contribuindo para minha formação na carreira acadêmica.

Ao meu orientador, Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, agradeço pela orientação, pelos conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado, agradeço por ter tido a oportunidade de conhecer um profissional competente e dedicado que não mede esforços para a capacitação e formação do aluno. E os bons exemplos como pessoa e profissional, com certeza levarei comigo ao longo da minha jornada como pessoa e profissional. Agradeço, meu muito obrigada!

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, por ter concedido espaço para desenvolver este estudo e pela oportunidade e conhecimento adquirido.

À equipe do Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, pela realização das análises eletrônicas do leite refrigerado.

Ao Laticínios Italc, pela disponibilização da matéria-prima para a pesquisa.

À Dra. Geovana Rocha Plácido, pela disponibilização de reagentes, vidrarias e equipamentos para as análises.

À Dra. Karen Martins Leão, por estar contribuindo com o meu crescimento, com sugestões de melhoria para o meu trabalho, participando nas duas bancas de seminários e na banca de defesa da dissertação.

Ao Dr. Edmar Soares Nicolau, pela disponibilidade e presteza pela participação na banca de defesa da minha dissertação.

À Fapeg, pela bolsa concedida.

À Capes, CNPq e Finep, pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

Ao Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais, pela permissão de uso dos equipamentos.

Ao Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, pela cessão do liofilizador.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Juliana Aparecida Célia, filha de José Luiz Célia e Marinalva Ferreira, irmã de Junior Luiz Célia. Nascida em 16 de dezembro de 1989 na cidade de Rio Verde, localizada no Sudoeste do estado Estado de Goiás. Deu início à formação acadêmica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Câmpus Rio Verde-GO, no Curso de Graduação de Bacharelado de Engenharia de Alimentos, no primeiro semestre do ano de 2008, concluído no final do segundo semestre de 2013. No primeiro semestre de 2014, iniciou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na linha de pesquisa Produção Animal, com ênfase no processamento e qualidade do leite e derivados, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano-Câmpus Rio Verde-GO, onde foi bolsista da Fappeg, tendo concluído o Mestrado no primeiro semestre de 2015.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Leite.....	3
2.1.1 Tratamento Térmico do leite.....	4
2.2 Iogurte.....	5
2.2.1 Propriedades Reológicas de Iogurtes.....	7
2.2.2 Características Físico Químicas e Sensoriais de Iogurte.....	7
2.3 Etapas de Processamento de Iogurte.....	9
2.3.1 Preparo da Matéria Prima.....	9
2.3.2 Tratamento Térmico do Leite para a produção de iogurte.....	10
2.3.3 Resfriamento do Leite.....	10
2.3.4 Inoculação das culturas.....	10
2.3.5 Processo de fermentação láctea.....	10
2.3.6 Resfriamento do Iogurte, Envase e Armazenamento.....	12
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
4 OBJETIVOS.....	18
4.1 Objetivo Geral.....	17
4.2 Objetivos Específicos.....	17
CAPÍTULO I	
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 Instalação do Experimento.....	21
2.2 Matéria Prima.....	22
2.3 Elaboração dos Iogurtes Naturais.....	23
2.3.1 Análises Físico Químicas, Reológicas e Bacteriológicas dos Iogurtes Naturais.....	23
2.3.2 Avaliação do pH.....	24
2.3.3 Avaliação da Acidez Titulável.....	24
2.3.4 Sinérese.....	24
2.3.5 Viscosidade.....	24
2.3.6 Análises Microbiológicas.....	25

2.3.6.1 Contagem de Bactérias lácticas viáveis.....	25
2.3.6.2 Contagem de Coliformes Totais e Termotolerantes.....	25
2.3.7 Gordura.....	26
2.3.8 Proteína.....	26
2.3.9 Umidade.....	26
2.3.10 Cor.....	25
2.3.11 Liofilização dos iogurtes.....	26
2.3.11.1 Reconstituição dos Iogurtes Liofilizados.....	27
2.3.12 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	27
2.3.13 Análises Estatísticas.....	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4 Conclusão.....	39
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	41

ÍNDICE DE TABELAS E QUADROS

QUADRO 1 – Classificação do iogurte quanto ao teor de gordura, características físico-químicas e sensoriais.....	8
QUADRO 2 – Critério microbiológico para iogurte.....	8
QUADRO 1 – Classificação do iogurte quanto ao teor de gordura, características físico-químicas e sensoriais.....	16
TABELA 1 - Características físico-químicas do leite em diferentes tratamentos térmicos.....	28
TABELA 2 – Valores médios de gordura, proteína, umidade, acidez titulável e pH de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT).....	35
TABELA 3 – Valores médios da cor e viscosidade dos iogurtes reconstituídos e liofilizados obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT).....	36
TABELA 4 – Valores médios de gordura, proteína, umidade, acidez titulável, pH e células lácticas viáveis de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) após a reconstituição dos iogurtes.....	37

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fluxograma do processamento do iogurte.....	9
CAPITULO I	
FIGURA 1 – Cinética do pH de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante a fermentação.....	29
FIGURA 2 – pH de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.....	30
FIGURA 3 – Acidez titulável de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.....	31
FIGURA 4 – Sinérese de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.....	32
FIGURA 5 – Viscosidade de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.....	33
FIGURA 6 – Contagem de bactérias lácticas viáveis de iogurte obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.....	34
FIGURA 7 – Microscopia eletrônica de varredura de iogurtes produzidos com leite refrigerado, pasteurizado e UAT consecutivamente com aumento de 1-30x, 2-1000x, 3-5000x e 4- 10000x. G espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura, B= Bactérias lácticas.....	39

LISTA DE SIMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACOES E UNIDADES

°C	Graus Celsius
c	Quantidade de população
ESD	Extrato seco desengordurado
g	Gramas
HCl	cido clorídrico
m	Mínimo
M	Máximo
máx.	Máximo
mín.	Mínimo
mL	Mililitro
m	Mínimo
n	Número de amostras
pH	Potencial hidrogeniônico
(%)	Por cento
UFC/ mL	Unidade Formadora de Colnia por Mililitro

1 INTRODUÇÃO GERAL

O leite fermentado mais conhecido e consumido no Brasil é o iogurte, cuja fermentação deve ser feita com cultivos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, aos quais podem acompanhar outras bactérias ácido-láticas (BRASIL, 2007).

O aumento do consumo do iogurte pode ser atribuído à preocupação crescente dos consumidores em ingerir produtos naturais e aos benefícios que o iogurte traz ao organismo, tais como facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas, melhorar a absorção de cálcio, fósforo e ferro e ser fonte de galactose (ROCHA et al., 2005).

A fermentação do leite resulta em um produto com uma vida de prateleira mais extensa do que o leite fresco, além de mais seguro e nutritivo, sendo o ácido láctico o principal responsável pelo aumento da sua vida útil (aproximadamente 30 dias) (FINCO et al., 2011).

Entre os vários produtos fermentados, o iogurte vem sendo amplamente consumido graças ao desenvolvimento industrial, tecnológico e científico e às técnicas de elaboração, que apresentam ampla expansão em todo o mundo (MANTOVANI et al., 2011).

O emprego de bactérias probióticas em produtos lácteos fermentados tem sido amplamente estudado devido às dificuldades de manutenção da viabilidade destes microrganismos ao longo da estocagem refrigerada (GALINA et al., 2011). Segundo os mesmos autores, fatores como acidez e oxigênio dissolvido e interações entre espécies, práticas de inoculação e condições de estocagem podem influenciar na sobrevivência dos microrganismos probióticos em lácteos fermentados.

O surgimento de novas tecnologias que ampliam a atuação no setor lácteo, como novas técnicas de processamento, transporte e de acondicionamento, vem aumentando a competitividade do setor lácteo a cada dia (CASTRO et al., 2013).

E umas das técnicas utilizadas na conservação de alimentos é o processo de liofilização, que apresenta algumas vantagens sobre outros processos, por permitir que a amostra permaneça com sua estrutura inalterada, haja facilidade de remover a água e reidratá-la, além de minimizar perdas na cor, aroma e sabor (EZEQUIE et al., 2010).

A liofilização é um processo de estabilização, no qual uma substância é previamente congelada e então a quantidade de solvente (geralmente água) é reduzida,

primeiro por sublimação e posteriormente por dessecção, para valores tais que impeçam atividade biológica e reações químicas, pois o produto passa por processos de congelamento inicial, secagem primária e secagem secundária (MARQUES, 2008).

A tecnologia da liofilização ou desidratação a frio (freeze dry) é um processo confiável de conservação de produtos biológicos, sendo isenta de conservantes ou produtos químicos. Na liofilização, o alimento é congelado em temperaturas inferiores a -20°C e submetido a baixa pressão (alto vácuo), fazendo com que a água do produto, que foi transformada em gelo, sublime, ou seja, passe diretamente do estado sólido para o gasoso (MARTINS et al., 2011).

A melhoria dos aspectos nutricionais e funcionais está diretamente relacionada à diminuição do teor de água e ao conseqüente aumento na concentração dos nutrientes, sendo que esse tratamento preserva as características sensoriais do alimento, pois não altera sua integridade (SOUZA et al., 2013).

Produtos naturais desidratados por liofilização estão atualmente ocupando o mais alto patamar de qualidade e praticidade nos meios industriais (EBLSA, 2011).

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar as características físico-químicas de iogurtes naturais produzidos com diferentes tratamentos térmicos, como também avaliar o uso da liofilização e reconstituição de iogurtes naturais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Leite

A produção de leite foi iniciada há mais de 6.000 anos, e os animais produtores de leite de hoje foram desenvolvidos de animais herbívoros selvagens, polivalentes, para satisfazer as necessidades de leite, carne e roupa, pois sua domesticação era menos perigosa e mais fácil de serem controlados do que os animais carnívoros (DAIRY HANDBOOK – TETRA PAK, 1996).

No final do século XIX, novas raças de bovinos foram introduzidas no país, sendo que em 1893 foram importados exemplares selecionados da raça zebu. Nessa época, a produção de leite e carne atendia ao consumo interno, e o couro, de maior valor, era exportado (ANDRÉ GUEDES et al., 2006).

Há registros de que a primeira fábrica de laticínios da América do Sul foi fundada por volta de 1888, na Serra da Mantiqueira, em Minas Gerais, pelo Dr. Carlos Pereira de Sá, que, para esta instalação, importou maquinário e mão de obra especializada da Holanda (ANDRÉ GUEDES et al., 2006).

A partir da década de 20, algumas indústrias para beneficiamento e distribuição de leite começam a surgir, oferecendo aos consumidores leite tratado pelo processo de pasteurização lenta (30 minutos a uma temperatura maior que 60°C), tecnologia que surgia no país. O leite era engarrafado em frascos de vidro retornáveis (COSTA, 2011). Tal avanço proporcionava ao consumidor um produto seguro, com prazo de validade maior que o leite entregue pelos vaqueiros (ALVES, 2001).

No Brasil, entre os sistemas agroindustriais mais importantes, está o setor leiteiro. Sua importância econômica e social para o país é tamanha que vem sendo praticada em todo o território nacional (SIMIONATO, 2008).

O leite é uma emulsão de cor branca, ligeiramente amarelada, de odor suave, gosto adocicado, indispensável aos mamíferos nos primeiros meses de vida (BEHMER, 1999).

Segundo a Instrução Normativa nº 62 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o leite é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite refrigerado deve apresentar os seguintes requisitos físicos e químicos: gordura, mínimo

de 3,0g/100g; densidade de 1,028 g/mL a 1,034 g/mL; acidez titulável de 0,14 a 0,18 g de ácido láctico/100mL; extrato seco desengordurado, mínimo de 8,4g/100g; índice crioscópico de -0,512 °C a -0,531 °C; e proteínas, mínimo de 2,9g/100g (BRASIL, 2011).

A composição do leite pode variar em função da espécie, raça, alimentação, estação do ano, doenças e período de lactação. O conhecimento da composição do leite é essencial, por determinar sua qualidade e definir suas propriedades sensoriais e industriais (NORO et al., 2006).

2.1.1 Tratamento Térmico do leite

Há três tipos de tratamento térmico para o leite: pasteurização LHT (*low temperature holding* - baixa temperatura por longo tempo), em que o leite é aquecido a 63°C por 30 minutos; pasteurização HTST (*high temperature short time* - alta temperatura por pouco tempo), em que o leite é aquecido entre 72°C e 75°C por 15 a 20 segundos; e a pasteurização UHT (*ultra high temperature* - ultra alta temperatura), em que o leite é aquecido entre 135°C e 140°C por 2 a 4 segundos e tem vida de prateleira em temperatura ambiente por seis meses (KELLY et al., 2006).

A pasteurização deve ser feita em trocador de calor a placas, dotado de painel de controle com termo-registrador, seguido de resfriamento até temperatura igual ou inferior a 4°C. O envase deve ser feito em circuito fechado, e logo após a pasteurização o leite deve apresentar teste negativo para fosfatase alcalina e positivo para peroxidase (BRASIL, 2011). O tratamento térmico garante a segurança e a preservação dos alimentos pela inativação de microrganismos (PALOP & MATINEZ, 2006).

Já o processamento UAT, também conhecido como esterilização comercial, envolve o aquecimento a uma temperatura que promove a destruição de todas as formas de microrganismos (ABRANCHES et al., 2008).

No Brasil, o consumo de leite longa vida cresce ao mesmo tempo em que a preferência pelo leite pasteurizado diminui (NASCIMENTO, 2009). Os fatores relevantes para esse aumento da demanda de consumo do leite UHT são: preferência do consumidor, cuja vantagem seria a facilidade de compra em grandes intervalos e facilidade de estocagem; grande concorrência entre os laticínios; instalação de novas indústrias no país, envolvidas com a sua produção; e o crescimento de “marketing” das

indústrias de equipamentos sobre as de laticínios e dessas sobre o mercado consumidor (SANTOS et al.,1999).

2.2 Iogurte

O iogurte é definido, de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, como o produto adicionado ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos dos microrganismos *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, que podem ser acompanhados, de forma complementar, por outras bactérias ácido-lácticas (BRASIL, 2007). Estes microrganismos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto durante o prazo de validade e devem contribuir para a determinação das características do produto final.

Os leites fermentados podem ser classificados em diferentes faixas de temperatura de fermentação - mesofílica (20°C a 30°C) e termofílica (37°C a 45°C) - sendo a termofílica a faixa na qual se dá a produção de iogurte (ORDONEZ et al., 2005).

O iogurte apresenta fácil digestão e é benéfico à flora intestinal, principalmente o iogurte natural, sendo as proteínas do leite pré-digeridas por ação das bactérias lácticas, produtoras do ácido láctico, que permitem uma melhor digestão e a dissolução do cálcio presente no iogurte, facilitando sua assimilação pelo organismo, além disso, a acidez do iogurte confere uma proteção natural contra infecções, causando a inibição de diferentes tipos de bactérias patogênicas no produto (CIRIBELI & CASTRO, 2011).

Devido ao processo fermentativo, o leite fermentado apresenta melhor digestibilidade que o leite fresco, pois os principais constituintes foram pré-digeridos, portanto, trata-se de um produto de fácil digestão, além de altamente nutritivo, rico em proteínas, cálcio e fósforo (ROCHA et al., 2008).

Entre os benefícios que o leite fermentado pode proporcionar ao organismo, relacionados à presença de bactérias lácticas, citam-se: controle da microbiota intestinal; diminuição da população de patógenos pela produção de ácidos acético e láctico; estabilização da microbiota intestinal após o uso de antibióticos; e estimulação do sistema imune e alívio da constipação (SAAD, 2006).

CHANDAN et al. (2006) relatam que o consumo de leites fermentados proporciona diversos benefícios à saúde como: maior digestibilidade de proteínas e açúcar em relação ao leite; estímulo dos movimentos peristálticos pela presença de ácido láctico, facilitando a digestão; colonização do trato gastrointestinal por microrganismos benéficos; desenvolvimento e manutenção do sistema de sustentação; e estímulo do sistema imunológico e da produção de hormônios e enzimas.

Nos últimos anos, a produção e o consumo de leites fermentados, em que se incluem microrganismos com propriedades probióticas, vêm adquirindo maior relevância, embora o iogurte seja o tipo de leite fermentado mais conhecido e o de maior consumo em todos os níveis populacionais (ORDONEZ et al., 2005).

Os probióticos são definidos pela Organização Mundial da Saúde como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefício à saúde do hospedeiro (MORAIS & JACOB, 2006).

Para que um microrganismo possa ser usado como probiótico, ele deve ser capaz de expressar suas atividades benéficas no corpo do hospedeiro, resistindo ao trato digestivo (aos ácidos clorídricos e biliares) e colonizando o intestino (OLIVEIRA & SILVA, 2011).

Segundo os autores acima citados, a primeira consideração é que esta bactéria seja habitante normal da microflora intestinal, porém, algumas cepas que não fazem parte da composição normal do trato intestinal podem vir a ser catalogadas como probióticos, como, por exemplo, o *Lactobacillus bulgaricus* e o *Streptococcus thermophilus*, uma vez que estas bactérias não colonizam o trato gastrointestinal, apenas produzem efeitos benéficos sobre o balanço da microflora.

As principais bactérias produtoras de ácido láctico utilizado como probióticos incluem os lactobacilos *Lactobacillus lactis*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. casei*, *L. bulgaricus*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *L. jensenii*, *L. reuteri*, *L. johnsonii*, *L. helveticus*, *L. gasseri*, *Enterococcus faecium* SF68 e *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus salivarius* e *Streptococcus thermophilus*, *Pediococcus acidilactici* e espécies de *Leuconostoc* e *Lactococcus* (BARBOSA et al., 2011).

O consumo regular de alimentos fermentados como o iogurte apresenta efeito benéfico para a manutenção da boa saúde, sendo esse efeito atribuído, em parte, às bactérias ácido-láticas *Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, utilizadas na elaboração do produto (ALVES et al., 2009).

2.2.1 Propriedades reológicas de iogurtes

Uma das características mais importantes da reologia de alimentos líquidos é a viscosidade, que é a resistência interna do líquido ao fluxo (FELLOWS, 2006).

A propriedade reológica de viscosidade aparente de um produto influencia de forma significativa na aceitação e intenção de compra dos consumidores, sendo, portanto, um fator importante que deve ser controlado durante o processamento do iogurte (COUTO et al., 2008).

A textura do produto e a propensão à sinérese (separação do soro) são umas das principais características que irão definir a qualidade do iogurte (LEE & LUCEY, 2010). Para aumentar a viscosidade do iogurte, as indústrias aumentam o teor de sólidos pela adição de leite, ou soro de leite em pó (TAMIME & ROBINSON, 1991).

Alguns fatores afetam a reologia do iogurte, como o teor de sólidos, as temperaturas de tratamento térmico do leite e da fermentação, a pressão de homogeneização, entre outros (PASEEPHOL et al., 2008).

Segundo XU et al. (2008), o pré-aquecimento do leite para a produção de iogurte desempenha um papel de grande importância para o desenvolvimento da estrutura do gel de iogurte.

A formação do gel é a propriedade funcional mais importante de produtos de iogurte. As características reológicas do gel deste composto são regidas pela composição do leite, temperatura e tempo de aquecimento de pré-tratamento de leite, do tipo e quantidade de cultura de fermento utilizada para inocular as condições de leite, a temperatura de fermentação e de armazenagem do produto final (TAMIME & ROBINSON, 1989).

2.2.2 Características físico-químicas, sensoriais de iogurte

De acordo com a textura, o iogurte pode ser dividido em três categorias: iogurte de massa firme, de massa batida e de textura líquida, conhecidos, respectivamente, como iogurte tradicional, batido e líquido. O iogurte tradicional adquire consistência mais firme, devido ao fato de a fermentação ocorrer na própria embalagem final e não ocorrer quebra da massa; o iogurte batido, por sua vez, resulta em um produto menos

firme que o anterior, pelo fato de ser incubado em fermenteiras, seguido da quebra do coágulo para o envase (GRANATO, 2007).

O Quadro 1 apresenta a classificação do iogurte quanto ao teor de gordura, características físico-químicas e sensoriais.

QUADRO 1 – Classificação do iogurte quanto ao teor de gordura, características físico-químicas e sensoriais.

Iogurte	Gordura
Com creme	mín. 6,0 g/100g
Integrais	3,0 a 5,9 g/100g
Parcialmente desnatado	0,6 a 2,9 g/100g
Desnatado	máx. 0,5 g/100g
Características físico-químicas e sensoriais	
Acidez	0,6 a 1,5 g. ácido láctico/100g
Proteína	2,9 g/100g
Bactérias lácticas viáveis	mín. 10^7 UFC/g
Aspecto	Consistência Firme, pastosa ou semissólida
Cor	Branca ou de acordo com as substâncias adicionadas
Odor	Característico ou de acordo com as substâncias adicionadas
Sabor	Característico ou de acordo com as substâncias adicionadas

Fonte: Brasil (2007).

O Quadro 2 apresenta os critérios microbiológicos de iogurtes, segundo Instrução Normativa nº 46. (BRASIL, 2007).

QUADRO 2 – Critério microbiológico para iogurte.

Microrganismos	Critério de Aceitação
Coliformes/ g (30°C)	n= 5 c= 2 m=10 M= 100
Coliformes/g (45°C)	n= 5 c= 2 m<3 M=10

n= número de amostras; c = quantidade de população que pode estar entre m = mínimo, M = máximo.
Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

A Figura 1 apresenta o fluxograma da produção de iogurte tradicional, batido e líquido.

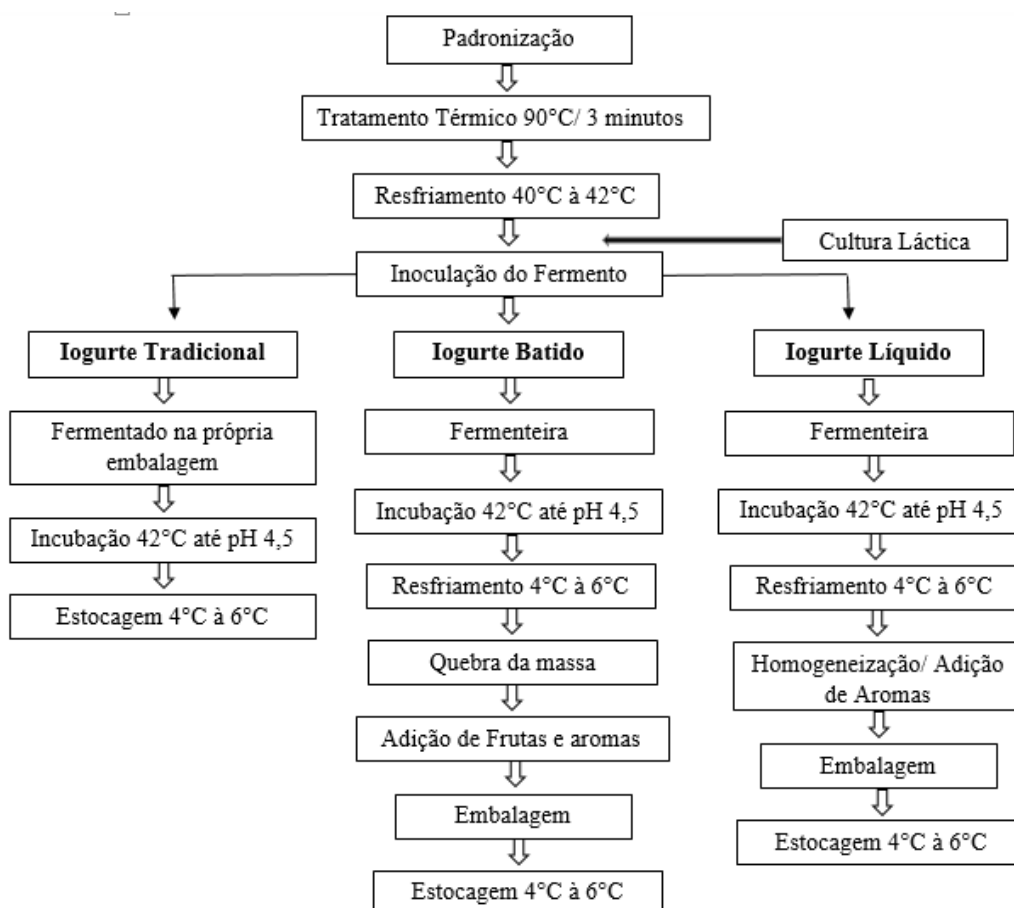


FIGURA 1 – Fluxograma do processamento do iogurte.
Fonte: Rocha et al. (2008).

2.3 Etapas do Processamento de Iogurte

As etapas de produção do iogurte incluem, de modo geral, verificação das características do leite original, padronização do teor de gordura, tratamento térmico, sementeira, incubação e embalagem do produto final. Na elaboração do iogurte de leite de vaca, o elevado teor de sólidos totais no leite (entre 14% a 18%) é desejável para proporcionar um produto de boa qualidade (GIESE et al., 2010).

2.3.1 Preparo da matéria-prima

O leite utilizado para fabricação de iogurte deve ser produzido e manipulado de forma higiênica, apresentar composição físico-química normal e ser isento de antibióticos para evitar defeitos na textura do iogurte (NORO et al., 2006).

2.3.2 Tratamento térmico do leite para a produção de iogurte

No tratamento térmico do leite para a fabricação de iogurte, os binômios tempo e temperatura recomendados são: 95°C por um minuto e meio, 90°C por três minutos, 85°C por oito minutos e meio ou 80°C por 30 minutos (LOBATO,2000).

A pasteurização tem como objetivo destruir os microrganismos patogênicos e outros que possam competir com as culturas do iogurte, além de promover a desnaturação das proteínas do soro, o que reduz a contração do coágulo da caseína do iogurte. O tratamento térmico estimula o início do crescimento da cultura láctica por redução do conteúdo de oxigênio do leite, além disso, a pasteurização influi sobre o aumento da viscosidade do iogurte e na obtenção de uma boa textura (ROBERT, 2008).

2.3.3 Resfriamento do Leite

Após aquecimento do leite, deve-se resfriá-lo a temperatura de 42°C a 43°C. Isso pode ser feito pela substituição da água quente do banho-maria por água fria. Para não haver contaminação nessa fase, o recipiente do leite deve estar sempre fechado, sendo controlado por termopares (FREITAS et al., 2012).

2.3.4 Inoculação das Culturas

Após o leite ser resfriado (42°C a 43°C), adiciona-se de 1% a 2% de fermento láctico (ROBERT, 2008).

2.3.5 Processo de fermentação láctea

A fermentação é um método de preservação largamente utilizado desde o início da civilização. Pela ausência de métodos de refrigeração ou pasteurização, historicamente o processo de fermentação envolvia a coagulação do leite por microrganismos presentes no meio, obtendo-se um produto final com características e propriedades físico-químicas diferentes da matéria-prima (FARIA et al., 2006). Durante o processo de fermentação, ocorre a produção de ácido láctico, como produto principal, e a produção de pequenas quantidades de outros subprodutos, sendo o acetaldeído

produzido em maiores quantidades, seguido por acetona, 2-butanona, diacetil e acetóina (SILVA et al., 2012).

Durante o processo de fermentação, que normalmente ocorre em um tempo de 4 a 5 horas de incubação em temperaturas de 40 °C a 44 °C, o leite líquido tem sua consistência alterada em virtude da coagulação das proteínas (KOMATSU et al., 2008). A redução do pH é resultado da produção de ácido láctico durante a fermentação, causando a desestabilização das micelas de caseína, e a coagulação completa ocorre a um pH de 4,6. Quando o pH desejado é atingido, o leite coagulado é resfriado rapidamente, para que a fermentação seja praticamente interrompida (WATER, 2004).

As proteínas, gorduras e a lactose do leite durante a fermentação sofrem hidrólise parcial, tornando o produto facilmente digerível, sendo considerado um agente regulador das funções digestivas (OLIVEIRA & SILVA, 2011).

Muitos parâmetros influenciam no flavor, corpo e textura do iogurte, como a cultura iniciadora ou *starter*, a temperatura de incubação, as condições de processo, tratamento térmico, homogeneização e composição do leite (SOUKOULIS et al., 2007). Alguns autores consideram o valor de pH desejável para todas as variações de flavor entre 4,5 a 4,7, contudo, outros autores consideram o valor de pH entre 4,0 e 4,4 como sendo a melhor variação (TETRA PAK, 1995).

Em pesquisa conduzida envolvendo trabalhos que citavam a temperatura ideal de incubação da cultura láctea, *S. thermophilus* e *L. bulgaricus*, foi observada temperatura ótima entre 37°C e 42°C (MAZO et al., 2009). Para a produção do iogurte, a precipitação das proteínas deve ocorrer sem a eliminação do soro, caso contrário, será produzido queijo ao invés de iogurte (FERREIRA, 2008). O *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* libera aminoácidos e peptídeos das proteínas do leite, o que possibilita a multiplicação de *S. thermophilus* nos primeiros estágios da fermentação. *S. thermophilus*, por sua vez, produz ácido fórmico, o qual estimula a multiplicação de *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, diminuindo o tempo de fermentação e conferindo ao produto características peculiares (HOLS, 2005).

De acordo com diversos tipos de leites fermentados, os produtos resultam de diferentes microrganismos responsáveis pelo processo de fermentação do leite. Em termos gerais, a elaboração pode ser considerada bastante simples: o leite é pasteurizado e em seguida semeia-se o cultivo iniciador selecionado, dependendo do produto em questão (NORO et al., 2006). Os microrganismos provocam a acidificação, produzindo

a coagulação do produto e o desenvolvimento de características sensoriais típicas. Após a fermentação, o alimento é refrigerado para comercialização (OLIVEIRA & SILVA, 2011).

2.3.6 Resfriamento do Iogurte, Envase e Armazenamento

O resfriamento é uma etapa crítica na produção de iogurte, sendo feito logo após o produto ter atingido o pH 4, devendo, na segunda etapa, a redução da temperatura da massa atingir 20°C (DEETH & TAMIME, 1981).

A temperatura de armazenamento deve ser de 2°C a 5°C para conservar e melhorar a consistência do iogurte (LOBATO, 2000).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, M. V.; CERES, M. D. L. Perdas de vitaminas em leite e produtos lácteos e possíveis medidas de controle. **Alimento Nutrição**. Araraquara v.19, n.2, p. 207-217, abr./jun. 2008

ALVES, L. L. et al. Aceitação sensorial e caracterização de *frozen yogurt* de leite de cabra com adição de cultura probióticas e prebiótico. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 9, 2009.

ANDRÉ GUEDES, LEITE, Z. T. C.; VAITSMAN, D. S.; DUTRA, P.B. Leite e alguns de seus derivados – da antiguidade à atualidade – **Química Nova**, Vol. 29, No. 4, 876-880, 2006

ALVES, D. O. R. Industrialização e comercialização do leite de consumo no Brasil. In: Fernando H. Madalena; Leovegildo L. Matos; Evandro V. Holanda Jr.. (Org.). Produção de leite e Sociedade. Belo Horizonte: FEPMVZ - Editora, 2001, v. 1, p. 75-83.

BEHMER, M. L. A. Tecnologia do Leite. 13ª ed. São Paulo: Nobel, 1999. 320 p.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprovar o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A o da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Diário Oficial da União. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico República Federativa do Brasil, Brasília, 30 de dezembro de 2011. Seção 1, p.1-24.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº. 46. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Diário Oficial da União de 24/10/2007, Seção 1, Página 5.

BARBOSA, F. H.F.; BARBOSA, L.P.J.L.; NICOLI, J.R. Avaliação da capacidade probiótica de uma linhagem de *Ruminococcus gnavas* da microbiota fecal de seres humanos contra *Clostridium perfringens*. Macapá, v.1, n.1, p. 75-88,2011.

CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C.; MOREIRA, I. S. Parâmetros físico-químicos de iogurtes naturais comercializados na cidade de Juazeiro do Norte-CE. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. V.8, n. 3, p. 32-35, jul-set, 2013.

COUTO, E. M.; SILVA, D. C. G.; ABREU, R. A. Características reológicas de iogurtes produzidos com leite de cabra e adição de extrato hidrossolúvel de soja e de cultura probiótica. Revista B.CEPPA, 2008.

COSTA, E. N. Influência do Tratamento Térmico sobre os Ácidos Graxos do Leite Bovino. Itapetinga-BA: UESB, 2011. 46p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia de Alimentos - Engenharia de Processos de Alimentos).

CIRIBELI, J. P.; CASTRO, L.S. Descrição da cadeia produtiva do iogurte: um estudo de casos realizado no laticínio do centro federal de educação tecnológica de rio pomba. **Revista Gestão Empresarial**, Rio Pomba, v.1,n.1,p75-87,20 jan.2011.

CHANDAN, R. C. et al. Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. 1a ed., Blackwell Publishing Ltd, UK, 2006.

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

EBLSA. Aplicação de produtos liofilizados na indústria. Disponível em: <<
<http://engenharia-quimica.blogspot.com.br/2012/09/sobre-liofilizacao-definicao-historia-e.html>>> Acesso em: 02 ago. 2011.

EZEQUIE, M. B.; GONÇALVES, S. G.; PASCOAL, A. F. Determinação da Matéria seca das fezes de ovinos e da carne de peito de frango através do método tradicional e por liofilização. *Revista eletrônica de veterinária*, v. 11, n.4, abril, 2010.

FARIA, C.P.; BENEDET, H.D.; GUERROUE, J.L. Parâmetros de produção de leite de búfala fermentado por *Lactobacillus casei*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, 2006.

FERREIRA, C.L.L.F. Microrganismos probióticos e de ação probiótica. Leite & Derivados, São Paulo. **Revista Ciências Agrárias**, v. 17, n. 103, 2008.

FELLOWS, P.J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. p. 29.

FINCO, A. M. O.; GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V.; CORDOVA, K. R. V. Elaboração de iogurte com adição de farinha de gergelim. *Revista Ambiência Guarapuava*. v.7, n.2, p. 217-227. Maio/ Ago. 2011

FREITAS, M. S.; NASCIMENTO, I. R.; VIEIRA, L. A. Fabricação de Iogurte Saborizado com Mel: Alternativa de Agregação de Valor aos produtos da agricultura familiar em porto da folha-SE. *Campina Grande*, v. 14, n.2, p. 191-192, 2012.

GALINA, D. A.; ALVES, A. T. S.; TRENTO, F. K. H.; CARUSI, J. Caracterização de Leites Fermentados com e sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Lácticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira. *Revista Unopar* v.3, n.4, p.239-244, 2011.

GIESE, S. COELHO, S. R. M.; TÉO, C. R. P. A.; NÓBREGA, L. H. P.; CHRIST, D. Caracterização Físico-química e Sensorial de Iogurtes Comercializados na região Oeste do Paraná. **Revista Ciências Agrárias** v. 01, n. 01, p. 121-129. 2010.

GRANATO, D. Leites fermentados: algumas considerações. **Revista Leite e derivados**, São Paulo: n. 100, 2007.

HOLS, P. New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics. **Advances in Microbiology**. v.29, p.435-463, 2005.

KELLY, A. L.; DATTA, N.; DEETH, H. C. Thermal processing of dairy products. In: Thermal food processing: new Technologies and quality issues. Edited by Da-Wen Sun, CRC Press, p 265-298, 2006.

KOMATSU, T. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. Revista brasileira de ciências farmacêuticas. **Brasilian journal of pharmaceutical sciences**, v. 44, n 3, jul/set, 2008.

LEE, W. J.; LUCEY, J. A. Formation and physical properties of yogurt. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 23, n. 9, p. 1127-1136, 2010

LOBATO, V. Tecnologia de fabricação de derivados do leite na propriedade rural. Lavras/MG: UFLA, 2000. 37 p. (Boletim Técnico), 2000.

MANTOVANI, D.; CORAZZA, M. L.; COSTA, S. C.; FILHO, L. C. Adição de Carotenoides em Produto Lácteo Fermentado e Análise de Vida de Prateleira. Revista Tecnológica. 20, p. 41-45, 2011.

MARTINS, E. C.; LEONARDI, R. R.; OLIVEIRA, C. R.; MATSUMOTO, F. M. Liofilização como alternativa para a conservação do leite humano. Journal Health Science Institute. v.2 pg. 119-122. 2011

MARQUES, L. G. Liofilização de frutas tropicais. 2008. 255p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2008.

MAZO, J. Z.; ILHA, E. C.; ARISI, A. C. M.; SANT'ANNA, S. Bifidobactérias: Isolamento, Identificação e Aplicação em Alimentos Probióticos. **Boletim CEPPA**- Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, v.27, n.1, 2009.

MORAIS, M. B.; JACOB, C. M. O papel dos probióticos e prebióticos na prática pediátrica. J. Pediatr. (Rio J.) vol.82 no.5 suppl.0 Porto Alegre Nov. 2006

NASCIMENTO, A. R.; ANDREA, C. D. Análise Econômica do perfil dos consumidores de leite em Santa Maria – RS. **Revista Sociedade Brasileira de Economia**, Administração e Sociologia Rural. 2009.

NORO, G. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1129-1135, 2006.

ORDONEZ, J. A. et al. **Tecnologia de Alimentos**: alimentos de origem animal. v.2. Porto Alegre: Artmed. 2005

OLIVEIRA, C. P.; SILVA, J.A. Leite Fermentado Probiótico e Suas Implicações na Saúde, **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v.6, n.3, p. 25-31, julho/setembro de 2011.

PALOP, A.; MARTINEZ, A. pH-Assisted Thermal Processing. In: Thermal Food Processing: new technologies and quality issues. Edited by Da-Wen Sun. Boca Raton: CRC Press, p.567-596, 2006.

PASEEPHOL, T.; SMALL, D. M.; SHERKAT, F. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition *Journal of Texture Studies*, Malden, v. 39, n. 6, p. 617-634. 2008.

ROCHA, E. M.; AGUIAR, S. F.; ARAÚJO, V. S.; DUARTE, W. K. C.; MAGALHÃES, M. M. A. Elaboração e caracterização de sobremesa láctea à base de frutas tropicais. In *Revista: Higiene Alimentar*, vol.19, n. 129, março de 2005.

ROCHA, C.; COBUCCI, R. M. A.; MAITAN, R.; SILVA, O. C. Elaboração e Avaliação de Iogurte sabor Frutos do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.26, n.2, p. 255-266, jul/dez. 2008.

ROBERT, N.F. Fabricação de Iogurte. Dossiê Técnico. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, p.32, 2008.

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

SANTOS, E. S.; CARVALHO, E. P.; ABREU, L. R.; Psicotrópicos: consequências de sua presença em leites e queijos. *Boletim Sociedade Brasileira Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 33, n. 22, p. 129-138, jul./dez. 1999.

SILVA, C.S.; MACHADO, T. B.; SILVEIRA, M. L. R.; ROSA, C. S.; BERTAGNOLLI, S. M. Aspectos Microbiológicos, pH e Acidez de Iogurtes de Produção Caseira Comparado Aos Industrializados da Região de Santa Maria-RS. *Revista Ciências da Saúde*, Volume 13, n.1, p.111-120, 2012.

SIMIONATO, J. I. Composição química e quantificação de ácidos graxos com ênfase ao ácido linoleico conjugado (CLA) em leite e derivados. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Química, 2008.

SOUZA, M. C.; TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T.; FERREIRA, G. A. M. F.; FILHO, T. L. Emprego do Frio na Conservação de Alimentos. *Revista Enciclopédia Biosfera*, centro científico conhecer- Goiânia, v. 9, N. 16; p. 1027, 2013.

SOUKOULIS, C.; PANAGIOTIDIS, P.; KOURELI, R.; TZIA, C. Industrial yogurt manufacture: monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal of Dairy Science* Vol. 90 No. 6, 2007.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. Technology of manufacture of thermophilic fermented milk. *Bulletin of the Institute of Dairy Federation*, Brussels, n. 227, 1991.

TETRA PAK. Dairy processing handbook. Tetra pak processing systems AB S-221 86, Lund,Sweden. LP Grafiska AB: 1995.

XU, Z-M.; EMMANOUELIDOU, S.N.; RAPHAELIDES, S.N.; ANTONIOU, K.D. Effects of the aging temperature and fat content on the structure development of set yogurt. Revista Journal of food Engineering. 2008.

WATER, V, J. Yogurt and immunity: the health benefits of fermented milk products that contain lactic acid bacteria. In: FARNWORTH, E.R., (Ed.). **Handbook of fermented functional foods**. Boca Raton: CRC Press, p.113-1442004.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Avaliar as características físico-químicas, reológicas e as células lácticas viáveis de iogurtes naturais, produzidos com diferentes tratamentos térmicos do leite, sendo estes iogurtes produzidos com leite refrigerado cru, leite pasteurizado refrigerado e leite ultrapasteurizado (UAT), submetidos ao processo de liofilização e, após, reconstituídos, para avaliação das características físico-químicas e reológicas.

4.2 Objetivos específicos

Experimento I

- Avaliar as características físico-químicas da matéria-prima: teor de gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado, pH e acidez (g de ac. láctico/100g).
- Analisar a cinética do pH dos iogurtes naturais durante a fermentação;
- Avaliar o comportamento do pH, acidez titulável, sinérese, viscosidade, células lácticas viáveis, contagem de coliformes totais e termotolerantes durante 29 dias de armazenamento, sendo as análises realizadas no intervalo de 7 dias;
- Avaliar as características físico-químicas dos iogurtes naturais: teor de gordura, proteína, umidade e acidez (g. ac. láctico/100g) e pH.

Experimento II

- Os iogurtes naturais ao 8º dia de armazenamento foram submetidos ao processo de liofilização e feita a análise dos parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) e microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- Os iogurtes liofilizados foram reconstituídos e feitas as análises de cor (L^* , a^* e b^*), viscosidade, gordura, proteína, umidade, acidez titulável (g. ac. Láctico/100g), pH e células lácticas viáveis.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DE IOGURTES NATURAIS

RESUMO

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a influência do tratamento térmico nas características físico-químicas e reológicas de iogurtes naturais e a influência do processo de liofilização em iogurtes naturais após sua reconstituição. No primeiro experimento, foram processados três tratamentos de iogurtes Tratamento 1 - iogurte produzido com leite cru refrigerado; Tratamento 2 - iogurte produzido com leite pasteurizado refrigerado; Tratamento 3 - iogurte produzido com leite UAT (Ultra Alta Temperatura) e feitas as análises de gordura, proteína, umidade, acidez titulável e pH. Avaliou-se também a vida de prateleira dos iogurtes nos tempos 1, 8, 15, 22 e 29 dias de armazenamento, tendo sido feitas as análises de pH, acidez, sinérese, viscosidade, bactérias lácticas viáveis e coliformes totais. No experimento II, os iogurtes foram submetidos ao processo de liofilização e, em seguida reconstituídos, e avaliadas as características físico-químicas, reológicas e de bactérias lácticas viáveis. Os resultados encontrados no primeiro experimento evidenciaram que o tratamento térmico foi positivo para viscosidade, sinérese e também para as bactérias lácticas, que foram viáveis até o 15º dia de armazenamento apenas para os iogurtes submetidos ao tratamento térmico. No segundo experimento, constatou-se que a liofilização preservou as características físico-químicas dos iogurtes, os números de bactérias lácticas iniciais não foram mantidas, tendo também afetado negativamente a viscosidade dos iogurtes.

Palavras-chave: vida de prateleira, liofilização, pH, acidez, células lácticas viáveis.

ABSTRACT

This paper aimed to evaluate the influence of thermal treatment on physicochemical and rheological characteristics of natural yoghurt, and also to evaluate the influence of the lyophilization process on natural yoghurt after its reconstitution. In the first experiment, three treatments of yoghurt were processed: (a) Treatment 1 - yogurt made from refrigerated raw milk; (b) Treatment 2 - yoghurt made from pasteurized and refrigerated milk; (c) Treatment 3 - yoghurt produced with Ultra High Temperature (UHT) milk; for all treatments, the analyzes of fat, protein, moisture, acidity, and pH were made. The shelf life of yoghurt was also evaluated at the 1st, 8th, 15th, 22nd, and 29th days of storage; analyzes of the pH, acidity, syneresis, viscosity, viable lactic acid bacteria, and total coliforms were made. In the second experiment, the yogurts were subjected to lyophilization process and then reconstituted and the physicochemical, rheological, and viable lactic acid bacteria characteristics were evaluated. Results of the first experiment showed that the thermal treatment was positive for viscosity, syneresis, and also to

lactic acid bacteria, which were viable until the 15th day of storage only for yoghurts subjected to this treatment. In the second experiment, it was found that lyophilization process preserved the physicochemical characteristics of yogurts, and that the numbers of initial lactic acid bacteria were not kept and has also negatively affected the viscosity of yogurt.

Keywords: shelf life, lyophilization, pH, acidity, lactic viable cells.

1 INTRODUÇÃO

O iogurte é um dos produtos fermentados mais populares no Brasil e no mundo, estando seu consumo em amplo crescimento no segmento de produtos lácteos (MEDEIROS et al., 2010).

A procura e o consumo de iogurtes vêm se intensificando a cada ano e o desenvolvimento do mercado é proporcionado pelas características sensoriais do produto, combinadas a propriedades nutricionais (SILVA et al., 2012).

Define-se por iogurte o produto cuja fermentação é feita com cultivos de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, que podem ser acompanhados, de forma complementar, por outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

A fermentação do leite resulta em um produto com vida de prateleira mais extensa do que a do leite fresco, além de mais seguro e nutritivo (FINCO et al., 2011). A fermentação é uma etapa complexa, em que os microrganismos se utilizam da lactose como substrato para a síntese de ácido láctico, por meio de múltiplas reações, provocando, assim, o aumento da acidez total titulável (ORDONEZ et al., 2005).

Segundo ARASHIRO et al. (2007), a crescente competitividade do mercado nacional, somada à pretensão do Brasil em se inserir no mercado internacional de lácteos, faz com que os laticínios busquem, cada vez mais, tecnologias que os tornem mais eficientes, para atenderem à demanda do mercado (ROCHA, 2005).

Os conhecimentos gerados a respeito da influência de longos períodos de armazenagem após o processamento sobre os iogurtes têm sido extremamente importantes para que se possam obter informações sobre sua vida de prateleira, demonstrar características físicas, químicas ou sensoriais aceitáveis para o consumo e determinar a viabilidade das bactérias lácticas (PEREZ et al., 2007). De acordo com

BRASIL (2007), o iogurte deve apresentar contagem de células viáveis durante sua vida de prateleira de no mínimo 10^7 UFC/mL.

Uma técnica mais recente, datada da década de 50, que vem ganhando espaço na indústria alimentícia, é a liofilização. Ela é muito utilizada quando se deseja que as características originais do produto sejam preservadas, o que não se consegue com as técnicas convencionais de secagem (FELLOEWS, 2000).

A liofilização é o processo de secagem em que a água livre contida no produto passa do estado sólido para o estado gasoso pelo fenômeno de sublimação, tendo como objetivo maior uma vida de prateleira mais longa, não afetando as características físico-químicas dos alimentos (SOUZA et al., 2013).

A liofilização apresenta vantagens se comparada ao congelamento, dado que o tempo de prateleira é maior e os custos com transporte e armazenamento substancialmente menores, afinal, o uso de câmaras frias é dispensado. Para a conservação de um produto liofilizado, basta uma embalagem adequada, sem a presença de oxigênio, e que impeça que a umidade presente no ar reidrate o alimento (CHARM, 1971).

Objetivou-se com esse estudo analisar as características físico-químicas e reológicas de iogurtes produzidos com diferentes tratamentos térmicos, tais como leite cru refrigerado, leite pasteurizado e leite UAT (Ultra Alta Temperatura), e também sua liofilização e, em seguida sua reconstituição e avaliação das características físico-químicas, reológicas e de células lácticas viáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação do Experimento

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Produtos de Origem Animal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, localizado na cidade de Rio Verde - GO.

O leite utilizado para esta pesquisa foi adquirido de Indústria de Laticínios, localizada na cidade de Santa Helena de Goiás - GO. O estudo compreendeu o período de março a abril de 2015.

Neste estudo, foram conduzidos dois experimentos: Experimento I: Avaliação das características físico-químicas da matéria-prima (leite), processamento dos iogurtes naturais (três Tratamentos), avaliação das características físico-químicas, microbiológicas, reológicas e vida de prateleira dos iogurtes naturais durante 29 dias de armazenamento; e Experimento II: os iogurtes naturais foram liofilizados no 8º dia de armazenamento e, em seguida, reconstituídos e feitas as análises físico-químicas, reológicas e a contagem de bactérias lácticas viáveis.

2.2 Matéria-Prima

Foram adquiridos 45 L de leite, 30 L de leite refrigerado e 15 L de leite UAT. O leite refrigerado foi transportado em vasilhame previamente sanitizado com capacidade de 30 litros e o leite UAT, na própria embalagem até o Laboratório de Produtos de Origem Animal.

Os 30 L de leite transportados em vasilhame, ao chegarem no Laboratório, foram divididos em dois tratamentos: 15 L de leite refrigerado cru e 15 L de leite foram submetidos a pasteurização. Em seguida, foram colhidas amostras em três repetições com triplicata em frascos contendo bronopol, para as análises químicas do leite.

Foram determinados os teores de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado (ESD), utilizando o equipamento Milkoscan 4000 (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark), tendo os resultados sido expressos em porcentagem (%).

Para avaliação eletrônica, as amostras de leite foram acondicionadas em frascos de 40 mL e colocadas em caixas isotérmicas contendo gelo e transportadas ao Laboratório de Qualidade de Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, para as análises eletrônicas.

O pH do leite foi determinado em três repetições em triplicata com o uso de potenciômetro digital de bancada, modelo W38 (Bel Engineering®).

A acidez titulável das amostras de leite foi feita em triplicata, utilizando fenolftaleína como indicador e solução hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 molar, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz, (2008).

2.3 Elaboração dos Iogurtes Naturais

Os tratamentos foram constituídos de leite refrigerado (Tratamento 1), leite pasteurizado (Tratamento 2) e leite UAT (Tratamento 3), obtidos do mesmo silo de estocagem industrial, cujo destino final seria a produção do leite UAT. Desta forma, após a retirada do leite refrigerado, 30 L correspondentes aos Tratamentos 1 e 2, procedeu-se ao processamento do leite UAT, sendo então obtidos 15 L de leite, que constituíram o Tratamento 3.

Os 30 litros de leite refrigerados foram filtrados para eliminar qualquer contaminação física. Quinze litros de leite foram utilizados para cada tratamento. No Tratamento 1, o leite foi elevado à temperatura de 42°C e então adicionada a cultura liofilizada BioRich®, contendo *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* e *S. thermophilus* na proporção de 400 mg/L. No Tratamento 2, o leite refrigerado foi pasteurizado à temperatura de 90°C/3 minutos, arrefecido a 42°C para ser inoculada a cultura liofilizada, contendo *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* e *S. thermophilus*. No Tratamento 3, o leite ultra pasteurizado foi elevado à temperatura de 42°C e então adicionada a cultura liofilizada, contendo *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* e *S. thermophilus*.

Os iogurtes foram envasados em potes de vidro esterilizados em (autoclave 121pas/15minutos) e incubados em estufa a temperatura de 42°C até atingir pH 4,6. Após a fermentação, o iogurte foi arrefecido em banho de água e gelo até atingir a temperatura de 10°C e, então, foi feita a quebra do coágulo. Na sequência, os iogurtes foram acondicionados em embalagens de polipropileno de 250 mL de capacidade para cada tratamento, sob condições assépticas, em câmara de fluxo laminar, sob luz ultravioleta. Posteriormente, foram acondicionados sob refrigeração à temperatura de 5°C por 24 horas para desenvolvimento da consistência e características do produto final, e feitas as análises físico-químicas e reológicas.

2.3.1 Análises Físico-químicas, Reológicas e Bacteriológicas dos Iogurtes Naturais

Avaliou-se a cinética de fermentação dos iogurtes naturais durante o tempo de fermentação até pH próximo a 4,6, tendo a análise sido monitorada a cada 30 minutos.

Foram feitas análises de pH, acidez titulável, sinérese, viscosidade, bactérias lácticas viáveis, coliformes totais e termotolerantes, durante 29 dias de estocagem, sendo avaliadas nos dias 1º, 8º, 15º, 22º e 29º.

Análises de características físicas químicas como teor de gordura, proteína, umidade e acidez titulável foram feitas ao 8º dia de armazenamento, em três repetições com triplicata.

2.3.2 Avaliação do pH

Para avaliação do pH, utilizou-se potenciômetro digital de bancada, modelo W38 (Bel Engineering®). Para a leitura, o eletrodo foi colocado na amostra sem tocar o fundo da embalagem e as laterais (IAL, 2008).

2.3.3 Avaliação da Acidez Titulável

A acidez titulável foi determinada de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) em três repetições e triplicata de análises, com a titulação de 10 g da amostra de iogurte com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 molar e fenolftaleína (três gotas) como indicador. O resultado final foi expresso em porcentagem de ácido láctico.

2.3.4 Sinérese

Para determinação da sinérese, 30 gramas de iogurte foram distribuídos em papel filtro em cima de um funil. Após cinco horas de drenagem, o volume de líquido foi coletado e calculado o índice de sinérese (RIENER et al., 2010). Sinérese = [(peso do soro após filtração/peso da amostra de iogurte) x 100].

2.3.5 Viscosidade

A viscosidade aparente foi determinada em viscosímetro rotativo microprocessado Quimis®, modelo Q860M26. As amostras foram posicionadas na altura correta do espíndole nº 3, com velocidade de 48 rpm. O tempo mínimo de leitura

foi de aproximadamente cinco minutos por amostra, e os resultados, expressos em MPa.s (Mega Pascal por segundo).

2.3.6 Análise Microbiológicas

As análises foram feitas no Laboratório de Microbiologia da Unidade de Zootecnia do IFGoiano - Câmpus Rio Verde, nos tempos de armazenamento 1, 8, 15, 22 e 29 dias. Foram feitas análises de bactérias lácticas viáveis, coliformes totais e termotolerantes.

2.3.6.1 Contagem de Bactérias lácticas viáveis

Foram pesados 25 mL de iogurte, adicionados a 225 mL de água peptonada esterilizada. Após a homogeneização, diluiu-se a solução em concentrações de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} e 10^{-7} e foi feito o plaqueamento em “pourplate”, plaqueamento em profundidade, em ágar MRS, em triplicata, incubadas a 35°C por 48 horas, e assim feitas as contagens das bactérias lácticas viáveis (UFC/mL).

2.3.6.2 Contagem de Coliformes Totais e Termotolerantes

Alíquotas de 1 mL de concentrações de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram transferidas para tubos de ensaio contendo 10 mL de caldo Lauril Sulfato (LST) com tubos de Durham, que foram incubados a 35°C por 24 horas

Para o teste de coliformes totais, os tubos de LST que apresentaram crescimento e produção de gás foram transferidos com uma alçada carregada de cultura para os tubos de caldo Verde Brilhante Bile (VB) com tubos de Durham, que foram, em seguida incubados, a 35°C por 24 horas, tendo a produção de gás confirmado a presença de coliformes totais.

Para o teste de coliformes termotolerantes, foi transferida uma alça carregada de cultura do caldo LST para o caldo *E. coli* (EC) com tubos de Durham. Os tubos foram incubados por 24 horas em banho maria a 45°C. Após este tempo, não se verificou presença de gás e de turbidez nos tubos.

2.3.7 Gordura

Os teores de gordura foram determinados pelo método butirométrico de Gerber (BRASIL, 2006). O método consiste em adicionar 10 mL de ácido sulfúrico no butirômetro e adicionar 11 mL da amostra e 1 mL de álcool isoamílico, agitar até completa dissolução e, em seguida, centrifugar por 5 minutos. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.3.8 Proteína

As análises de proteínas foram feitas baseando-se na determinação do nitrogênio pelo método de Kjeldahl. O teor de proteínas foi calculado multiplicando-se o valor de nitrogênio por 6,38 (BRASIL, 2006).

$$\text{Proteína bruta (\%)} = \frac{\text{mL de HCl} \times \text{N} \times \text{f} \times 14 \times 100 \times \text{F}}{\text{g ou mL da amostra} \times 100}$$

mLHCl = gastos na titulação;

N= normalidade do HCl;

f= fator da normalidade do ácido; e

F= fator de conversão de N em proteína.

2.3.9 Umidade

As amostras de iogurtes foram postas em estufa a 105°C, até peso constante (BRASIL, 2006).

2.3.10 Cor

Os parâmetros instrumentais de cor (L, a* e b*) dos iogurtes naturais foram determinados em Colorímetro Hunter Lab, modelo Color Quest II, no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos de Origem Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Rio Verde (IF Goiano) (HUNTERLAB, 1998).

2.3.11 Liofilização dos Iogurtes

Os iogurtes foram submetidos ao processo de liofilização no 8º dia de armazenamento. Foram colocadas em frascos de vidro e destinadas ao congelamento rápido em ultrafreezer (Terroni®) a -80°C e, em seguida, liofilizados em equipamento liofilizador (Enterprise II/Terroni®). Os iogurtes liofilizados foram armazenados em potes de vidro com tampa, identificados e estocados em congelador, para evitar que o iogurte absorvesse umidade até o momento da reconstituição.

2.3.11.1 Reconstituição dos Iogurtes Liofilizados

Os iogurtes liofilizados foram congelados em *freezer* e, após 22 dias de armazenagem, reconstituídos. O iogurte liofilizado foi reconstituído em água filtrada e pasteurizada. A reconstituição foi feita em temperatura de 35°C, e os iogurtes armazenados sob temperatura de $\pm 5^\circ\text{C}$. Após 24 horas de reconstituição, procedeu-se às avaliações.

Para a reconstituição dos iogurtes, foram feitas análises de umidade dos iogurtes líquidos e também após a liofilização, para obtenção do valor de sólidos totais. Os iogurtes em pó foram reconstituídos em água na proporção de 11,21%, 11,51% e 11,99% de sólidos totais para iogurte refrigerado, pasteurizado e UAT, respectivamente. Após a reconstituição, foram avaliados os teores de gordura, proteína, umidade, pH, acidez titulável e células lácticas viáveis.

2.3.12 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Após a liofilização, as amostras de iogurte foram desengorduradas pelo método de soxhlet, armazenadas em embalagens plásticas e acondicionadas em dessecador com sílica em gel e, em seguida, transportadas para o Laboratório de Microscopia Eletrônica (LabMic) da Universidade Federal de Goiás. As amostras foram montadas em *stubs* e cobertas com ouro para metalização. Ao final deste procedimento, os *stubs* foram examinados por microscopia eletrônica de varredura (JSM - 6610/Jeol®).

2.3.13 Análises Estatísticas

Os resultados médios da composição físico-química do leite e dos iogurtes naturais e iogurtes reconstituídos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade, pelo Software SISVAR (FERREIRA, 2008).

Os valores médios do pH, acidez titulável, sinérese, viscosidade, bactérias lácticas viáveis durante os 29 dias de estocagem foram apresentados, por meio de regressão (Excel).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados físico-químicos da matéria-prima utilizada para o processamento dos iogurtes naturais.

TABELA 1 - Características físico-químicas do leite em diferentes tratamentos térmicos.

Parâmetros	Tratamento térmico			CV (%)
	Refrigerado	Pasteurizado	UAT	
Gordura (%)	3,12±0,07 a	3,04±0,06 b	3,09±0,05 b	1,98
Proteína (%)	3,30±0,01 b	3,57±0,07a	3,25±0,01b	1,15
Lactose (%)	4,45±0,016b	4,97±0,01 a	4,36±0,08 b	1,14
ESD (%)	8,56±0,01b	9,50±0,02 a	8,70±0,15 b	1,01
Ph	6,73±0,03 a	6,72±0,05 a	6,74±0,03 a	0,60
Acidez	0,14±0,01 a	0,14±0,01 a	0,14±0,01 ^a	4,93

*Letras minúsculas iguais nas linhas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de gordura diferiram significativamente ($p < 0,05$) somente no leite refrigerado (Tabela 1). Os teores de proteína variaram somente no leite pasteurizado, porém todos os tratamentos se enquadraram no que prevê a legislação de qualidade do leite, pois, conforme BRASIL (2011), o leite deve conter, no mínimo, 3% de gordura e 2,9% de proteína.

A Tabela 1 mostra que o ESD do leite apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) no leite pasteurizado, e os valores encontrados atenderam ao valor mínimo preconizado pela Instrução Normativa 62 (BRASIL, 2011), que estabelece 8,40% de ESD.

Os valores de pH e acidez titulável não apresentaram variação significativa ($p > 0,05$) entre os Tratamentos, a acidez titulável está de acordo com o que está previsto pela legislação, cujos valores variam de 0,14 a 0,18 g de ácido láctico/100 mL.

Os valores da qualidade do leite refrigerado e pasteurizado do presente estudo foram semelhantes aos encontrados por SILVA et al. (2010), que avaliaram o leite cru refrigerado e o leite pasteurizado, cujos valores foram 3,31% e 3,38% para gordura,

3,33% e 3,30% para proteína, 4,45% e 4,41% para lactose e 8,66% e 8,64% para ESD. Já no leite UAT foram encontrados resultados semelhantes por SOUZA et al. (2004), que, ao avaliarem a composição química do leite UAT, observaram valores de 3,32% para gordura, 3,16% para proteína, 4,47% para lactose e 8,66% para ESD.

A Figura 1 apresenta a cinética do pH durante a fermentação dos iogurtes, até obtenção do pH $\pm 4,6$.

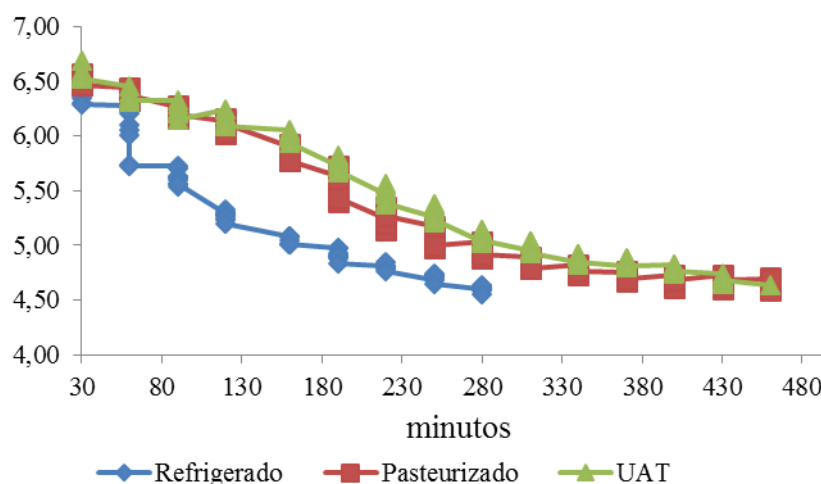


FIGURA 1 – Cinética do pH de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante a fermentação.

Na fermentação em estágio inicial, o pH dos iogurtes se encontrava próximo ao pH normal do leite, após 30 minutos de fermentação o pH apresentou diminuição ao longo da fermentação.

Observou-se que, no iogurte produzido com leite cru refrigerado, o tempo de fermentação foi inferior aos demais tratamentos. Isso pode ser explicado, pois o leite utilizado para o Tratamento 1 não foi submetido ao tratamento térmico, consequentemente, o leite cru apresentava microrganismos naturais, que, ao serem adicionados à cultura láctea, provocaram maior consumo da lactose, ocorrendo, então, a diminuição do pH em menor tempo.

A fermentação para o iogurte produzido com leite refrigerado ocorreu no tempo de 280 minutos, apresentando pH 4,56, 470 minutos para o iogurte pasteurizado e UAT com pH 4,68 e 4,64, respectivamente. Resultado diferente foi observado por SILVA et al. (2012) que, ao avaliarem a cinética de fermentação de iogurte natural utilizando leite UAT, obtiveram fermentações mais rápidas, sendo necessários apenas 120 minutos para

alcançar o pH 4,71. A Figura 2 apresenta o comportamento do pH nos dias 1º, 8º, 15º, 22º e 29º dias de armazenamento.

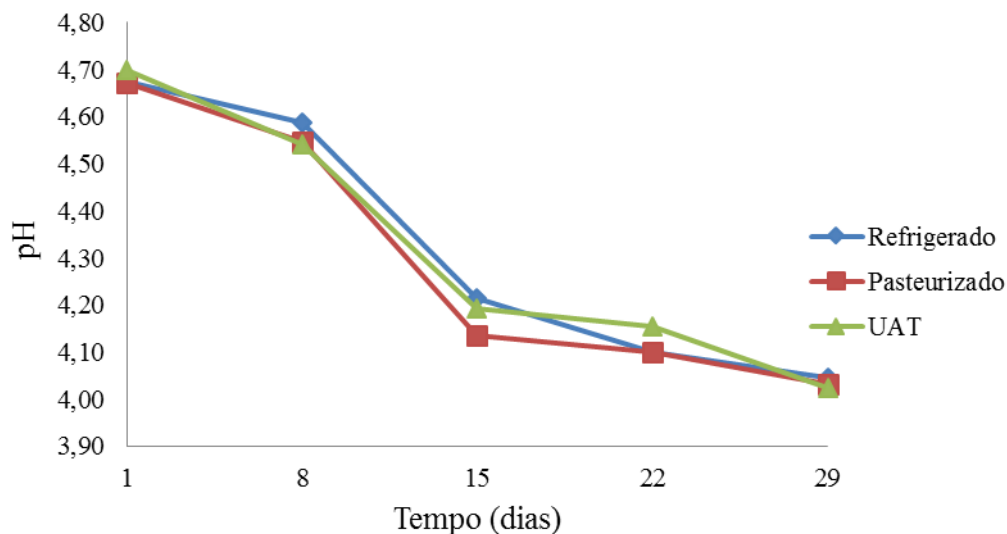


FIGURA 2 – pH de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.

A Figura 2 permite observar que, durante o período de estocagem dos iogurtes, o pH apresentou decréscimo ao longo dos 29 dias de armazenamento, atribuído à contínua produção de ácidos pelas bactérias lácticas.

Segundo GALLINA et al. (2011), os iogurtes estão sujeitos a decréscimo do pH e aumento da acidez durante a estocagem refrigerada, em decorrência da persistente atividade das bactérias durante a estocagem do produto.

Os iogurtes apresentaram valores finais de pH 4,02; 4,03 e 4,04 para iogurte com leite refrigerado, iogurte com leite pasteurizado e iogurte com leite UAT, respectivamente.

Comportamentos semelhantes de pH foram relatados por PRECI et al. (2011) em estudo do desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate com declínio do pH no início do armazenamento, atingindo os menores valores no 29º dia de armazenamento. Segundo HAULY et al. (2005), os valores de pH em iogurtes suplementados com soja também diminuíram durante o período avaliado. A Figura 3 apresenta o comportamento da acidez titulável nos 29 dias de armazenamento.

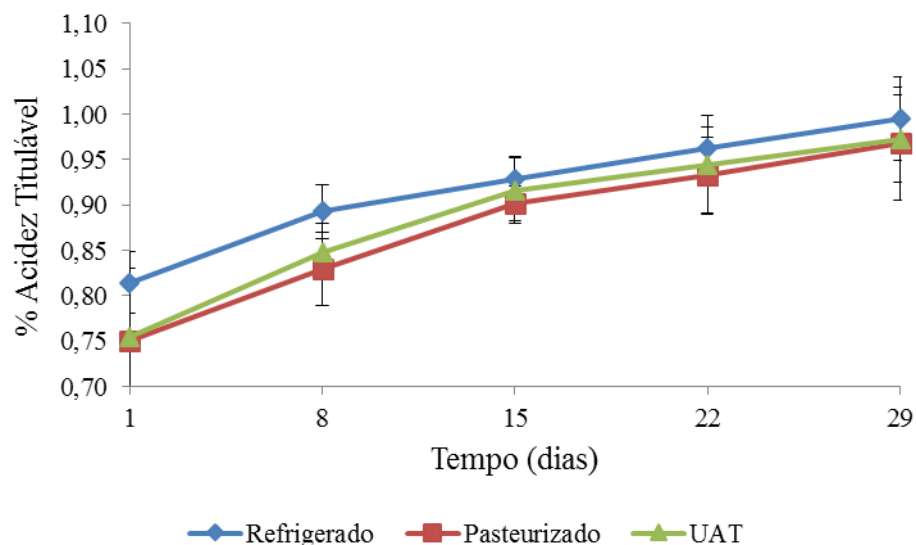


FIGURA 3 – Acidez titulável de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.

Pode-se observar que os valores da acidez foram inversamente proporcionais ao do pH, o que já era esperado.

HAULY et al. (2005), em estudo com iogurtes suplementados com soja, obtiveram o mesmo comportamento do presente estudo, tendo a acidez durante os dias de armazenamento apresentado comportamento crescente. Valores semelhantes foram encontrados por LONGO et al. (2006), de 0,74 a 1,09 g de ácido láctico/100 g de iogurte. Valores mais elevados da acidez foram observados por SILVA et al. (2013) quando avaliaram acidez em iogurtes com polpa de frutos. Esses autores observaram que iogurtes de sabor natural apresentaram acidez titulável mais elevada, com variações entre 0,93 e 1,32 g de ácido láctico/100 g de iogurte.

A acidez pode mudar durante o armazenamento, dependendo da acidez inicial do produto, da temperatura de armazenamento e do poder acidificante da cultura láctica (TAMINE; ROBINSON, 1991).

A Figura 4 apresenta o comportamento da sinérese ao longo do armazenamento de iogurtes naturais. O comportamento da sinérese, Figura 4, foi semelhante para todos os tratamentos, apresentando uma queda nos tempos de armazenamento, e somente no período do 22º dia ao 29º dia apresentou aumento gradual da sinérese. No entanto, SILVA et al. (2012), ao avaliarem o comportamento da sinérese em iogurte com adição de extrato hidrossolúvel de soja, observaram que os valores da sinérese caíram gradativamente até o último dia de armazenamento, resultados diferentes dos encontrados no presente estudo.

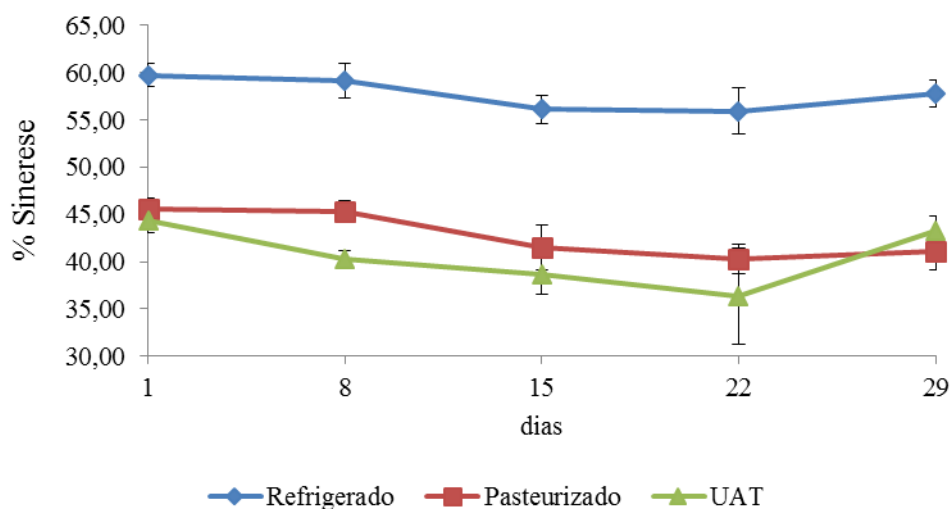


FIGURA 4 – Sinérese de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.

O iogurte produzido sem tratamento térmico do leite teve uma tendência maior à sinérese em relação aos tratamentos submetidos ao tratamento térmico.

MEDEIROS et al. (2010), ao estudarem o efeito do tratamento térmico e temperatura de incubação sobre o efeito da sinérese em iogurtes, constataram que os iogurtes que não passaram pelo tratamento térmico apresentaram maior tendência à sinérese, consequência da contração do gel com concomitante expulsão do soro, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo.

Estudos mostram a dependência da temperatura no processo de formação do gel, através de valores de agregação das micelas de caseína, podendo ser influenciada pelas interações hidrofóbicas, já que são favorecidas por altas temperaturas, alcançando maior rigidez estrutural (VÉTIER et al., 2003). A Figura 5 apresenta o comportamento da viscosidade de iogurtes naturais durante o tempo de armazenamento de 29 dias.

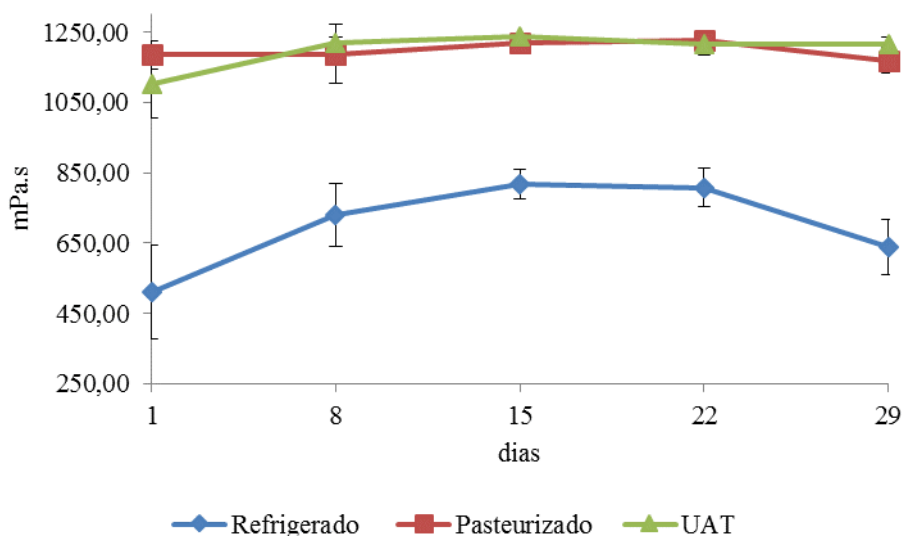


FIGURA 5 – Viscosidade de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.

A Figura 5 mostra que a viscosidade aparente dos iogurtes aumentou do 1º dia ao 22º dia de armazenamento, enquanto, do 22º dia ao 29º dia de armazenamento, apresentou declínio. Comportamento semelhante foi relatado por SILVA et al. (2012), ao avaliarem iogurte sem e com adição de cultura probiótica, tendo observado aumento gradativo da viscosidade e, no último dia de armazenamento, queda dos valores.

A viscosidade aparente de um produto influencia significativamente na aceitação e intenção de compra do consumidor, sendo, portanto, um fator importante que deve ser controlado durante o processamento do iogurte.

A consistência e viscosidade são fatores que influenciam principalmente a qualidade do produto final, conseqüentemente exercendo grande influência na aceitação (MATHIAS, 2013).

VIETHIER et al. (2003) relataram a dependência da temperatura no processo de formação do gel, através de valores de agregação das micelas de caseína, podendo ser influenciado pelas interações hidrofóbicas, já que são favorecidas por altas temperaturas, alcançado maior rigidez estrutural.

A Figura 6 apresenta os resultados das bactérias lácticas durante os 29 dias de armazenamento. Detectou-se, neste estudo, durante o tempo de armazenamento, decréscimo das bactérias lácticas, verificou-se declínio das bactérias lácticas viáveis do 8º dia ao 15º dia para o iogurte produzido com leite cru refrigerado, apresentando contagens de bactérias lácticas viáveis menores que 10^4 UFC/mL, enquanto os demais tratamentos se apresentaram viáveis até o 15º dia de armazenamento. Entre o 22º dia de

armazenamento e o 29º dia, todos os tratamentos apresentaram contagens abaixo de 10^4 UFC/mL, estando fora dos padrões estabelecidos pela legislação vigente sobre padrões de identidade e qualidade de leites fermentados.

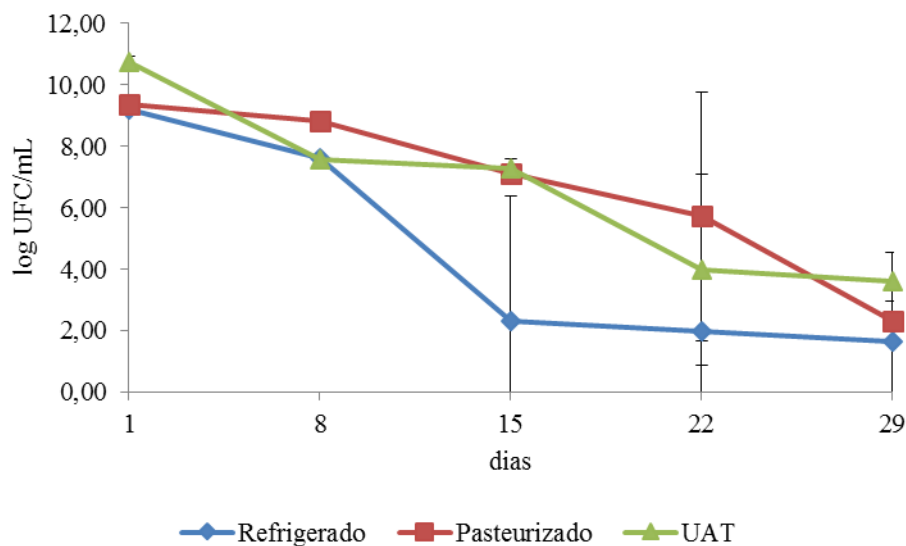


FIGURA 6 – Contagem de bactérias lácticas viáveis de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) durante o armazenamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por GALLINA et al. (2011), ao avaliarem a viabilidade das bactérias lácticas durante 29 dias de armazenamento, tendo constatado que os iogurtes suplementados com fruto-oligossacarídeos apresentaram viabilidade das bactérias lácticas durante os 29 dias de armazenamento, enquanto nos iogurtes elaborados sem adição de fruto-oligossacarídeos as bactérias se apresentaram viáveis apenas até o 15º dia de armazenamento.

Redução na contagem de bactérias lácticas durante o tempo de armazenamento foi observada por SILVA & RODRIGUES (2006). RODRIGUES et al. (2010), relata que as bactérias lácteas tendem a diminuir com o tempo, e ao analisarem amostras de iogurtes ao final da data de validade encontrou 7 (19,5%) amostras de iogurtes fora do padrão.

Segundo THAMER & PENNA (2005), pH abaixo do ideal do alimento interfere na viabilidade das colônias probióticas, reduzindo, assim, a contagem das células viáveis de *Lactobacillus*.

SHAH (2000) relatou que, além da acidez produzida durante o tempo de estocagem, a troca de oxigênio da embalagem com a atmosfera também influencia a

vida das bactérias lácticas, sendo a sensibilidade às substâncias produzidas pelas bactérias do iogurte e a falta de nutrientes fatores responsáveis pela perda de viabilidade dos microrganismos probióticos.

SALES et al. (2007) ressaltaram a importância da temperatura de armazenamento ou acondicionamento do iogurte com implicações nas mudanças das condições microbiológicas do produto, que ocorrem tanto nas indústrias quanto nos estabelecimentos comerciais.

Como não houve tratamento térmico no Tratamento 1, certamente ocorreu uma competição entre microrganismos desconhecidos e a cultura láctica, acarretando, assim, diminuição das bactérias benéficas, reduzindo a vida dos microrganismos do fermento.

CAPITANI et al. (2014), ao avaliarem as características de iogurtes obtidos empregando culturas probióticas de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* spp. e uma fibra prebiótica, a polidextrose, encontraram valores de contagens de bactérias lácticas viáveis superiores a 10^8 UFC/mL no 14º dia de armazenamento, valores mais elevados que os obtidos no presente estudo.

As análises microbiológicas feitas no iogurte durante os 29º dias de armazenamento evidenciaram ausência de coliformes totais e coliformes termotolerantes. FORSYTHE (2002) relatou que a ausência de coliformes no produto final também pode ser indicativo de boas condições higiênico-sanitárias durante o processo e elaboração dos iogurtes.

A Tabela 2 apresenta valores físico-químicos dos iogurtes produzidos com diferentes tratamentos térmicos.

TABELA 2 – Valores médios de gordura, proteína, umidade, acidez titulável e pH de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT).

Parâmetros	Tratamento térmico			CV (%)
	Refrigerado	Pasteurizado	UAT	
Gordura (%)	2,77±0,05a	2,74±0,07a	2,74±0,07 ^a	2,40
Proteína (%)	2,73±0,60a	2,74±0,57a	2,45±0,52 ^a	21,74
Umidade (%)	88,70±0,1a	88,45±0,08b	88,01±0,2c	0,15
Acidez (g de ácido láctico/100g)	0,89±0,03a	0,83±0,04b	0,85±0,03b	3,98
pH	4,57±0,04a	4,55±0,02b	4,54±0,02b	0,61

Letras minúsculas na linha diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A Tabela 2 mostra que os tipos de tratamentos térmicos para o leite na fabricação de iogurtes naturais não apresentaram diferença significativa, pelo teste de

Tukey, a 5% de probabilidade para gordura e proteína.

O parâmetro umidade apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, tendo ocorrido diminuição da umidade com aumento do binômio tempo e temperatura nos diferentes tratamentos térmicos.

O iogurte refrigerado apresentou maior teor de umidade por não sofrer nenhum tratamento térmico, mas apenas aquecimento até 42 °C, e os iogurtes produzidos com leite pasteurizado e leite UAT apresentaram diminuição da umidade por sofrerem tratamento térmico, ocorrendo evaporação de água.

Os valores de pH e acidez apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para o iogurte produzido com leite refrigerado sem tratamento térmico, com valores de valor de pH e acidez maiores em relação aos outros tratamentos.

Segundo a Instrução Normativa nº46/ 2007, a acidez dos iogurtes produzidos está dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (0,6% a 1,5%).

Os valores físico-químicos dos iogurtes permitiram classificá-los como iogurtes parcialmente desnatados, por apresentarem teores de gordura entre 0,6% e 2,9%, e os valores de proteína ficaram abaixo do valor estabelecido pela legislação de no mínimo 2,9%. Parâmetros de cor e viscosidade dos iogurtes liofilizados e reconstituídos estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Valores médios da cor e viscosidade dos iogurtes reconstituídos e liofilizados obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT).

Parâmetros	Tratamento térmico			CV (%)
	Refrigerado	Pasteurizado	UAT	
Liofilizado				
L*	90,78±0,54c	91,32±0,12b	92,51±0,14a	0,36
a*	-0,28±0,03 a	-0,19±0,01b	-0,16±0,03b	12,77
b*	15,16±0,27 a	13,45±0,17b	12,16±0,18c	1,58
Reconstituído				
L*	88,33±0,03c	88,85±0,06b	89,41±0,01a	0,04
a*	-1,05±0,03 a	-0,96±0,02b	-0,59±0,03c	3,12
b*	12,88±0,09 a	12,18±0,08b	12,18±0,01b	0,56
Viscosidade map.s	192,611±1,30c	264,167±44,33b	422,5±35,20a	11,06

Letras minúsculas iguais nas linhas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A luminosidade (L*), tanto para os iogurtes liofilizados e reconstituídos produzidos com leite UAT, apresentou valores maiores em relação aos iogurtes produzidos com leite refrigerado e pasteurizado. A luminosidade do leite UAT está relacionada ao processo de fabricação em que o leite é homogeneizado, quando ocorre a

quebra das moléculas de gordura em pequenas partes, fazendo com que os glóbulos se tornem homogêneos (CUNHA, 2001).

O valor negativo (-a*) vai em direção ao verde e o valor positivo (a*) em direção ao vermelho. Dessa forma, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, apresentando todos eles tendência à cor verde. Verificou-se que o iogurte fabricado com leite refrigerado foi o que mais se aproximou da tonalidade esverdeada, sendo diferente dos demais tratamentos.

Valor negativo de-b* vai em direção ao azul e valores positivos (b*) vão em direção ao amarelo. Em todos os tratamentos, houve tendência da tonalidade ao amarelo, o que foi reportado por BEHMER (1999), que relatou a cor do leite como sendo uma emulsão branca ligeiramente amarelada, confirmando, portanto, os resultados do presente estudo.

Em relação à viscosidade, pode ser observado que a ausência de tratamento térmico no leite para a fabricação de iogurte foi menor que os demais tratamentos.

Os resultados obtidos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos quanto aos parâmetros de gordura, proteína e pH. Os valores dos iogurtes reconstituídos foram similares aos dos iogurtes naturais (Tabela 4).

TABELA 4 –Valores médios de gordura, proteína, umidade, acidez titulável, pH e células lácticas viáveis de iogurtes obtidos de leite refrigerado, pasteurizado e ultra alta temperatura (UAT) após a reconstituição dos iogurtes.

Parâmetros	Tratamento térmico			CV (%)
	Refrigerado	Pasteurizado	UAT	
Gordura (%)	2,76±0,13 a	2,73±0,05a	2,74±0,07 ^a	3,36
Proteína (%)	2,73±0,30 a	2,74±0,70a	2,45±0,19 ^a	17,35
Umidade (%)	88,80±0,10a	88,49±0,1ab	88,06±0,78b	0,53
Acidez (g de ácido lático/100g)	0,98±0,01a	0,97±0,02a	0,80±0,03b	2,58
pH	4,02±0,08a	4,03±0,05a	4,07±0,06 ^a	1,51
Células lácticas viáveis (UFC/mL)	9,33x10 ⁴ ±4,04x10 ³ b	3x10 ⁵ ±5,77x10 ³ a	5,33x10 ⁵ ±1,53x10 ³ a	29,53

Letras minúsculas na linha diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os iogurtes reconstituídos apresentaram teores de gordura entre 0,6% e 2,9%, o que, de acordo com a Instrução Normativa n° 46 (BRASIL, 2007), permite classificá-los como iogurtes semidesnatados.

O teor de proteína ficou abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação vigente, de 2,9%. Estes resultados confirmam os do presente estudo, que foram relatados por Cunha et al. (2008), que informaram 2,80% de proteínas em iogurtes adicionados de *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* e *Streptococcus thermophilus*.

Os resultados de acidez titulável no presente trabalho apresentaram valores menores que os encontrados por PIMENTEL et al. (2012), com valores entre 1,11 e 1,17 (g. acid. láctico/100g). Porém, os resultados obtidos estão de acordo com a legislação vigente, que preconiza valores entre 0,6 e 1,5 g.áci.lact/100g.

As bactérias lácticas viáveis não apresentaram valor mínimo de acordo com a legislação, que preconiza o mínimo de 10^7 UFC/mL. Portanto, a liofilização preservou as características físico-químicas dos iogurtes, mas não preservou a viabilidade das bactérias lácticas viáveis.

A Figura 7 (A, B e C) apresenta as imagens de microscopia eletrônica de varredura em iogurtes liofilizados produzidos com leite refrigerado, pasteurizado e UAT, consecutivamente, com aumentos de 30x, 1000x, 5000x e 10 000x. As imagens apresentam a macro e microestrutura de iogurtes produzidos com diferentes tratamentos térmicos do leite.

Na Figura 7, a imagem com 30x de aumento apresenta a macroestrutura de iogurtes liofilizados produzidos com leite refrigerado, pasteurizado e UAT. Foram verificadas partículas de formas irregulares, pontiagudas, não apresentando superfície lisa e homogênea, bastante irregular, coberta por reentrâncias e saliências.

No aumento de 1000x, observou-se a microestrutura dos iogurtes com inúmeros espaços vazios na matriz proteica, indicando presença inicial de partículas de gordura, extraídas da amostra durante sua preparação para análise.

No iogurte UAT, foram verificados espaços vazios menores em relação aos outros tratamentos, em decorrência de o processamento do leite UAT ter sofrido homogeneização, durante a qual os glóbulos de gordura são quebrados em tamanhos menores, podendo ser verificado que os espaços vazios são menores. Os resultados do presente estudo estão consonantes com aqueles encontrados por RAMIRES-SUCRE & RUIZ (2013), ao analisarem a microestrutura eletrônica de varredura - MEV de diferentes tratamentos de iogurtes.

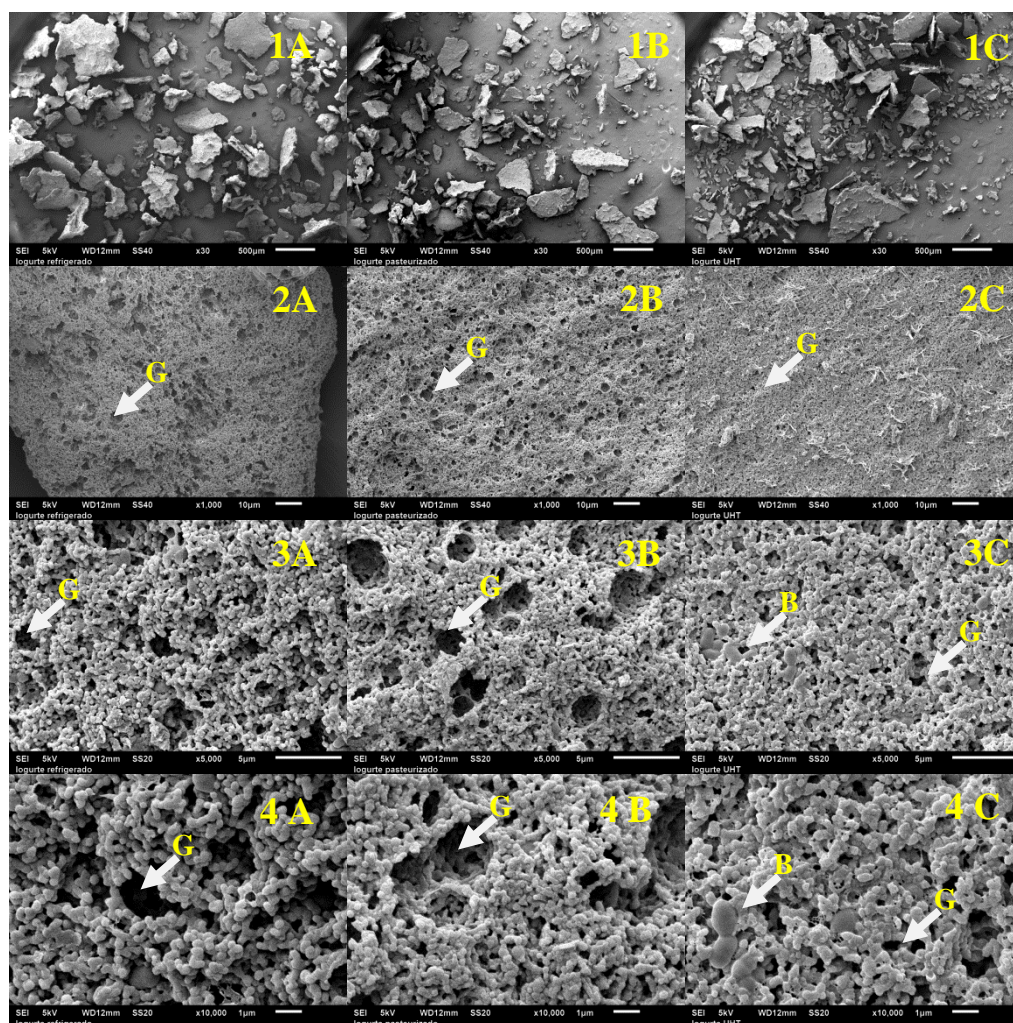


FIGURA 7 –Microscopia eletrônica de varredura de iogurtes produzidos com leite refrigerado, pasteurizado e UAT consecutivamente com aumento de 1-30x, 2-1000x, 3-5000x e 4-10000x. G = espaço vazio onde se encontrava o glóbulo de gordura, B= Bactérias lácticas.

Nos aumentos de 5000x e 10000x, foi possível observar as redes de caseína de cada tratamento. No Tratamento UAT, foram verificadas formas vivas de bactérias em forma de bastão, *Lactobacillus*, pois, de acordo com os resultados obtidos na Tabela 4, o iogurte produzido com leite UAT apresentou valores de bactérias lácticas viáveis maiores em relação aos demais tratamentos.

4 CONCLUSÃO

As características físico-químicas da matéria-prima estavam de acordo com a legislação brasileira. O iogurte sem tratamento térmico apresentou menor tempo de fermentação em relação aos demais tratamentos. O motivo do menor tempo de

fermentação pode estar relacionado com bactérias naturais presentes no leite, o que diminuiu o tempo de fermentação, chegando ao pH 4,5 no tempo de 280 minutos.

O pH entre os tratamentos durante os 29 dias de estocagem apresentou comportamento semelhante, com tendência de diminuição ao longo do armazenamento e tendência de ascensão da acidez titulável ao longo do armazenamento. O iogurte produzido com leite refrigerado apresentou maior acidez desde o 1º dia ao 29º de estocagem.

O tratamento térmico influenciou positivamente a sinérese e a viscosidade, tendo o iogurte refrigerado apresentado maior propensão à sinérese e menor viscosidade.

As bactérias lácticas foram viáveis apenas no 15º dia, exceto para o iogurte refrigerado. As características físicas e químicas dos iogurtes naturais estão consonantes com a legislação IN 46/ 2007, exceto para o teor de proteína.

A liofilização dos iogurtes foi eficaz, tendo ocorrido manutenção das características físico-químicas originais após a reconstituição.

A análise de microestrutura eletrônica de varredura dos iogurtes naturais mostrou formas vivas (bastões) de lactobacilos, sendo que apenas no iogurte UAT foi possível observar estrutura de formas vivas (bastões), lactobacilos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARASHIRO, E. K. N. ; TEODORO, V. A. M. ; MIGUEL, E. M. **Revista Ciência do leite**, Mastite Bovina: Importância Econômica e Tecnológica. 2007. 12p.

BEHMER, M. L. A. Tecnologia do Leite. 13ª ed. São Paulo: Nobel, 1999. 320 p.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº. 46. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Diário Oficial da União de 24/10/2007, Seção 1, Página 5.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprovar o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A o da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Diário Oficial da União. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico República Federativa do Brasil, Brasília, 30 de dezembro de 2011. Seção 1, p.1-24.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para 0% de leite e produtos lácteos (revoga Instrução Normativa nº 22, de 14 de abril de 2003). **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de dezembro 2006, Seção 1, Página 8, 2006.

CAPITANI, C.; HAUSCHILD, F. A. D. H.; FRIEDRICH, C. J.; LEHN, D. N. Caracterização de iogurtes elaborados com probióticos e fibra solúvel. V.08, n. 02, p.1285-1300. 2014.

CUNHA, M. F. Leite UHT e o fenômeno de gelatinização. Revista B.CEPPA, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 341-352, jul./dez. 2001.

CHARM, S.E. The Fundamentals of Food Engineering. 2nd ed. Westport: Avi, 1971.

FELLOEWS, P.J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 2 nd Edition. Wood head Publishing, Limited, 2000.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FINCO, A. M. O.; GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V.; CORDOVA, K. R. V. Elaboração de iogurte com adição de farinha de gergelim. Revista Ambiência Guarapuava. v.7, n.2, p. 217-227. Maio/ Ago. 2011

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed,2002.

GALLINA, D. A.; ALVES, A. T. S.; TRENTO, F. K. H.; CARUSI, J. Caracterização de Leites Fermentados com e sem Adição de Probioticos e Prebioticose Avaliação da

Viabilidade de Bactérias Lácticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira. *Revista Unopar* v.3, n.4, p.239-244, 2011.

HAULY, M.C. O.; FUCHS, R.H.B.; PRUDÊNCIO FERREIRA, S.H. Suplementação de iogurte de soja com frutooligossacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. *Revista de Nutrição*. Campinas, v. 18, n. 5, p. 613-622, 2005.

HUNTERLAB. **User's manual with universal software versions 3.5**. Reston, 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: IMESP, 2008.

LONGO, G. et al. Avaliação da qualidade físico-química de iogurtes naturais comercializados na cidade de Curitiba, Paraná. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v.20, n.138, p. 56-59, 2006.

MATHIAS, T. R. S. et al. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. *Braz. J. Food Technol*, Campinas, v. 16, n. 1, p. 12-20, jan./mar. 2013.

MEDEIROS, A. C. L. et al. Avaliação Comparativa do Efeito do Tratamento Térmico e Temperatura de Incubação sobre o Perfil de Acidificação dos Leites Bovino, Bubalino e Caprino. **Revista brasileira de produtos agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n.2, p. 105-114, 2010.

ORDONEZ, J. A. et al. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. v.2. Porto Alegre: Artmed. 2005.

PEREZ, K. J.; GUARIENTI, C.; COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M. Viabilidade de Bactérias Lácticas em Iogurte Adicionado de Biomassa da microalga *Spirulina Platensis* Durante o Armazenamento Refrigerado. **Revista Alimento e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.1, p. 77-82, jan./mar. 2007.

PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Iogurte probiótico tipo inulina de diferentes graus de polimerização: Características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1059-1070, maio/jun. 2012

PRECI, D.; CICHOSKI, A. J.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E.; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; CANSIAN, R. L. Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*ilexparaguariensis* st. hil) e adição de probióticos. **Alimento e Nutrição**, Araraquara v. 22, n. 1, p. 27-38, jan./mar. 2011.

RAMIREZ-SUCRE, M. O.; RUIZ, J. F. Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored yogurt. *Revista LWT-Food Science and Technology*.v.51, p. 233-241, 2012.

RODRIGUES, L. A.; ORTOLANI, M. B. T.; NERO, L. A. Microbiological quality of yoghurt commercialized in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. *African Journal of Microbiology Research*, Nigéria,v.4, n.3, p. 210-213, 2010.

ROCHA, E.M. Análise sensorial e estudo de vida de prateleira de sobremesas lácteas à base de frutas tropicais. **Revista Higiene Alimentar**, v: 19, nº 135, p.28-33, setembro, 2005.

SALES, S. S.; COSTA, F. N.; ALVES, L. M. C.; SOUSA, J. G. M.; MACHADO, P. P. Avaliação da qualidade microbiológica de iogurtes de produção regional, comercializados no município de São Luís, MA. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 21, n. 157, p. 118-122, 2007.

SILVA, A. B.; UENO, M.; Avaliação da viabilidade das bactérias lácticas e variação da acidez titulável em iogurtes com sabor de frutas. *Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"*, Jan/Fev, nº 390, 68: 20-25, 2013.

SILVA, A. R.; MENDES e MORO, L.; PINTO, E. G.; SOUZA, A. F.; FRANCO, B. Estudo do comportamento cinético e reológico da fermentação láctica na produção de iogurte natural. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer. Vol.8 n.14, Goiânia 2012.

SILVA, C.S.; MACHADO, T. B.; SILVEIRA, M. L. R.; ROSA, C. S.; BERTAGNOLLI, S. M. M. Aspectos Microbiológicos, pH e Acidez de Iogurtes de Produção Caseira Comparado Aos Industrializados da Região de Santa Maria-RS. *Ciências da Saúde*, Volume 13, n.1, p.111-120, 2012.

SILVA, G. S.; RODRIGUES, M. A. M. Avaliação da qualidade de iogurte aromatizado. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v.21, n. 140, p. 82-85, 2006.

SILVA, V.A. de M. da; RIVAS, P.M.; ZANELA, M.B. et al. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do leite cru, do leite pasteurizado tipo a e de pontos de contaminação de uma granja leiteira no RS. **Acta Scientia e Veterinariae**, v.38, n.1, p.51-57, 2010.

SOUZA, M. C.; TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T.; FERREIRA, G. A. M. F.; FILHO, T. L. Emprego do Frio na Conservação de Alimentos. *Revista Enciclopédia Biosfera*, centro científico conhecer- Goiânia, v. 9, N. 16; p. 1027, 2013.

SOUZA, L. G. SANTOS, G. T.; SAKAGUTI, E. S. Avaliação da composição do leite UHT proveniente de dois laticínios das regiões Norte e Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 259-264, 2004.

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

THAMER, G.K.; PENNA, B.L.A. Efeito do teor, açúcar e de frutooligossacarídeos sobre a população de bactérias em bebidas fermentadas. *Ver Bras Cien Farm*. 2005;41(3):394-400.

VÉTIER, N.; BANON, S.; CHARDOT, V.; HARDY, J. Effect of Temperature and Aggregation Rate on the Fractal Dimension of Renneted Casein Aggregates. *Journal of Dairy Science*. v. 86, p. 2504-2507, 2003.

ANEXOS

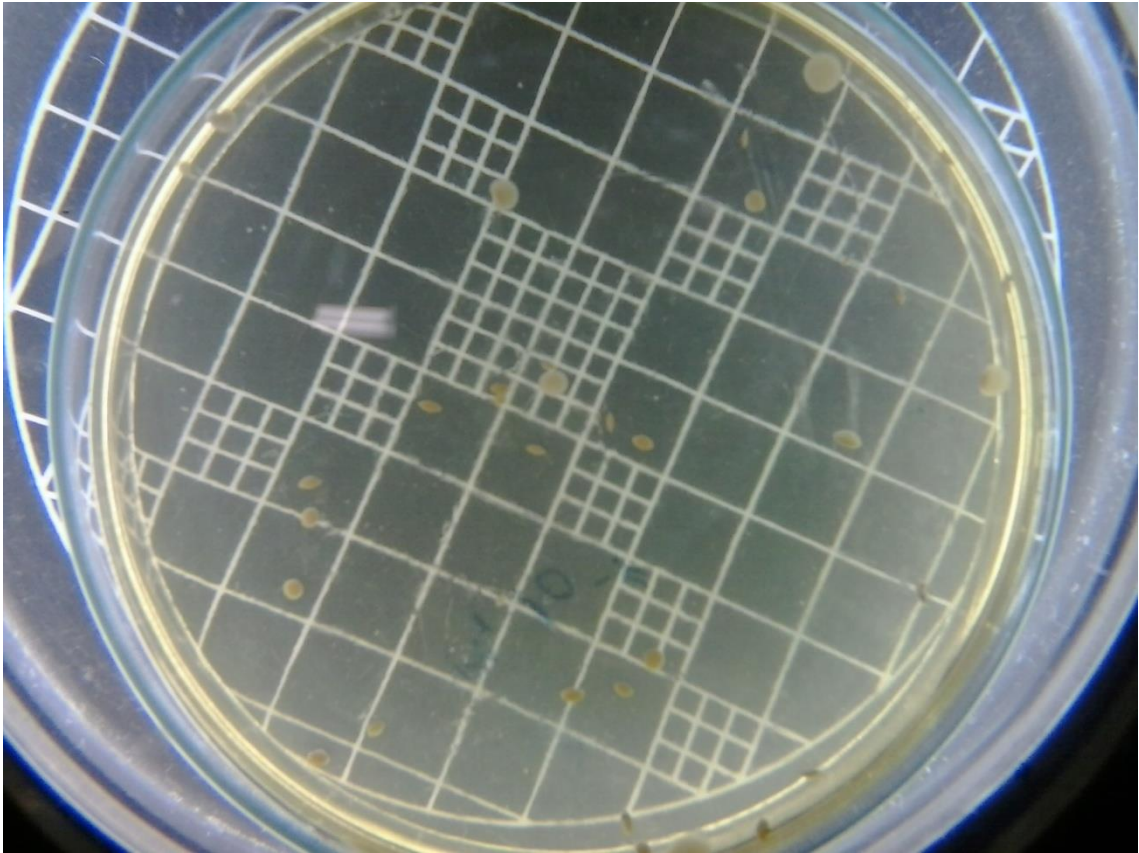


FIGURA 8 – Placa de Petri com colônias de bactérias lácticas viáveis.



FIGURA 9 – Avaliação da viscosidade em amostra de iogurte.



FIGURA 10 – Iogurtes liofilizados.



FIGURA 11 – Iogurtes reconstituídos.