

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

**QUALIDADE DE DOCE DE LEITE E IOGURTE
ORIUNDOS DE LEITE DE VACAS GIROLANDO
SUBMETIDAS A SOMBREAMENTO**

Autora: Esther Cristina Neves Medeiros da Silva

Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

Coorientador: Dr. Adriano Carvalho Costa

Rio Verde - GO
Novembro - 2021

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

**QUALIDADE DE DOCE DE LEITE E IOGURTE
ORIUNDOS DE LEITE DE VACAS GIROLANDO
SUBMETIDAS A SOMBREAMENTO**

Autora: Esther Cristina Neves Medeiros da Silva
Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa

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 - Campus Rio Verde - Área de concentração Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

Rio Verde - GO
Novembro – 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Sq Silva, Esther Cristina Neves Medeiros da
 Qualidade de Doce de Leite e Iogurte Oriundos de
Leite de Vacas Girolando Submetidas a Sombreamento /
Esther Cristina Neves Medeiros da Silva; orientador
Marco Antônio Pereira da Silva; co-orientador
Adriano Carvalho Costa. -- Rio Verde, 2021.
 87 p.

 Dissertação (Mestrado em Mestrado em Zootecnia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

 1. Ambiente. 2. Composição química do leite. 3.
Derivados Lácteos. 4. Análise sensorial. 5. Vacas
mestiças. I. da Silva, Marco Antônio Pereira , orient.
II. Costa, Adriano Carvalho, co-orient. III. Título.



INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Esther Cristina Neves Medeiros da Silva

Matrícula: 2019202310240016

Título do Trabalho: Qualidade de Doce de Leite e Iogurte Oriundos de Leite de Vacas Girolando Submetidas a Sombreamento

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: A confidencialidade refere-se ao tempo necessário para que o artigo original possa ser publicado

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 22/03/2026

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 22/03/2022

Esther Cristina Neves Medeiros da Silva

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Marco Antônio Pereira da Silva
orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

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

**QUALIDADE DE DOCE DE LEITE E IOGURTE ORIUNDOS DE LEITE DE
VACAS GIROLANDO SUBMETIDAS A SOMBREAMENTO**

Autora: Esther Cristina Neves Medeiros da Silva
Orientador: Marco Antônio Pereira da Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração em
Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 05 de novembro de 2021.

Dr. Adriano Carvalho Costa
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Dra. Karen Martins Leão
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

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

Dra. Thamara Venâncio de
Almeida
Avaliadora externa
Doutora em Ciência Animal

Documento assinado eletronicamente por:

- **Adriano Carvalho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 08/11/2021 08:56:29.
- **Karen Martins Leao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/11/2021 09:45:30.
- **Thamara Venâncio de Almeida, Thamara Venâncio de Almeida - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500)**, em 05/11/2021 18:31:44.
- **Marco Antonio Pereira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 05/11/2021 17:58:43.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/11/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 326009
Código de Autenticação: 7b31598cda



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 99/2021 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Unidade do IF Goiano:	Campus Rio Verde	
Programa de Pós-Graduação :	Zootecnia	
Defesa de:	Dissertação	Defesa de número:127
Data: 05/11/2021	Hora de início: 09:00h	Hora de encerramento: 12:00h
Matrícula do discente:	2019202310240016	
Nome do discente:	Esther Cristina Neves Medeiros da Silva	
Título do trabalho:	QUALIDADE DE DOCE DE LEITE E IOGURTE ORIUNDOS DE LEITE DE VACAS GIROLANDO SUBMETIDAS A SOMBREAMENTO	
Orientador:	Marco Antônio Pereira da Silva	
Área de concentração:	Zootecnia/Recursos Pesqueiros	
Linha de Pesquisa:	Qualidade e Processamento de Produtos de Origem Animal	
Projeto de pesquisa de vinculação	Efeitos do Estresse Térmico sobre a Produção e Qualidade do Iogurte e Doce de Leite	
Titulação:	Mestre em Zootecnia	

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva (Orientador), Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa (Avaliador interno), Profª. Dra. Karen Martins Leão (Avaliadora interna) e Profª. Dra. Thamara Venâncio de Almeida (Avaliadora externa) sob a presidência do primeiro, em sessão pública realizada por vídeo conferência via Google Meet à distância, para procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de Mestrado, de autoria de **ESTHER CRISTINA NEVES MEDEIROS DA SILVA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Marco Antônio Pereira da Silva, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor (a) da dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ZOOTECNIA**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGZ da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Tese em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Decisão da banca: Aprovado

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IFGoiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- Adriano Carvalho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/11/2021 08:58:37.
- Karen Martins Leao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/11/2021 09:49:01.
- Thamara Venâncio de Almeida, Thamara Venâncio de Almeida - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 05/11/2021 18:32:24.
- Marco Antonio Pereira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/11/2021 18:02:58.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/11/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 325895
Código de Autenticação: 8316cfb7db



“Os que confiam no Senhor serão como o monte de Sião, que não se abalam, mas permanece para sempre”.

Salmos 125:1

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar por me proporcionar experiências que me faz crescer dia após dia, pela oportunidade de poder estudar e realizar mais esta conquista.

A minha Mãe Vera Lúcia Neves Medeiros e meu Pai Francisco de Assis Medeiros, por incentivarem e apoiarem meus estudos.

Aos meus irmãos Davi Neves Medeiros e Poliana Kelly Neves Medeiros da Costa, que dedicaram tempo em me ajudar nos momentos de dificuldades.

Ao meu esposo, Manoel Pereira da Silva, que sempre esteve ao meu lado me ajudando nas horas mais difíceis, dando forças para superar todos os obstáculos.

Aos meus sobrinhos Maryanna Oliveira Medeiros e Miguel Felipe Medeiros da Costa, pelo amor, disponibilidade, compreensão, paciência e por toda ajuda prestada durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus amigos irmãos Maria Barcelos e Dalmir, que muitas vezes em momentos de angústia estivera orando comigo e aconselhando sempre.

Ao meu orientador Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, pela orientação no decorrer desses anos, com muita sabedoria, genialidade e benignidade. Obrigada pela honra de ter ao meu lado essa pessoa tão especial que contribuiu grandemente para o meu aprendizado.

Aos docentes Dra. Karen Martins Leão, Dra. Ana Paula Cardoso Gomide, Dra. Kátia Cyrene Guimarães e Dr. Adriano Carvalho Costa, que elucidaram minhas dúvidas quando me encontrava meio perdida, que me ajudaram quando tinha dificuldades em apresentar seminários, incentivando a melhorar sempre mais. Vocês foram essenciais para meu aprendizado. Obrigada pela paciência e sabedoria.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do IF Goiano - Campus Rio Verde, pelos conhecimentos transmitidos durante minha breve estada, pois me ajudaram a aprimorar o entendimento técnico e me ajudaram a evoluir

profissionalmente.

Ao Instituto Federal Goiano e Laboratório de Bovinocultura de Leite pela doação da matéria-prima utilizada no processamento dos doces de leite e iogurtes.

Ao Laboratório de Produtos de Origem Animal do IF Goiano por disponibilizar espaço, ingredientes e equipamentos para a produção dos doces de leite e iogurtes da pesquisa.

Ao Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, pela parceria nas análises de qualidade do leite.

A Central Analítica do IF Goiano - Campus Rio Verde, pela colaboração nas análises químicas dos derivados lácteos oriundos desta pesquisa.

Ao Laboratório de Biotecnologia e Fisiologia Vegetal do IF Goiano - Campus Rio Verde, pela cooperação nas análises de liofilização sob orientação do professor Dr. Fabiano Guimarães Silva.

A Central Analítica do IF Goiano - Campus Rio Verde na pessoa do professor Dr. Osvaldo Valarini Júnior, pela realização das análises de espectrofotometria nas amostras de doce de leite e leite utilizado na pesquisa.

À equipe do Laboratório de Produtos de Origem Animal (LPOA), pela recepção, apoio e colaboração desde a minha chegada até o término desta pesquisa, em especial os discentes: Ruthelle Moraes do Carmo, Paulo Victor Toledo Leão, João Vitor Teixeira da Cunha, João Antônio Gonçalves e Silva, Pamella Cristina Teixeira, Luana Caroline Bonfim Farias e Givanildo de Oliveira Santos.

Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia, Larissa Martins Ferreira Pastina, Maria Siqueira de Lima e André Luiz Borges Machado. Vocês foram peças importantes nesse trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de produtividade ao professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, sob Processo n. 302114/2018-1 da Chamada CNPq n. 09/2018 de Bolsas de Produtividade em Pesquisa, que se refere a esta dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo apoio a realização da pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos vocês, obrigada!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Esther Cristina Neves Medeiros da Silva é de nacionalidade brasileira, casada, filha de Francisco de Assis Medeiros e Vera Lucia Neves de Medeiros, nascida no dia vinte e nove de maio de um mil novecentos e noventa e dois, na cidade de Rio Verde, Goiás. Ingressou no curso de Bacharelado de Zootecnia no ano de 2012 pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde. Participou voluntariamente de projetos de pesquisa do Laboratório de Metabolismo e Bioquímica Animal sob orientação da Profa. Dra. Cibele Silva Minafra e no ano de 2016 e 2017 ingressou no Programa de Iniciação Científica na área da Avicultura. No ano de 2020, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde - GO, sob orientação do Dr. Marco Antônio Pereira da Silva. No decorrer do ano, participou de diversos eventos como o Ciclo de Palestras Online disponibilizada pelo Congresso Nacional de Laticínios oferecido pelo Instituto de Laticínios Cândido Tostes, minicursos, entre outros. Em novembro de 2021, finalizou o Mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, GO.

ÍNDICE GERAL

	Página
Introdução Geral	1
Objetivos	3
Revisão de Literatura	4
Qualidade do Leite	4
Doce de Leite pastoso	7
Iogurte	7
Efeito do sombreamento dos animais sobre a qualidade de derivados lácteos	8
Referências Bibliográficas	10
Capítulo I – Efeito do sombreamento dos animais sobre a qualidade do doce de leite de vacas Girolando	18
Introdução	20
Material e Métodos	22
Tratamentos	22
Amostras de leite	22
Processamento do doce de leite	23
Rendimento do doce de leite	23
Análise físico-química do doce de leite	24
Avaliação dos parâmetros de cor do doce de leite	24
Microscopia eletrônica de varredura do doce de leite	25
Espectrofotometria do doce de leite	25

Análise sensorial do doce de leite	25
Análise estatística	27
Resultados e Discussão	28
Conclusão	38
Referências Bibliográficas	39
Capítulo II – Efeito do tipo de sombreamento de vacas Girolando sob a qualidade de iogurtes	46
Introdução	48
Material e Métodos	49
Avaliação físico-química do leite	49
Processamento dos iogurtes	50
Avaliação físico-química do iogurte	51
Parâmetros instrumentais de cor dos iogurtes	52
Análise reológica dos iogurtes	52
Análise sensorial dos iogurtes	53
Análise estatística	54
Resultados e Discussão	55
Conclusão	63
Referências Bibliográficas	64

ÍNDICE DE TABELAS

Página

Capítulo I – Efeito do sombreamento sobre a qualidade do doce de leite de vacas

Girolando

Tabela 1 – Média e erro padrão da gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%), CCS (CS x 1000 mL⁻¹), CBT (UFC por mL), concentração de ureia (mg dL⁻¹) e caseínas (%) do leite de vacas Girolando mantidas no sol e na sombra 28

Tabela 2 – Valores médios e erro padrão da umidade, gordura, proteína, cinzas, sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e parâmetros instrumentais de cor (L*, a*, b*, Chroma e Hue) de doce de leite pastoso obtidos do leite de vacas mantidas no sol e na sombra 30

Capítulo II – Efeito do sombreamento de vacas Girolando sobre a qualidade do iogurte

Tabela 1 – Média e erro padrão da gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%), CCS (CS x 1000 mL⁻¹), CBT (UFC por mL), concentração de ureia (mg dL⁻¹) e caseínas (%) do leite de vacas Girolando mantidas no sol e na sombra 55

Tabela 2 – Matéria seca, cinzas, gordura, proteína, pH, acidez titulável e parâmetros instrumentais de cor (L*, a*, b*, Chroma e Hue) dos iogurtes dos iogurtes do leite de vacas Girolando mantidas no sol e na sombra 56

Tabela 3 – Avaliação do comportamento reológico dos iogurtes do sol e da sombra utilizando o modelo Herschel Bulkley 59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Capítulo I – Efeito do sombreamento sobre a qualidade do doce de leite de vacas Girolando	
Figura 1 – Ficha da análise sensorial para levantamento de atributos para o doce de leite	27
Figura 2 – Análise sensorial das amostras de doce de leite dos tratamentos sol e sombra	33
Figura 3 – Espectroscopia infravermelho do doce de leite, açúcar (a) (linha preta), bicarbonato de sódio (b) (linha vermelha), leite sombra (c) (linha verde), leite sol (d) (linha azul), doce de leite sol (e) (linha azul claro), doce de leite sombra (f) (linha violeta)	34
Figura 4 – Espectroscopia infravermelho do leite puro na sombra (a), leite puro no sol (b), doce de leite na sombra (c), doce de leite no sol (d)	36
Figura 5 – Microscopia eletrônica de varredura em aproximação de 100x, 300x e 2.000x do doce de leite de vacas Girolando do tratamento sol (à esquerda) e do tratamento sombra (à direita)	37
Capítulo II – Efeito do tipo de sombreamento de vacas Girolando sob a qualidade do iogurte	
Figura 1 – Ficha do teste sensorial para levantamento de atributos para o iogurte	54
Figura 2 – Resultados da análise reológica dos iogurtes sol (1) e sombra (2)	60
Figura 3 – Análise sensorial das amostras de iogurtes dos tratamentos sol e sombra	62

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Porcentagem - %

Micrômetro - μm

Análise de Variância – ANOVA

Association of Official Agricultural Chemists – AOAC

Contagem de Células Somáticas – CCS

Células Somáticas por mL – $\text{CS} / \text{mL}^{-1}$

Contagem Bacteriana total – CBT

Unidades Formadoras de Colônias por mL – $\text{UFC} / \text{mL}^{-1}$

Companhia Nacional de Abastecimento - CONABE

Extrato Seco Desengordurado – ESD

Extrato Seco Total – EST

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

Índice de Desenvolvimento Familiar – IDF

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA

Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV

Hidróxido de Sódio – NaOH

Graus Celsius - $^{\circ}\text{C}$

Graus Dornic - $^{\circ}\text{D}$

United States Department of Agriculture – USDA

RESUMO

SILVA, ESTHER CRISTINA NEVES MEDEIROS. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde - GO, novembro de 2021. **Qualidade de doce de leite e iogurte oriundos de leite de vacas Girolando submetidas a sombreamento.** Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva.

Objetivou-se avaliar o efeito do sombreamento sobre a produção e qualidade do doce de leite e iogurte do leite de vacas Girolando, através da avaliação da composição físico-química do leite, contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT). Foram utilizadas oito vacas Girolando submetidas a dois tratamentos, piquete com sombreamento e piquete sem sombreamento. No final do experimento foi realizado a pesagem e coleta do leite de cada tratamento para fabricação do doce de leite e iogurte. Para comparar as médias da composição química do leite do doce de leite e iogurte foi dada pela ANOVA utilizando o teste de Tukey a 5% de significância. Para a análise sensorial, as amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios informado pelos provadores nas fichas. Os resultados foram comparados ao teste de *Q Cochran* ($p < 0,05$). Não foi observado diferença na composição físico-química e sensorial entre os tratamentos na fabricação de doce de leite. No entanto, para o iogurte na análise sensorial houve diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$), e o mais palatável pelos julgadores foram os iogurtes do tratamento sombra. Não houve efeito do sombreamento sobre a produção e qualidade do doce de leite e iogurte do leite de vacas Girolando.

Palavras-Chave: Ambiente, composição química do leite, derivados lácteos, análise sensorial, Vacas mestiças.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of shading on the production and quality of dulce de leche and milk yogurt from Girolando cows, through the evaluation of the milk physicochemical composition, somatic cell count (SCC) and total bacterial count (CBT). A total of eight Girolando cows were subjected to two treatments, paddock with shading and paddock without shading. At the end of the experiment, milk was weighed and collected from each treatment for the manufacture of dulce de leche and yogurt. To compare the average chemical composition of milk from dulce de leche and yogurt it was carried out the ANOVA using Tukey's test at 5% significance. For the sensory analysis, the samples were coded with three random digits informed by the tasters on the forms. The results were compared by the Q Cochran test ($p < 0.05$). There was no difference in the physical-chemical and sensory composition between the treatments in the manufacture of dulce de leche. However, for yoghurt in the sensory analysis, there was a difference between the treatments ($p < 0.05$), and the most palatable by the judges were the yoghurts of the shade treatment. There was no effect of shading on the production and quality of dulce de leche and milk yogurt from Girolando cows.

Keywords: Environment, chemical composition of milk, dairy products, sensory analysis, crossbred cows.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui o segundo maior rebanho leiteiro do mundo e é um dos maiores produtores e consumidores de leite de vaca. O Estado de Goiás lidera o quarto lugar no ranking nacional de produção de leite, sendo responsável por 3,5 bilhões de litros em 2020. No primeiro trimestre de 2021, o Estado de Goiás teve aumento de 4% (+ 28,14 milhões de litros) na aquisição de leite cru resfriado, no primeiro trimestre de 2020 (IBGE, 2021).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a produção de leite em 2020 foi 2,1% maior em relação a 2019. O segundo trimestre registrou redução sazonal da produção leiteira, cenário este que tem se agravado neste ano devido às condições climáticas, que afetam a qualidade das pastagens e silagens, além do aumento no custo da ração, em especial o custo elevado do milho.

A importação de derivados lácteos em março de 2021 expressou queda de 1% referente ao mês de fevereiro. No primeiro trimestre, o aumento foi de 50% em comparação ao primeiro trimestre de 2020. Em 2020, as importações aumentaram 21% em relação a 2019, influenciada pelo crescimento da demanda do consumidor, após o início da pandemia.

Em relação à exportação de derivados lácteos, março teve variação de 30% referente ao mês anterior e, assim, o trimestre fechou com 5% a mais de valor exportado em relação ao mesmo período de 2020. Já em relação ao volume, as exportações aumentaram aproximadamente 33% em 2020, quando comparado a 2019, crescimento favorecido pelo aumento das taxas de câmbio no Brasil. Dessa forma, a situação se repetiu em 2021, com crescimento de 6% em março (CONAB, 2021).

Para expressar o máximo da sua genética para produção, é essencial que os animais recebam alimentação tanto em quantidade como em qualidade e mantidos em boas condições climáticas dentro da faixa de termoneutralidade. A zona termoneutra consiste na faixa de temperatura ambiente ideal em que o animal não está em condições estressantes seja estresse pelo frio ou estresse pelo calor (TAKAHASHI et al., 2009).

A temperatura retal é frequentemente utilizada como indicativo de adaptação fisiológica em ambientes de maior radiação solar, entretanto, índices altos demonstram insuficiência dos mecanismos de liberação de calor para o animal manter-se dentro da faixa de termoneutralidade. Animais sob estresse térmico apresentam baixa produção de leite, além de reduzir o consumo de alimentos e diminuir a concentração dos sólidos

presente no leite, principalmente lipídeos e proteínas (MORESCO et al., 2019).

Para proteger os animais contra a radiação solar, a utilização do sombreamento tem mostrado eficiência, uma vez que impede o contato direto dos raios solares com a superfície corporal, além de contribuir para o bom desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (COLLIER et al., 2006).

Desse modo, objetivou-se avaliar o efeito do sombreamento sobre a qualidade do doce de leite e iogurte das vacas mestiças da raça Girolando mantidas no sol e na sombra.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar o efeito do sombreamento sobre a qualidade do doce de leite e iogurte provenientes do leite de vacas mestiças da raça Girolando mantidas no sol e na sombra.

Objetivos Específicos

Avaliar o efeito do sombreamento no rendimento e qualidade de doces de leite fabricados a partir do leite de vacas Girolando mantidas no sol e na sombra;

Avaliar as características físico-químicas do doce de leite e parâmetros instrumentais de cor;

Avaliar as estruturas físicas do doce de leite por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV);

Avaliar a espectrofotometria por infravermelho do doce de leite de animais mantidos no sol e na sombra;

Verificar o efeito do sombreamento na qualidade do iogurte produzido a partir do leite de vacas Girolando manejadas sobre estresse térmico;

Avaliar as características físico-químicas do iogurte e parâmetros instrumentais de cor;

Observar a viscosidade e qualidade físico-química de iogurtes do leite de vacas Girolando mantidas na sombra e sol.

REVISÃO DE LITERATURA

Qualidade do leite

De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, considera-se leite, o produto obtido da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 2018).

O leite é o fluido produzido pela glândula mamária de fêmeas mamíferas, sendo a fonte de alimentação que nutre e promove imunidade à prole (ROBINSON, 2005; WALSTRA et al., 2006). Geralmente, o leite e produtos lácteos são ricos em nutrientes, fornecendo proteínas de alta qualidade, micronutrientes, vitaminas e gorduras que contêm energia (WUEHLER et al., 2011; SCHO et al., 2012).

Os principais componentes do leite são proteína, lactose, gordura e minerais. Na forma *in natura* é um alimento extremamente perecível. É suscetível à decomposição rápida pela ação de enzimas e microrganismos (ROBINSON, 2005). Portanto, o resfriamento do leite na faixa de 4°C após a ordenha é essencial para redução da contagem bacteriana total (CBT).

Conforme Demiate et al. (2010) os nutrientes que compõem os constituintes do leite são essenciais para a dieta, sobretudo é uma mistura de lipídeos e proteínas, além de carboidratos, vitaminas e minerais. Nesse contexto, a qualidade do leite é influenciada pela raça, manejo, ambiente, saúde, idade e fase de lactação dos animais. E, conforme Pereira et al. (2010). O leite é uma associação diversificada de constituintes sólidos solúveis em água, composto de lipídios, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas (PRADO et al., 2016). Esses elementos estão relacionados a fatores múltiplos que alteram a qualidade, entre estes o clima, técnicas de manejo, condições higiênico-sanitárias, nutrição, temperatura de armazenamento e transporte do leite, bem-estar animal e incidência de enfermidades no rebanho.

Outro fator bastante importante no que diz respeito a qualidade e produção do leite é o bem-estar animal (DAWKINS, 2017). Vacas leiteiras sob estresse térmico têm desempenho produtivo e reprodutivo comprometido, à medida que o estresse fica mais

intenso, conseqüentemente, o desconforto dos animais atinge níveis mais severos (PEREIRA et al., 2010).

O estresse causa efeito à saúde do animal, reduz a ingestão de alimentos e limita a imunidade, tornando-o mais susceptível à ocorrência de doenças. Dentre as condições que influenciam o bem-estar animal estão as instalações inadequadas, sujas, mal ventiladas e irregularidades do piso (RODRIGUES et al., 2010).

Os animais dentro de um meio térmico considerado apropriado produzirão conforme sua eficiência energética, em que as limitações ambientais podem ser definidas como estressantes ou confortáveis podendo ter variações em função da região e das classes de animais empregadas na propriedade (PERISSINOTTO et al., 2007). Vacas leiteiras de alta produção são mais susceptíveis ao estresse térmico quando comparadas com as de baixa produção leiteira (SILVA, 2000; PEREIRA, 2005).

Os principais indicadores da qualidade higiênico-sanitária do leite são contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CICCONIHOGAN et al., 2013). Pesquisadores, produtores e técnicos utilizam os resultados da análise de CBT e CCS como recurso para avaliar a qualidade do leite e controlar a saúde do úbere das vacas leiteiras (NEVES et al., 2019). Nesse sentido, tendo em vista a segurança dos alimentos, o leite refrigerado de tanque individual ou comunitário deve apresentar médias geométricas trimestrais da contagem padrão em placas de no máximo 300.000 UFC por mL e de CCS de no máximo 500.000 CS por mL (BRASIL, 2018).

O aumento da CBT pode ser motivado pela contaminação do úbere, rotina de ordenha imprópria, equipamentos contaminados, refrigeração e transporte inadequado do leite. Em contrapartida, a CCS pode ser elevada pelas imperfeições na rotina de ordenha, no procedimento de desinfecção do teto na pós-ordenha, técnica da vaca seca, que corresponde em secar a vaca 60 dias antes do parto, cujo objetivo é melhorar a produção da lactação subsequente contribuir na produção de colostro de melhor qualidade (DOMINGUES et al., 2020) e, tratamento dos casos de mastites clínica (PANTOJA et al., 2009; DUFOUR et al., 2015). Ademais, todos esses elementos correlacionados às condições ambientais de temperatura alta e umidade podem expandir os impactos negativos a respeito dos indicadores de qualidade do leite (BERNABUCCI et al., 2015; LAMBERTZ et al., 2015).

Os períodos chuvosos e secos interferem na produção e bem-estar animal, e, conseqüentemente, na qualidade do leite. Assim, a estação chuvosa, devido à temperatura ambiente elevada e umidade, afeta a sanidade da glândula mamária e ocasiona aumento

da CCS (ARCHER et al., 2013; USDA, 2014). No entanto, o período seco é definido por temperatura e umidade baixa, sendo assim, nessas circunstâncias pode ocorrer diminuição da contaminação bacteriana, logo, espera-se baixa contaminação do úbere e do ambi o que reduz a CBT e CCS (VOELK et al., 2014; BERNABUCCI et al., 2015; LAMBERTZ et al., 2015).

Dentre os aspectos que influenciam na qualidade do leite, a CCS quando em altas contagens, afeta a composição e rendimento, além de reduzir a vida de prateleira do leite e derivados lácteos (OLIVEIRA et al., 1999). Normalmente são observados em vacas sadias CCS inferior a 50.000 células por mL de leite. Valores de CCS de até 250.000 células por mL não influenciam a produção e qualidade do leite, em contrapartida, contagens superiores a 300.000 células por mL podem ser indício de infecção bacteriana no úbere (MAGALHÃES et al., 2006).

A utilização de leite com CCS alta indica impacto negativo sobre o crescimento e metabolismo das culturas lácticas comprometendo a qualidade, coagulação, aroma e textura do iogurte (SANTOS, 2015). Até o momento, não foi inteiramente elucidado o efeito do leite com alta CCS sobre a qualidade dos leites fermentados (OLIVEIRA et al., 2002; VIVAR-QUINTANA et al., 2006; FERNANDES et al., 2007).

As frações minerais com a incidência de mastite são também modificadas, causando impacto na qualidade do leite e influenciando nas características durante o processamento. No decorrer do quadro de mastite, a concentração de cálcio no leite tende a reduzir drasticamente (MORESCO et al., 2019).

Em consequência das alterações nos constituintes do leite, inúmeros parâmetros podem ser analisados na produção de derivados lácteos, sendo estes, menor rendimento, decréscimo do valor nutritivo dos derivados, diminuição da vida de prateleira, por ação de enzimas que participam na conferência de sabores estranhos ao alimento, e, em alguns casos, menor qualidade microbiológica do produto, ocasionando aumento da proliferação microbiana (WERNCKE et al., 2016).

A interação animal *versus* ambiente é pouco elucidada, uma vez que são influenciadas pelas particularidades pertencentes a cada espécie, raça, sexo e idade, além das condições ambientais. A radiação solar reflete no calor corporal interno dos animais, e no decorrer do dia os meios de sombreamento visam amenizar os impactos térmicos (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Estudos que especifiquem o cenário real correlacionando os efeitos sobre o setor produtivo são relevantes. No entanto, o conhecimento sobre os impactos durante a estação

chuvosa e seca associada a qualidade do leite são fundamentais na elaboração de estratégias de gestão na bovinocultura leiteira (NORMAN et al., 2011).

Doce de Leite Pastoso

O doce de leite é um produto com ou sem adição de outras misturas alimentícias, adquirido mediante concentração e ação do calor ou leite reconstituído, com ou sem acréscimo de sólidos lácteos e/ou creme mais adição de sacarose que pode ser substituída ou não por monossacarídeos ou dissacarídeos em que podem ser adicionados outros aditivos e ingredientes alimentícios de acordo com a denominação de venda e finalidade comercial (BRASIL, 1997; BRASIL, 2017). É produzido em pasta ou tabletes, possui sabor clássico e pode ser adicionado de polpa de frutas, chocolate, café, ameixa, coco, passas, amendoim e outros ingredientes isolados ou misturados (PERRONI, 2011).

No Brasil, grande parte da produção de doce de leite ainda é em pequena escala, de forma artesanal. A Argentina, que é o maior exportador do mundo, destaca-se na produção industrial. Por outro lado, não há identidade que particularize o produto nacional. Cada região mostra uma preferência diferente quanto ao sabor, cor e textura (SANTOS, 2007).

O mercado de doce de leite nacional tem sido abalado pela concorrência das marcas Argentinas, no período de 2010 a 2016 houve crescimento de 37,5% e de 1,5%, respectivamente, em relação ao ano de 2015 para o consumo em pasta ou tablete, com ou sem adicionais e de sabor tradicional. A produção brasileira está concentrada nas regiões Sudeste (62,1%) e Sul (33,3%). Minas Gerais é o maior produtor tendo registrado 38,4 mil toneladas (58,1%) em 2016 (ZACARCHENCO et al., 2017).

Iogurte

Iogurte é o produto obtido por meio da redução do pH e coagulação do leite, ou leite reconstituído, adicionado ou não de outros ingredientes alimentícios, por fermentação láctica através da ação de microrganismos específicos. Estes microrganismos são ativos e em grande quantidade no produto no decorrer do prazo de validade. A fermentação láctica ocorre entre as culturas lácticas *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, e, é possível acompanhar, de forma complementar, outras culturas lácticas que contribuem nas

características do produto (BRASIL, 2007).

Diversos tipos de iogurte podem ser vistos no mercado em resposta à preferência do consumidor. As diferenças nos tipos de processamento dos iogurtes iniciam-se a partir da origem do alimento (FERREIRA, 2014). A firmeza do iogurte é um atributo importante na aceitação do produto pelo consumidor, e, é uma propriedade que tem papel fundamental na qualidade do produto (COSTA et al., 2014).

A qualidade do iogurte é diretamente influenciada pela qualidade do leite utilizado na fabricação (SIMÕES et al., 2013). Alterações na composição do leite podem influenciar no desenvolvimento e metabolismo dos microrganismos da cultura *starter*, impactando a coagulação e textura, flavour, aroma e qualidade final do derivado lácteo (VIANNA et al., 2008).

Em relação a viscosidade do iogurte, alguns autores afirmaram que quanto maior a CCS presente no leite menor será a viscosidade do produto (CHENG et al., 2002), outros reportaram que a adição de plasmina (enzima presente no sangue que degrada as proteínas do plasma sanguíneo) no leite UHT causa formação do gel a partir de 90 dias de armazenamento e esta geleificação é acompanhada de aumento na viscosidade aparente (KOHLMANN et al., 1991; CHRISTEN e NDOMBA, 1991). Já Oliveira et al. (2002) observaram que a consistência do iogurte contendo CCS alta quando submetido a análise sensorial recebeu notas baixas a partir do 10º dia de armazenamento.

Efeito do sombreamento dos animais sobre a qualidade de derivados lácteos

Vacas lactantes apresentam maior consumo de alimentos, contribuindo para aumentar a produção de calor metabólico, e em condições climáticas sob estresse tem dificuldade em promover equilíbrio térmico (AZEVEDO, 2005). Assim, as vacas têm se mostrado capazes de encontrar no ambiente, meios de sombreamento que contribuem na proteção contra os raios ultravioletas com o intuito de amenizar o estresse por calor (SCHUTZ et al., 2009).

O sombreamento é considerado uma ferramenta importante na climatização do ambiente, uma vez que este reduz a radiação solar sobre os animais (SOUZA et al., 2010).

Os efeitos do sombreamento sobre a qualidade de derivados lácteos especialmente em doce de leite e iogurte são pouco esclarecidos, necessitando de mais dados científicos. Variações climáticas na composição e nos constituintes do leite têm sido um desafio para a indústria de laticínios, principalmente para atender aos padrões de

qualidade do produto nas diferentes estações do ano, sobretudo em países onde a parição ocorre no final do inverno até a primavera como na Nova Zelândia, Austrália e Irlanda (LI et al., 2020).

Variações na composição e propriedades do leite resultam em diferenças no processamento e qualidade dos derivados lácteos (O'BRIEN e GUINEE, 2011). Por duas razões principais é difícil controlar a qualidade dos produtos lácteos mediante as estações do ano, primeiro, as diferentes características do leite mudam simultaneamente ao longo das estações, tornando difícil identificar os fatores: composição do leite, manejo, nutricional e ambiental, e, em segundo, a sazonalidade está intimamente ligadas a altas temperaturas e podem diferir por rebanho ou por ano no mesmo rebanho, devido às alterações do manejo, clima e estado de saúde da vaca (FERREIRA et al., 2020).

Uma das principais causas da sazonalidade do leite está relacionada ao estresse térmico e os efeitos negativos na composição do leite (BAUMGARD & RHOADS, 2012; SCHÜLLER et al., 2016; SALFER et al., 2019).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, J. D., HALL, L. W., COLLIER, R.J., & SMITH, J. F. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 118 – 127, 2015.

ALMEIDA, L. A. B.; BRITO, M. A.V. P.; BRITO, J. R. F.; PIRES, F. A. & BENITES, N. R. 2015. Tratamento de mastite clínica experimental por meio de ordenhas múltiplas em vacas leiteiras inoculadas com *Staphylococcus aureus*. **Arquivo Instituto Biológico**, 72, 1-6.

ARCHER, S.C.; M. C. COY, F.; WAPENAAR, W.; GREEN, M. J. Association of season and herd size with somatic cell count for cows in Irish, English, and Welsh dairy herds. **Vet. J.**, v.196, n.3, p.515-21, 2013.

AZEVÊDO, D. M. M. R. A.; ALVES, A. A.. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.

BAÊTA, F. C. & SOUZA, F. C. 2010. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BARBOSA, J. G. et al. Características físico-químicas e sensoriais do leite de vacas Sindi suplementadas em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, BA, v. 11, n. 2, p. 362–370, 2010.

BERNABUCCI U; BASIRICO L; MORERA P; DIPASGUALE D; VITALI A; PICCIOLI C F. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, v.98, n.3, p.1815-27, 2015.

BORCHERS, M. R.; CHANG, Y. M.; PROUDFOOT, K. L.; WADSWORTH, B. A., STONE, A. E., & BEWLEY, J. M. Machine – learning – based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviors in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 7, p. 5664 – 5674, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 9, 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 out. 2007. Seção 1, p. 4

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 13 de novembro de 1989, que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria Nº 38, de 19 de Abril de 2018. Estabelece os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite tipo A na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo. **Diário Oficial da União**, 19 de Abril, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite cru refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Seção I, p. 6, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade de doce de leite. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 de set. 1997c. Seção 1, p. 19685.

CARVALHO, P.C.F. et al. Potencial do capim - quicuío em manter a produção e a qualidade do leite de vacas recebendo níveis decrescentes de suplementação. **Revista Brasileira De Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 9, p. 1866 – 1874, 2010.

CICCONI-HOGAN, K. M; GAMROTH, M.; RICHERT, R.; RUEGG, P. L.; STIGLBAUERKE, S.Y.H. Associations of risk factors with somatic cell count in bulk tank milk on organic and conventional dairy farms in the United States. **J. Dairy Sci.**, v.96, n.6, p.3689-702, 2013.

COSTA, M. F. et al. Desenvolvimento e caracterização de iogurte grego simbiótico sabor baunilha. In: SEMANA DA QUÍMICA, 35. Jornada da Pós-Graduação em Alimentos, 8., 2014, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2014.

CHENG, L.J.; CLARKE, P.T.; AUGUSTIN, M.A. Seasonal variation in yogurt properties. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 57, p. 187-191, 2002.

CHRISTEN, G.L.; NDOMBA, A.A.J. Evaluation of procedures to predict the keeping quality of ultra-high temperature processed skim milk. **Journal of Dairy Science**, v. 74, suppl. 1, p. 303, 1991.

DALTRO, D. S. Uso da termografia infravermelha para avaliar a tolerância ao calor em bovinos de leite submetidos ao estresse térmico. 2014.

DAWKINS, M. S. 2017. Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable? **Animal Production Science**, 57, 201-208.

DOMINGUES, F.N.; SIGNORETTI, R.D.; PFEIFER, L.F.M. Manejo da vaca seca. **Embrapa Rondônia-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2020.

DUFOUR, S.; FRECHETTE, A.; BARKEMA, H. W.; MUSSELL, A.; SCHOLL, D.T. Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. **J. Dairy Sci.** v.94, n.2, p.563–79, 2011.

FERNANDES, A. M. Avaliação do iogurte produzido com leite contendo diferentes níveis de células somáticas (Doctoral Dissertation, Universidade de São Paulo), 2003.

FERREIRA, G. S. Iogurte grego do Brasil, só mesmo no Brasil. Estadão, São Paulo, 18 de fevereiro de 2014, **Economia & Negócios**.

FERREIRA, L. C. B. MACHADO FILHO, L. C. P.; HOETZEL, M. J.; LABARRÈRE, J. G. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 137-146, 2011.

FUKUMOTO, N. M. et al. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG., v. 39, n. 7, p. 1548-1557, 2010.

GOETSCH, A. L.; MERKEL, R. C. & GIPSON, T. A. Factors affecting goat meat production and quality. **Small Ruminant Research**, 101: 173-181, 2011.

LAMBERTZ, C.; SANKER, C.; GAULY, M. Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. **J. Dairy Sci.**, v. 97, n.1, p.319-29, 2015.

LEIRA, M. H.; BOTELHO, H. A.; BARRETO, B. B.; BOTELHO, J. H. V.; PESSOA, G. O. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. **PUBVET**, 12, 172, 2018.

LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of tree on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in the Brazilian Midwest. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n. 4, p. 755-761, 2016. Doi: 10.1007/s11250-016-1021-x.

KOHLMAN, K. L.; NIELSEN, S. S.; LADISCH, M. R. Effects of a low concentration of added plasmin on ultra-high temperature processed milk. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 1151-1156, 1991.

MAGALHÃES, H. R; EL FARO, L.; CARDOSO, V. L.; PAZ, C. C. P.; CASSOLI, L. D.; MACHADO, P. F. Influência de fatores ambientais sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2006; 35(2): 415-421.

MARQUES, S.; OLIVEIRA, C. S.; FREITAS, C. D.; FEUCHARD, V. L.; CAMARGO, L. D. A., de CARVALHO, B. C. Associação da temperatura vaginal com estabelecimento de prenhez em receptoras Girolando sob estresse térmico. In Embrapa Gado de Leite- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Workshop de Iniciação Científica da Embrapa

Gado de Leite, 24., 2019, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019.

MARAI, I. F. M.; HAEEB, A. A. M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress - a review. *Livestock Science*, v. 127, n.2, p.89–109, 2010.

MORESCO, C.; TAUBE, C.; BIFFI, D. O. C.; KUMMER, G. M.; & PELOSO, L. Influência do estresse térmico na produção e qualidade do leite em uma propriedade da Região Oeste de Santa Catarina, 2019.

NASCIMENTO, R. Efeitos do estresse calórico sobre a produção de leite e reprodução de bovinos leiteiros. **Boi a pasto**, 2015.

NEVES, R. B. S.; DE MESQUITA, A. J.; DOS SANTOS, M. V.; SOARES, N. E.; PEIXOTO, B. C.; & OLIVEIRA COELHO, K. Avaliação sazonal e temporal da qualidade do leite cru goiano tendo como parâmetros a contagem celular somática e a contagem Bacteriana total. **Archives of Veterinary Science**, 24(1), 2019.

NORMAN, H. D.; LOMBARD, J. E.; WRIGHT, JR.; KOPRAL, C. A.; RODRIGUEZ, J. M.; MILLER, R. H. Consequence of alternative standards for bulk tank somatic cell count of dairy herds in the United States. **J. Dairy Sci.**, v.94, n.12, p.6243-56, 2011.

PANTOJA, J. C. F.; REINEMANN, D. J.; RUEGG, P. L. Associations among milk quality indicators in raw bulk milk. **J. Dairy Sci.**, v.92, n.10, p.4978-87, 2009.

PEREIRA, J. Fundamentos de Bioclimatologia aplicados à produção animal. **FEPMVZ**, Belo Horizonte, 2005.

PERRONI, I. T; STEPHANI, R.; NEVES, B. S. Atributos tecnológicos de controle para produção do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 385, pág. 42-51, 2012.

PIRES, M. F. A.; CASTRO, C. R. T.; OLIVEIRA, V. M.; PACIULLO, O. S. C. Conforto e bem-estar para os bovinos leiteiros. P. 395 – 426. In: **Manual de Bovinocultura de Leite**. 1ed. 2010.

ROBINSON, R. K. **Dairy microbiology handbook**. 3rd. ed. New York, NY.: Wiley-Interscience, 2005.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B. & PEREIRA, F. J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 6, 14-22. 2010.

SANTOS, J. Doce de leite é oportunidade de crescimento para indústria de laticínios em um mercado dominado por produtos caseiros e pequenos produtores, qualidade é fator determinante para sucesso. **Laticínio.net**, maio de 2007.

SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; POULOUIN, Y. A.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 93, n. 1, p. 125-133, 2010. Doi: 103168/jds.2009-2416.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. **Nobel**, São Paulo. 2000.

SOUZA, V. L. et al. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG., v. 62, n. 6, p. 1415–1422, 2010. b.

SUMMER, A.; LORA, I.; FORMAGGIONI, P.; GOTTARDO, F. Impact of heat stress on milk and meat production. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 1, p. 39-46, 2019.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. Bioclimatologia Zootécnica. **Unesp, Jaboticabal**, v. 1. 91p. 2009.

THALER NETO, A.; RODRIGUES, R. S.; CÓRDOVA, H. A. Desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês x Jersey em comparação ao Holandês. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 1, p.7-12, 2013.

TOSETTO, M. R., MAIA, A. P. A., SARIBU, J., ZANCANARO, B. M. D., LIMA, C. Z., & SIPPER, M. R. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. **Journal Behavioral Biometeorology**, 2, 6-10. 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Somatic cell counts of milk from dairy herd improvement herds during. AIPL - Animal Improvement

Programs Laboratory. Norman HD, Cooper TA, Ross. 2011.

VAN LAER, E.; MOONS, C. P. H.; AMPE, B.; SONCK, B.; VANDAELE, L.; DE CAMPENEERE, S.; TUYTTENS, F. A. M. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1536-1546, 2015.

VIEIRA, M. C.; GALLINA, D. A.; CAVICHILOLO, J. R.; GOMES, R. A. R.; FACHINI, C.; ZACARCHENCO, P. B. S. Produção de doce de leite tradicional, light e diet: estudo comparativo de custos e viabilidade econômica. **Informações Econômicas**, v. 41, n. 10, 2011.

VIZZOTTO, E. F.; FISCHER, V.; THALER, NETO, A.; ABREU, A. S.; STUMF, M. T.; WERNCKE, D.; SCHMIDT, F. A.; MCMANUS, C. M. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1559-1566, 2015.

VOELK, V.; GRABER, H. U.; VAN DEN BORNE, B. H. P.; SARTORI, C.; STEINER, A.; BODMER, M. A longitudinal study investigating the prevalence of *Staphylococcus aureus* genotype B in seasonally comunal dairy herds. **J. Dairy Sci.**, v.97, n.7, p.4184-92, 2014.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy science and technology**. 2nd. ed. New York, NY.: CRC/Taylor & Francis, 2006.

WERNCKE, D.; GABBI, A. M.; ABREU, A. S.; FELIPUS, N. C.; MACHADO, N. L.; CARDOSO, L. L.; SCHMID, F. A.; ALESSIO, D. R. M.; FISCHER, V. & NETO. A. T. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 506 - 516, 2016.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle: a review. *Journal of Dairy Sciences*. V.86, n.2, p. 131-2144, 2003.

ZACARCHENCO, P. B.; VAN DENDER, A. G. F.; REGO, R. A. - 1. Ed. - Campinas:

ITAL, 2017. 343p. ISBN 978-85-7029-143-1. **Brasil Dairy Trends 2020.**

CAPÍTULO I

EFEITO DO SOMBREAMENTO SOBRE A QUALIDADE DO DOCE DE LEITE DE VACAS GIROLANDO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do sol e da sombra sobre a produção e qualidade do doce de leite, composição química e sensorial do leite de quatro vacas da raça Girolando que foram submetidas a dois tratamentos, sol e sombra. O leite foi coletado separadamente e encaminhado ao Laboratório de Produtos de Origem Animal para ser processado. Para avaliação físico-química do leite, as amostras foram armazenadas em frascos de 40 mL contendo Bronopol[®]. Na fabricação do doce de leite utilizou-se o leite em temperatura ambiente, e foi feito em dois tratamentos, duas repetições e triplicata de análise. Para a análise sensorial, as amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios informados pelos provadores nas fichas. Os resultados foram comparados ao teste de *Q Cochran* ($p < 0,05$) e para análise físico-química dada pela ANOVA comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A composição do leite não foi alterada entre os tratamentos. Os doces de leite do sol tiveram a maior firmeza comparado com os doces de leite da sombra. A dureza do doce de leite está relacionada com a textura e ambas são atributos importantes na aceitação do produto pelo consumidor. Os doces de leite em ambos os tratamentos apresentaram valores similares para acidez, cinzas e proteína, e estes estão em conformidade dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente, sendo consequentemente o mais aceito na escala de aceitação dos doces da sombra. Conclui-se que os animais apresentam capacidade de adaptação ao ambiente e com isso não houve efeito do sol e da sombra sobre a produção e qualidade do doce de leite.

Palavras-Chave: Ambiência; análise sensorial; composição química do doce de leite; qualidade do leite.

EFFECT OF SHADOWING ON QUALITY OF DULCHE DE LECHE FROM GIROLANDO COWS

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of sun and shade on the production and quality of dulce de leche, chemical and sensory composition of milk from four Girolando cows that were subjected to two treatments: sun and shade. The milk was collected separately and sent to the Animal Products Laboratory to be processed. For milk physicochemical evaluation, the samples were stored in 40 mL bottles containing Bronopol®. In the manufacture of dulce de leche milk was used at room temperature, where it was made in two treatments, two replications and triplicate analysis. For the sensorial analysis, the samples were coded with three random digits informed by the tasters in the forms. The results were compared by the Q Cochran test ($p < 0.05$) and the physicochemical analysis by ANOVA using the Tukey test at 5% significance. Milk composition did not change between treatments. The dulce de leche from sun treatment had the highest firmness compared to the dulce de leche from the shade. The hardness of the dulce de leche is related to the texture and both are important attributes in the acceptance of the product by the consumer. The dulce de leche in both treatments showed similar values for acidity, ash and protein, and these are in compliance with the quality standards established by the current legislation, being consequently the most accepted in the scale of acceptance of the dulce de leche. It is concluded that the animals can adapt to the environment and, therefore, there was no effect of sun and shade on the production and quality of dulce de leche.

Key words: Ambience; sensory analysis; chemical composition of dulce de leche; milk quality.

INTRODUÇÃO

O estresse térmico é uma das principais causas da baixa produtividade e desempenho de vacas leiteiras. A fisiologia do animal cria mecanismos de adaptação nos sistemas respiratório, circulatório, endócrino, nervoso e excretor, para a produção e perda de calor em climas com temperaturas mais elevadas (MARAI & HAEEB, 2010). Vacas leiteiras concentram maior acúmulo de calor metabólico. Assim, a produção e sobreposição de calor junto com o baixo mecanismo de resfriamento do animal, permite aumento da carga de calor até o limite, reduzindo a ingestão de alimentos e comprometendo a produção (WEST, 2003).

A produção de leite é influenciada pela temperatura do ambiente. A redução na produção de leite das vacas em estresse térmico por calor se deve, principalmente, à redução na ingestão de alimentos (à medida que o estresse fica mais intenso), no funcionamento da tireoide e a energia despendida para eliminar o excesso de calor corporal (PORCIONATO et al., 2009).

No verão, o teor de sólidos totais, gordura e proteínas do leite reduzem em comparação as demais estações do ano. Estes constituintes são muito importantes, visto que influenciam no rendimento dos derivados lácteos (FAGAN et al., 2010).

O doce de leite é um derivado lácteo de grande aceitação e alta palatabilidade. Possui valor energético alto, além de grande concentração de proteínas, minerais e carboidratos, pela alta concentração de sacarose e baixo conteúdo de água é pouco perecível. A qualidade da matéria-prima, tipo de formulação aplicada e técnicas de fabricação associada a falta de padronização tem impossibilitado a normalização entre marcas comercializadas no mercado (FRANCISQUINI et al., 2016).

Trata-se de um produto proveniente da cocção de leite com adição de sacarose, que adquire cor, textura e sabor típico de acordo com as reações não enzimáticas. O tempo de cozimento é relativo com a coloração e umidade requerida, ao modelo do equipamento manuseado, concentração de sólidos totais e metodologia adotada durante o processamento (DEMIATE et al., 2016).

A fabricação de doce de leite inicia com a mistura de leite e sacarose (uma proporção de aproximadamente 20% de açúcar sobre o volume do leite), em aquecimento, até alcançar 70° Brix (em massa de sólidos totais) (TAMINE, 2009).

A composição do produto é de no máximo 30% de umidade, no mínimo 5% de

proteínas, 2% a 6% de lipídeos, 2% de cinzas (máximo) e 70% de açúcares (máximo), sendo 30% proveniente da sacarose (máximo) e o restante da lactose do leite (BRASIL, 1999). A concentração do doce de leite inibe a atividade de água, de modo que poderá ser armazenado em temperatura ambiente, além de possuir alto teor de sólidos solúveis totais, também apresenta fração considerável de minerais, proteínas e energia (SILVA et al., 2015).

O doce de leite apresenta cor caramelo, com tons desde creme claro até marrom-escuro, em função da ocorrência das reações de Maillard e da caramelização do açúcar (DEMIATE et al., 2001). A reação de Maillard é também conhecida como reação de escurecimento não enzimático e ocorre em função do aumento do pH do meio e pela concentração de sólidos, promovendo maior intensidade da cor conferida ao produto (PERRONE et al., 2011).

Esta reação ocorre entre um açúcar redutor e um aminoácido, quando submetidos ao aquecimento. Após uma série de reações são formadas as melanoidinas, substância de coloração escura (ARENA et al., 2017). Entre os aminoácidos mais suscetíveis a Reação de Maillard se encontra a lisina. O leite é rico em lisina, e esta reação propicia a redução de até 30% de este aminoácido (PAVLOVIC et al., 1994).

Segundo a Instrução Normativa nº 76 de 2018 (BRASIL, 2018), o leite deve apresentar acidez entre 0,14 e 0,18 g/100 ml de ácido láctico. Entretanto, para aumentar a intensidade da Reação de Maillard é importante que o pH esteja próximo da neutralidade entre 6 e 7 (FRANCISQUINI et al., 2017), e prevenir a formação de grânulos em consequência da precipitação de proteínas após elevação da temperatura (PERRONE et al., 2012), portanto, a acidez deve ser reduzida para 0,13 g por 100 mL de ácido láctico.

A β -galactosidase possui importante papel no controle da arenosidade do doce de leite, esta imperfeição ocorre durante o armazenamento do produto, formando cristais perceptíveis ao paladar. Com a quebra da lactose em glicose e galactose, este defeito é possível de ser evitado. Outro meio que a indústria utiliza para evitar a cristalização é a utilização de microcristais de lactose (OLIVEIRA, 2009).

A sazonalidade atua principalmente na composição e propriedades físico-químicas do leite, e conseqüentemente, afeta a qualidade dos produtos lácteos. Uma melhor compreensão dos efeitos nas estações do ano nas propriedades do leite possibilitaria melhorar e controlar a qualidade do produto bem como na elaboração de novos derivados lácteos a fim de atender a demanda do consumidor (AULDIST et al., 1998).

Objetivou-se avaliar o efeito do sombreamento sobre a produção e qualidade do doce de leite oriundo do leite de vacas Girolando.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal Goiano com o protocolo de aprovação nº 6454200519. Foram utilizadas dezesseis vacas Girolando pesando em média 550 kg.

Tratamentos

As vacas foram divididas em dois grupos. O primeiro grupo permaneceu em piquete sem sombreamento, completamente exposto ao sol (Tratamento 1), e o segundo grupo em piquete com sombra, formado por sombrite com provisão de 80% de sombra (8,0 m² por animal) e sombreamento natural composto por árvores (Tratamento 2). Os piquetes possuíam cocho de alimentação e água.

Amostras de leite

A coleta das amostras de leite foi realizada de forma asséptica em frascos plásticos de aproximadamente 40 mL contendo conservante Bronopol[®] para análise da composição química, ureia e CCS e outro frasco contendo conservante Azidiol[®] para análise da CBT.

As amostras de leite foram identificadas e armazenadas em caixas isotérmicas e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás para avaliar a composição físico-química.

Para determinar a acidez titulável do leite foram titulados 10 mL de leite, com solução de NaOH 0,1 mol por L, usando como indicador a fenolftaleína 1% (m/v) (AOAC, 2007).

Os teores de ureia e caseína foram determinados através da absorção diferencial de ondas infravermelhas, transformadas por Fourier - FTIR, utilizando o equipamento Lacto Scope (Delta Instruments) e os resultados foram expressos em mg por dL e porcentagem (%), respectivamente (IDF, 2000).

A análise da CCS foi realizada de acordo com o princípio analítico que se baseia na citometria de fluxo realizada através do equipamento Fossomatic 5000 Basic (Foss

Electric A/S. Hillerod, Denmark). Antes da análise, as amostras de leite foram previamente aquecidas em banho-maria à temperatura de 40°C por 15 minutos para a dissolução da gordura. Os resultados foram expressos em CS por mL (IDF, 2006). A CBT foi analisada por meio do equipamento Bactoscan FCO e os resultados expressos em UFC por ML (IDF, 2004).

Processamento do Doce de Leite

Utilizou-se dois galões de polipropileno de capacidade de 30 L, primeiramente higienizados com água e sabão neutro, sanitizados com água clorada a 200ppm por submersão, seguido de enxágue abundante em água corrente.

O leite primeiro foi filtrado e, em seguida, aferida a pesagem de 4 kg para cada repetição, em um total de 12 kg de leite por tratamento com adição de 20% de açúcar cristal adicionado em recipiente inox.

A acidez do leite é expressa em °D (graus dornic), e para o tratamento sol foi de 16°D e para o tratamento sombra 18°D. De acordo com a normativa vigente, estabelece para fabricação de doce de leite acidez igual a 13°D; de modo que esta foi corrigida mediante a utilização do bicarbonato de sódio.

Após a homogeneização dos ingredientes, a mistura foi mantida em agitação constante sob aquecimento utilizando vasilhame inox aberto, até o término do processo, com a determinação do teor de sólidos totais (SST) de 75° Brix.

Em seguida foram acondicionados em recipientes de vidro com tampa, previamente homogeneizados e sanitizados, seguido de resfriamento a temperatura ambiente.

Rendimento do doce de leite

O rendimento de fabricação do doce de leite foi determinado utilizando a fórmula a seguir, descrita por Magalhães et al., (2010):

$$R = \frac{(SM \times SD)}{100}$$

Em que: R = rendimento (%), SM = massa do leite e todos os ingredientes (g) e SD = peso do doce de leite (g).

Análise Físico-Química do Doce de Leite

A acidez titulável (% de ácido láctico) e pH foram analisados conforme método 981.12 da AOAC, (2016). A acidez titulável foi realizada por titulometria com solução de hidróxido de sódio 0,1N até a primeira tonalidade rosa intenso.

A umidade das amostras foi determinada através do método de estufa conforme método oficial nº 925.10 da AOAC International (2016). Na pesquisa, as amostras de doce de leite permaneceram em estufa em temperatura controlada a 105°C durante 24 horas, os valores foram expressos em g por 100g.

As cinzas do doce de leite foram determinadas por meio da carbonização total da matéria orgânica em forno mufla (Quimis®) a 550°C até obtenção de cinzas brancas-acinzentadas (aproximadamente 6 horas), ocorrendo então a calcinação de todos os minerais, conforme método oficial nº 930.05 da AOAC International (2016).

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram aferidos após 24 horas, por meio da leitura direta em refratômetro portátil, adicionando uma gota da amostra em temperatura ambiente sobre o leitor. Os resultados foram expressos por °Brix.

Para análise da proteína, quantificou-se o nitrogênio total através do método micro-Kjeldahl, conforme descrito pela AOAC (2016); os valores foram multiplicados pelo fator de correção 6,38.

Para determinar a gordura do doce de leite, utilizou-se o método Bligh & Dyer (1959), os dados foram expressos em g por 100 g.

Avaliação dos Parâmetros de Cor do Doce de Leite

Os parâmetros de cor das amostras de doce de leite foram determinados por meio do colorímetro (ColorFlex), emitindo valores expressos em L*, a* e b*, de acordo com Paucar–Menacho et al. (2008), a seguir, os resultados submetidos a modelo matemático a fim de designar os valores de Chroma e Hue, segundo Konica Minolta Sensing, (2007).

A matriz Chroma e Hue foram calculadas de acordo com a equação proposta em Konica Minolta Sensing, (2007) e Silva et al., (2010):

$$C = [\text{raiz}(a^2 + b^2)]$$

$$H = [\text{atan}\left(\frac{b}{a}\right) \times \left(\frac{180}{\pi}\right)]$$

Em que: o L* indica a luminosidade (L* = 0 – preto e L* = 100 – branco) e a* e b* são responsáveis pela cromaticidade (+a* vermelho e -a* verde; +b* amarelo e -b* azul) (VIEIRA et al., 2018).

Microscopia eletrônica de varredura do Doce de Leite

As amostras de doce de leite foram colocadas em bandeja de aço inoxidável do liofilizador (modelo Enterprise II, da Terroni Equipamentos Científicos), anteriormente foram congeladas em ultrafreezer por 24 horas, posteriormente, colocadas no liofilizador à temperatura de -43°C na câmara de condensação e em vácuo em pressão mínima de $0259\ \mu\text{Hg}$ durante 48 horas. Logo após o processo de desidratação, as amostras foram moídas com uso de almofariz de porcelana a fim de obter maior homogeneidade do produto. Para a análise da microscopia eletrônica de varredura (MEV), o doce de leite foi liofilizado, sendo 50 mL de doce por tratamento.

A seguir foram armazenadas em tubos eppendorf para análise da microscopia eletrônica de varredura.

A análise de MEV foi realizada no Laboratório de Microscopia de Alta Resolução da Universidade Federal de Goiás, através do microscópio eletrônico de varredura eletrônica (JSM-6610 / Jeol[®], equipado com EDS ThermoScientific NSS Spectrallmaging). As amostras de doce de leite foram previamente desengorduradas por extração em Soxhlet, método n^o 1.122 (IUPAC, 1979), alocadas em papel filtro, permitindo o princípio de funcionamento da MEV, por emissão de feixes de elétrons com voltagens de aceleração de 5 kV por filamento de tungstênio. As micrografias foram realizadas com aumentos de 100x, 300x e 2.000x.

Espectrofotometria do Doce de Leite

As espectrofotometrias foram feitas no Laboratório de Química Analítica do IF Goiano, Campus Rio Verde, no doce de leite em ambos os tratamentos, no açúcar, no bicarbonato de sódio e no leite utilizado nas formulações. Foram analisadas utilizando espectrofotômetro (modelo PerkinElmer Frontier, Espectrofotômetro FT-IR, NR, USA) acoplado ao acessório de Reflectância Total Atenuada (FT-IR/ATR) (modelo Platinum, Bruker, Alemanha) 32 scans e resolução espectral de $2\ \text{cm}^{-1}$. As bandas típicas foram registradas na faixa de 4000 a $600\ \text{cm}^{-1}$.

Análise Sensorial do Doce de Leite

As avaliações sensoriais foram realizadas por provadores não treinados de uma entidade privada no município de Rio Verde, Goiás. Os atributos foram levantados baseados na análise descritiva quantitativa da “Checagem de Tudo o que Necessário”

(CATA Check-All-That-apply) (Figura 1). Inicialmente, cada julgador recebeu as amostras em copos de 50 mL codificados com três números aleatórios, avaliando cada amostra de acordo com os parâmetros apresentados nas fichas avaliativas. A avaliação foi realizada conforme o proposto por Gaze et al., (2015).

O objetivo da análise sensorial foi realizar um levantamento de características observadas como mostra na Figura 1. O avaliador foi orientado a provar as duas amostras sendo uma de doce de leite produzido do leite de vacas mantidas no sol (Tratamento 1) e a outra de doce de leite fabricado com o leite de vacas sob sombreamento (Tratamento 2), as amostras foram codificadas com três números aleatórios disponibilizado na parte inferior de copos com capacidade máxima de 50 mL. Os provadores tinham livre arbítrio de assinalar livremente as diferenças e semelhanças entre os produtos, não sabendo a que tratamento pertencia a amostra.

Para avaliar as características sensoriais, com seis propriedades, cor, aparência, textura, aroma e sabor foram entregues para 88 consumidores, uma ficha hedônica de sete pontos caracterizada de gostei muito a desgostei muito (1= gostei muito, 2= gostei moderadamente, 3= gostei ligeiramente, 4= nem gostei / nem desgostei, 5= desgostei ligeiramente, 6= desgostei moderadamente e 7= desgostei muito. Os julgadores foram orientados a avaliar livremente as amostras conforme a escala apresentada.

Também foi explorado a atitude dos provadores referente a possível intenção de compra em uma escala de cinco pontos (1 = certamente compraria, 2 = certamente não compraria, 3 = provavelmente compraria, 4 = provavelmente não compraria, 5 = talvez sim / talvez não).

Análise sensorial de Doce de Leite			
Nome:		Amostra:	Idade:
Atributos	Diferenças		
Cor	<input type="checkbox"/> Amarela	<input type="checkbox"/> Caramelo	<input type="checkbox"/> Marrom
Aparência	<input type="checkbox"/> Presença de partículas	<input type="checkbox"/> Ausência de partículas	<input type="checkbox"/> Mole
	<input type="checkbox"/> Firme	<input type="checkbox"/> Brilhosa	<input type="checkbox"/> Opaca
Textura	<input type="checkbox"/> Aderido à superfície	<input type="checkbox"/> Muito viscoso	<input type="checkbox"/> Pouco viscoso
	<input type="checkbox"/> Firme	<input type="checkbox"/> Macia	<input type="checkbox"/> Ausência de

			partículas
	<input type="checkbox"/> Presença de partículas	<input type="checkbox"/> Muita viscosidade	<input type="checkbox"/> Presença de soro
Aroma	<input type="checkbox"/> Açúcar queimado	<input type="checkbox"/> Caramelo feito de açúcar	<input type="checkbox"/> Amargo
	<input type="checkbox"/> Sem amargor	-	-
Sabor	<input type="checkbox"/> Ácido	<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> Salgado
	<input type="checkbox"/> Sabor de gordura	<input type="checkbox"/> Caramelo calda de açúcar	<input type="checkbox"/> Com residual
	<input type="checkbox"/> Sem residual	<input type="checkbox"/> Leite cru	<input type="checkbox"/> Picante
	<input type="checkbox"/> Rançoso	-	-
Escala de Aceitação	<input type="checkbox"/> Gostei muito	<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente
	<input type="checkbox"/> Nem gostei / nem desgostei	<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
	<input type="checkbox"/> Desgostei muito	-	-
Intenção de compra	<input type="checkbox"/> Certamente compraria	<input type="checkbox"/> Certamente não compraria	<input type="checkbox"/> Provavelmente compraria
	<input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria	<input type="checkbox"/> Talvez sim / Talvez não	-

FIGURA 1 - Ficha da análise sensorial para levantamento de atributos para o doce de leite.

Análise estatística

Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso (DIC) para os tratamentos sol e sombra, três repetições e duplicata de análises. Assim, empregou-se o software SISVAR[®] (FERREIRA, 2011) para avaliar os resultados e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi avaliada a correspondência a fim de conseguir a representação bidimensional das amostras e a associação entre as amostras e termos. Esta análise foi processada mediante a tabela de frequência envolvendo as amostras em linhas e os termos do questionário CATA em colunas.

Para analisar se teve inconformidade na percepção das propriedades mais faladas

pelos julgadores entre o doce de leite dos tratamentos sol e sombra, analisando também o sexo dos provadores foi realizado o teste estatístico Q de *Cochran*, para os dados frequência dos parâmetros avaliativos da lista CATA, com base nos resultados assimétricos das amostras por atributo (VARELA & ARES, 2014) ao nível de 5% de significância. Para realizar análise através do teste Q de *Cochran* foi utilizado o pacote *Outliers* do programa R (*R Version* 3.0.2). Em seguida, foi feita a análise de correspondência operando o pacote *MVar.pt*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios de gordura, proteína, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado, contagem de células somáticas, contagem bacteriana total, ureia e caseína de vacas mantidas no sol e na sombra.

TABELA 1 - Média e erro padrão da gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%), contagem de células somáticas (CS x 1000 mL⁻¹), contagem bacteriana total (UFC por mL), concentração de ureia (mg dL⁻¹) e caseína (%) do leite de vacas Girolando mantidas no sol e na sombra.

Variáveis	Tratamentos	
	Sol	Sombra
Gordura	2,80 ± 0,03 b	3,23 ± 0,04 a
Proteína	2,89 ± 0,01 a	2,92 ± 0,01 a
Lactose	4,37 ± 0,05 a	4,29 ± 0,05 b
EST	11,08 ± 0,08 b	13,03 ± 0,01 a
ESD	8,20 ± 0,08 b	8,83 ± 0,05 a
CCS	638.000 ± 2,51 b	962.666 ± 29,0 a
CBT	6.000 ± 1,0 b	8.333 ± 2,03 a
Ureia	4,83 ± 0,32 b	5,20 ± 0,14 a
Caseína	2,25 ± 0,06 b	2,84 ± 0,06 a

*Valores menores que 0,05 indicam significância entre os tratamentos. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

A gordura, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS), contagem bacteriana total (CBT), ureia e caseína diferiram entre os tratamentos. No entanto, os valores de proteína foram semelhantes.

O teor de gordura foi maior no tratamento sombra. Um estudo desenvolvido por Dias (2017) acerca dos efeitos do sombreamento sobre a produção e qualidade do leite de vacas Girolando identificou que este comportamento ocorre em função da alteração dos

ácidos graxos voláteis (AGV's) no rúmen. A menor concentração de ácido propiônico reflete na quantidade de proteínas do leite e menor percentual de ácido acético resulta na diminuição de gordura do leite.

A concentração de lactose foi maior no tratamento sol. A lactose é um dos componentes mais estáveis do leite, com concentração perto de 5% (BRITO et al., 2007). Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. (2005), Silva (2007) e Stelzer et al. (2009) e comprovam que a lactose é realmente o componente do leite que apresenta a menor variação com a alimentação.

A contagem de células somáticas entre os tratamentos recebeu destaque para as vacas manejadas na sombra, com maior índice. De acordo com Rangel et al. (2009), CCS alta influência no aumento dos teores de gordura, lactose e ESD. A CCS foi diferente entre os tratamentos (Tabela 1), constatando maiores teores de CCS das vacas mantidas na sombra.

Barbosa et al. (2004), observaram maior percentual de gordura e proteína no leite das vacas sob sombreamento, além de verificarem maiores teores de CCS dos animais mantidos na sombra, quando comparado aos animais sob o sol, uma vez que as vacas aglomeravam sob a sombra, promovendo aumento da carga patogênica ambiental.

Foi observado redução da porcentagem de caseínas no leite. Alberton et al. (2012), relataram que a diminuição das caseínas no leite é reflexo de temperaturas elevadas sobretudo em climas mais quentes.

O leite de animais mantidos no sol e na sombra atendeu aos padrões de qualidade do leite exigidos pela legislação brasileira, com exceção do extrato seco desengordurado do tratamento sol, com teor de 8,20% e os teores de CCS em ambos os tratamentos com valores superiores, respectivamente.

A Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, referente a qualidade do leite cru refrigerado, determina a composição físico-química, estabelece valores mínimos de gordura de 3,0%, proteína de 2,9%, extrato seco desengordurado de 8,4% e CCS máximo de 500 mil CS mL⁻¹ de leite (BRASIL, 2018).

A Tabela 2 apresenta os dados referentes aos valores médios e erro padrão da umidade, gordura, proteína, cinzas, sólidos solúveis totais, pH, acidez e parâmetros instrumentais de cor (L*, a*, b*, Chroma e Hue) dos doces de leite.

TABELA 2 - Valores médios e erro padrão da umidade, gordura, proteína, cinzas, sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável e parâmetros instrumentais de cor (L*, a*, b*,

Chroma e Hue) de doces de leite pastosos obtidos do leite de vacas mantidas no sol e na sombra.

Parâmetros	Tratamentos	
	Sol	Sombra
Umidade (%)	9,03 ± 0,72 a	8,37 ± 0,58 a
Gordura (%)	7,22 ± 0,2 0a	7,40 ± 0,23 a
Proteína (%)	8,30 ± 0,06 a	8,57 ± 0,09 a
Cinzas (%)	1,75 ± 0,03 b	1,87 ± 0,02 a
SST (°Brix)	74,50 ± 0,60 a	72,58 ± 0,80 a
pH	6,32 ± 0,03 b	6,50 ± 0,02 a
Acidez	3,00 ± 0,06 a	2,98 ± 0,05 a
L*	65,40 ± 0,11 b	67,93 ± 0,16 a
a*	4,62 ± 0,05 b	3,96 ± 0,05 a
b*	28,61 ± 0,12 a	28,22 ± 0,07 b
Chroma	29,00 ± 0,13 a	28,45 ± 0,10 b
Hue	81,00 ± 0,06 b	82,01 ± 0,09 a

*Valores menores que 0,05 indicam significância entre os tratamentos. Letras diferentes na linha diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os resultados da umidade, gordura, sólidos solúveis totais e acidez não diferiram entre os tratamentos (sol e sombra). Proteína, cinzas e pH diferiram.

De acordo com Pita (2012), a umidade é um indicador importante, pois determina a quantidade de água presente no alimento e irá afetar a validade do produto. Quanto menor o teor de umidade do produto, mais difícil será a dissolução do açúcar seguido da aparição de cristais.

De acordo com a Portaria nº 354 de 04 de setembro de 1997 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 1997), o doce de leite para ser comercializado deve ter valor máximo de 30 g por 100g de umidade. Os teores de umidade deste estudo foram de 9,03 g por 100g para o tratamento sol e 8,37 g por 100g para o tratamento sombra.

Oliveira et al. (2010) relataram variação nos resultados de umidade de 15,57 a 39,03 g por 100g nas amostras de doce de leite tradicional. Conforme Santos et al. (1977) os doces de leite com baixa umidade apresentam arenosidade na textura.

A gordura não apresentou efeito significativo entre os tratamentos, sendo 7,22 % para o tratamento sol e 7,40% para o tratamento sombra. A concentração de gordura é importante na avaliação do controle de qualidade, uma vez que pode afetar o rendimento e textura dos doces de leite. Desse modo, é recomendado utilizar leites padronizados no processamento do doce de leite, com o objetivo de obter produtos em conformidade com a normativa. Martins et al. (2015) avaliando o período de armazenamento de doce de leite,

observaram variação de 7,1 a 7,9 g por 100g de gordura, sendo esses resultados próximos ao encontrado neste trabalho.

As proteínas estão relacionadas com a concentração de sólidos solúveis totais, observou-se no tratamento sombra maior concentração de proteínas, quando comparado com o tratamento sol, 8,57 g por 100g e 8,30g por 100g, respectivamente. A legislação preconiza valor mínimo de 5 g por 100g, assim, todos os doces estavam em conformidade com os resultados esperados.

Segundo Detman et al. (2012), a análise de cinzas representa o valor dos resíduos inorgânicos encontrados após a queima da matéria orgânica da amostra, composto basicamente por minerais. As cinzas deste estudo foram de 1,87 g por 100g para o tratamento sol e 1,75 g por 100g para o tratamento sombra, e está de acordo com a Portaria nº 354 de 4 de setembro de 1997.

O percentual de sólidos solúveis no momento do ponto foi de 75 °Brix em ambos os tratamentos. Logo, após 24 horas de produção houve variação de 74,50 °Brix para o doce referente ao tratamento sol e 72,58 °Brix para o doce do tratamento sombra. Essa alteração é elucidada pela continuação do processo de evaporação no decorrer do resfriamento do doce de leite. Assim, o teor de sólidos solúveis no momento do ponto sempre será maior quando comparado após 24 horas de produção (OLIVEIRA et al., 2016).

Milagres et al. (2010) ao avaliarem o doce de leite tradicional e o doce de leite sem adição de sacarose, observaram que o doce de leite sem sacarose teve menor aceitação na análise sensorial, em contrapartida o doce de leite tradicional com sacarose apresentou boa aceitação, apontando que a concentração de açúcar é fundamental no desenvolvimento da caramelização e na reação de Maillard.

Carvalho et al. (2017) afirmaram que a coloração do doce de leite é influenciada pela reação de Maillard, e esta é determinada de acordo com o tempo de cocção e a temperatura do doce de leite. Doces de leite com tonalidades mais claras tendem a apresentar teor de sólidos solúveis mais baixos, de modo que doces de leite mais escuros, geralmente apresentam maior teor de sólidos solúveis totais.

Com relação aos aspectos colorimétricos, houve diferença entre os tratamentos para a variável L^* , e, os valores foram de 65,40 no doce de leite do tratamento sol e 67,93 no doce de leite do tratamento sombra. De acordo com Andrade et al. (2007) a coordenada L^* corresponde a luminosidade e está relacionada com a capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando em uma escala de 0 a 100. Quanto maior o valor de L^* , mais

claro será o produto.

Por outro lado, a coordenada a* diferenciou entre os tratamentos ($p < 0,05$). Dessa maneira, os resultados foram 3,96 no doce com leite do tratamento sombra e 4,62 no doce de leite do tratamento sol.

Os parâmetros obtidos para a coordenada b* foram 28,61 para o doce de leite do tratamento sol e 28,22 para o doce de leite do tratamento sombra, observou-se que o componente b* reduziu à medida que o teor de gordura do leite foi menor.

Chroma é influenciado pela quantidade de umidade e a intensidade em refletir a luz branca. Quanto menor a reflexão, maior será a formação da cor. Embora a variável não mostrou diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, percebeu-se que, à medida que os teores de gordura foram menores, a cor também se mostrou menos intensa.

Em relação a variável Hue, os valores observados foram 80,87 para os doces de leite do tratamento sol e 82,01 para os doces de leite do tratamento sombra.

Através do Figura 2 podem ser identificados as 33 características observadas pelos julgadores.

Variáveis	Atributos	Tratamento		P-value
		Sol	Sombra	
Cor	Amarela	49	51	0,7316
	Caramelo	56	54	0,7316
	Marrom	0	0	-
Aparência	Presença de partículas	7	9	0,5637
	Ausência de partículas	7	7	1,00
	Mole	21	21	1,00
	Firme	67	67	1,00
	Brilhosa	54	54	1,00
	Aderido à superfície	25	25	1,00
Textura	Aderido à superfície	17	17	1,00
	Muito viscoso	42	42	1,00
	Pouco viscoso	12	12	1,00
	Presença de soro	0	0	-
	Macia	83	85	0,4795
	Firme	17	16	0,8526
	Ausência de partículas	-	-	-
	Presença de partículas	64	66	0,7236
	Firme	29	25	0,4927
	Muita viscosidade	42	40	0,7576
Aroma	Açúcar queimado	0	0	-
	Caramelo feito de açúcar	32	28	0,4927
	Amargo	-	-	-
	Sem amargor	66	66	1,00

Sabor	Ácido	-	-	-
	Doce	88	88	-
	Salgado	3	5	0,4795
	Sabor de gordura	-	-	-
	Caramelo calda de açúcar	39	37	-
	Com resíduo	-	-	-
	Sem resíduo	31	29	0,7630
	Leite cru	-	-	-
	Picante	-	-	-
	Rançoso	-	-	-
Escala de aceitação	Gostei muito	71	61	0,0863
	Gostei moderadamente	12	22	0,0587
	Gostei ligeiramente	2	4	0,4142
	Nem gostei nem desgostei	1	1	1,00
	Desgostei ligeiramente	-	-	-
	Desgostei moderadamente	1	-	0,3173
	Desgostei muito	-	-	-
Intenção de compra	Certamente compraria	65	54	-
	Certamente não compraria	1	1	1,00
	Provavelmente compraria	16	26	0,0678
	Provavelmente não compraria	-	-	-
	Talvez sim / Talvez não	6	7	0,7815

FIGURA 2 - Análise sensorial das amostras de doce de leite dos tratamentos sol e sombra. Para p-value maior que o nível de significância = 0,10 indica que não há diferença significativa.

Os resultados deste estudo denotaram grande aceitação do produto em todas as características avaliadas, a grande maioria assinalou a opção gostei muito para ambos os doces de leite. Dentre todas as variáveis avaliadas, não houve diferença significativa na avaliação dos provadores para os tratamentos sol e sombra, ou seja, todas as variáveis foram semelhantes entre si. Observou-se que nenhum dos parâmetros avaliados foi apontado como desgostei muito ou desgostei ligeiramente. Conforme os resultados da análise sensorial, os doces de leite tiveram grande aceitabilidade.

Para complementar a avaliação sensorial, fora feito também o teste a fim de verificar a intenção de compra dos provadores. Este levantamento foi proposto pelos mesmos participantes da análise sensorial. Observou-se que 65% dos assessores afirmaram que certamente comprariam o doce de leite do tratamento sol e 54% comprariam o doce de leite do tratamento sombra, e apenas 1% apontou que não comprariam os doces de leite dos tratamentos analisados neste estudo.

A partir dos estudos espectrais realizados, foram obtidos os números de ondas e

absorbância das moléculas estruturais dos reagentes puros bem como para os produtos do doce de leite.

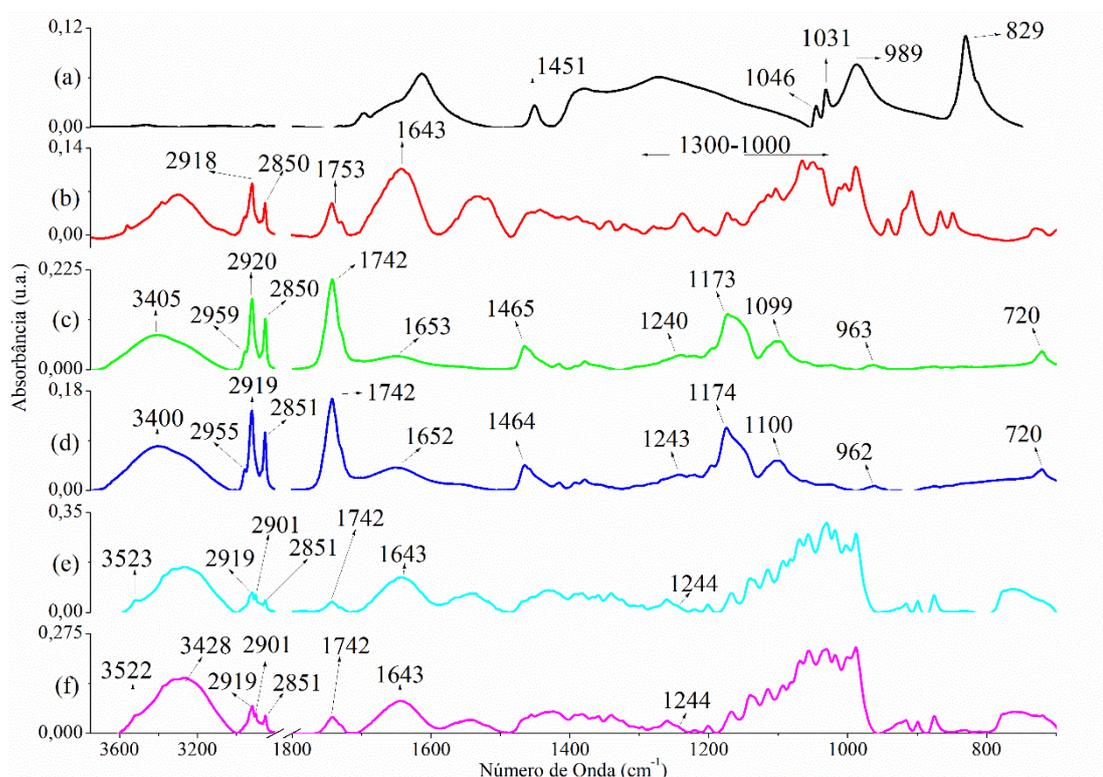


FIGURA 3 - Espectroscopia infravermelha do doce de leite, açúcar (a) (linha preta); bicarbonato de sódio (b) (linha vermelha); leite sombra (c) (linha verde); leite sol (d) (linha azul); doce de leite sol (e) (linha azul claro); doce de leite sombra (f) (linha violeta).

Com base em Lopes; Fascio, (2004) observa-se que na Figura 3, o açúcar (a) desaparece ou desloca o produto doce de leite sol (e) e doce de leite sombra (f), como as ligações representadas pelo estiramento ν no número de onda 1031 cm^{-1} $\nu(\text{C-O})$ aril-aquil éter e 1046 cm^{-1} $\nu(\text{C-O})$ ligação iônica do álcool, deformação assimétrica do CH_3 das ligações do alcano 1451 cm^{-1} .

A Figura 3-b (bicarbonato de sódio) mostra comprimentos de onda 1753 e 1643 , ambos os comprimentos significam as ligações $\nu(\text{C=O})$ do bicarbonato de sódio. Isso pode ser comprovado pelos comprimentos 2918 e 2850 $\nu(\text{O-H})$ os quais representam as ligações do ácido carboxílico do bicarbonato de sódio bem como o intervalo de ligação de $1300 - 100\text{ cm}^{-1}$ $\nu(\text{C-O})$ os quais representam as formas estáveis das ligações dos ésteres ionizados com o sódio.

Analisando as Figuras 3 c-d (leite sombra e leite sol), com base em (Barbosa, 2007; Lei et al., 2010; Lopes et. al, 2004) observa-se que os picos 3405 cm^{-1} e 3400 cm^{-1}

são referente as ligações ν (O-H) simétrico do ácido carboxílico da gordura do leite respectivamente, já os picos 2959 cm^{-1} e 2955 cm^{-1} representados na Figura 3-c-d (leite sombra e leite sol) equivalem ao estiramento assimétrico da gordura do leite das ligações CH_2 (METILENO).

Os números de ondas 2920 cm^{-1} e 2850 cm^{-1} da Figura 3-c (leite sombra) e 2919 e 2851 da Figura 3-d (leite sol) representam as ligações simétricas ν (CH_2). Os números de ondas 1742 cm^{-1} representam ν (C=O) (carbonila) da gordura e os picos 1653 cm^{-1} e 1652 cm^{-1} representam as ligações de ν (C=O) da amida I da gordura do leite.

Já os comprimentos de onda da Figura 3-c-d (leite sombra e leite sol) 1465 cm^{-1} e 1464 cm^{-1} bem como os comprimentos 3523 cm^{-1} das Figuras 3-e-f (doce de leite sol e doce de leite sombra) representam as ligações deformadas no plano δ (N-H) das amidas secundárias, o aparecimento visual nas Figuras 3-e-f (doce de leite sol e doce de leite sombra) desses números podem representar a reação dos reagentes puros com o leite mudando a configuração espacial e geométrica dos compostos.

Os picos 1240 cm^{-1} e 1243 cm^{-1} significam o estiramento da amida terciária do leite ν (C-N). O comprimento de onda 1173 cm^{-1} e 1174 cm^{-1} Figura 3-c-d (leite sol e leite sombra) representam ν (C-O) da gordura, enquanto as demais ligações 1099 cm^{-1} e 1100 cm^{-1} , 963 cm^{-1} e 962 cm^{-1} e 720 cm^{-1} nas Figura 3-c-d (leite sol e leite sombra) representam: as ligações de carboidratos (ν (C-O); ν (C-C); ν (C-O-O)); os anéis de vibração dos carboidratos deformados angularmente; as ligações de óleo $(\text{CH}_2)_n$, respectivamente.

Comparando os doces de leite representados pela Figura 3-e-f (doce de leite sol e doce de leite sombra) observa-se que os números de ondas foram deslocados no intervalo de bandas de 3750 cm^{-1} a 700 cm^{-1} bem como alterado sua intensidade, isso significa que houve reação entre os compostos (JUNIOR et al., 2016, 2019).

Uma análise típica para detectar quantitativamente qual foi a melhor condição de leite para a produção de doce de leite, trata-se de comparar a área sob alguns picos que determinam realmente o composto de leite puro com aqueles com frequência análoga nos espectros FT-IR/ATR do produto formado (AIGNER et al., 2012; JUNIOR et al., 2016, 2019; VALENTINI et al., 2015). Com tal propósito, inicialmente, assumiu-se que os grupos do leite sol e sombra puro que vibraram na faixa de 1742 cm^{-1} representaram a gordura do leite na formação do doce de leite (Figura 3).

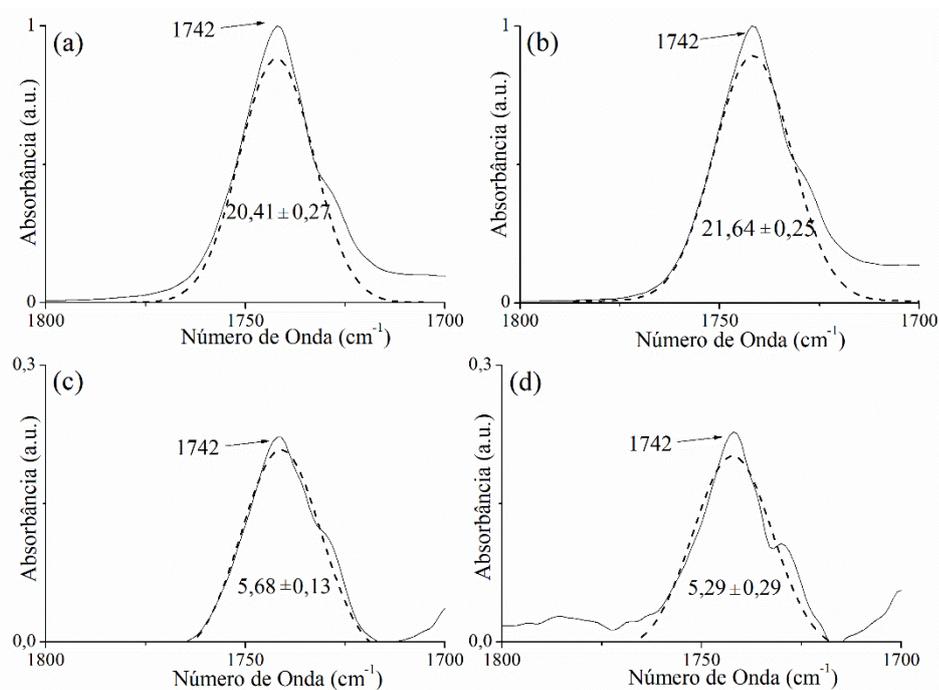


FIGURA 4 - Espectroscopia infravermelha do leite puro na sombra (a), leite puro no sol (b), doce de leite na sombra (c), doce de leite no sol (d). Linhas sólidas: medições experimentais; linhas tracejadas: calculadas com a função gaussiana. O coeficiente de correlação quadrado (R^2) foi de 0,99 em todas as funções gaussianas.

As áreas da banda de absorção desse grupo, em todas as amostras examinadas, foram computadas e apresentadas na Figura 4. Isso foi feito ajustando os parâmetros da função Gaussiana nos resultados de absorbância (linhas sólidas na Figura 4) e integração das curvas Gaussianas (linhas tracejadas na Figura 4).

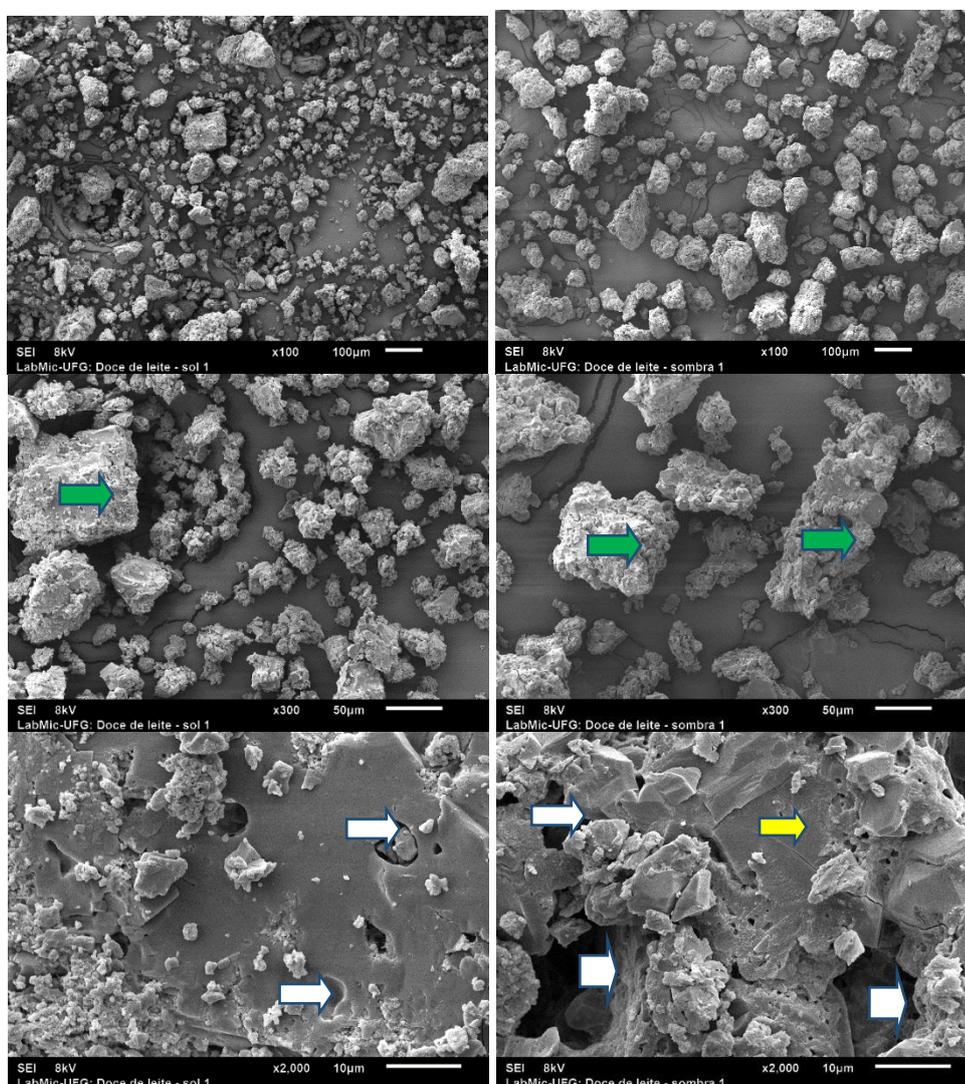
As diferenças entre as áreas sob as curvas suportam a ideia de que o leite coletado na sombra obteve maior acúmulo de gordura (Figura 4-a). No entanto, as diferenças foram quase as mesmas para a amostragem do leite, sol e sombra ou seja, a área nas Figuras 4-c (doce de leite sombra) a 4-d (doce de leite sol) eram quase idênticas, então parece que tal fator realmente desempenhou papel desprezível na condição térmica analisada da coleta de leite.

As diferenças residuais entre as áreas sob as curvas nas Figuras 4 são atribuídas a desvios pela representação imprecisa das bandas de absorção com as funções gaussianas sintonizadas.

Ao aproximar a imagem 100 x, 300 x e 2.000 x, o doce de leite dos animais mantidos ao sol apresentou grânulos menores quando comparado aos animais mantidos à sombra (Figura 5).

A estrutura varia consideravelmente de espécie para espécie. No leite de vaca,

observa-se a estrutura esponjosa (KASINSKA & JAWORSKA, 1991). As diferentes estruturas nas micelas (distribuição de caseínas e tamanho das micelas) determinam diferenças acentuadas nas propriedades reológicas dos coágulos e, conseqüentemente, influenciam a utilização digestiva dos nutrientes do leite (POTOCNIK et al., 2011).



Setas brancas indica gordura que foi retirada, seta amarela indica cristalização do açúcar, seta verde indica aglomerado de proteínas.

FIGURA 5 - Microscopia eletrônica de varredura em aproximação de 100x, 300x e 2.000x do doce de leite de vacas Girolando do Tratamento sol (à esquerda) e do Tratamento sombra (à direita).

CONCLUSÃO

Os doces de leite apresentaram baixa umidade entre os tratamentos. Em algumas amostras do tratamento sol apresentaram processo de cristalização em andamento, e para os doces de leite da sombra apresentaram maciez, luminosidade e brilho intenso.

Em relação a análise sensorial, ambos tiveram grande aceitação entre os julgadores e todas as variáveis avaliadas foram semelhantes entre si.

Com base na análise de espectroscopia infravermelha do leite entre os tratamentos, o leite da sombra resultou em maior acúmulo de gordura, justificando os valores observados nos doces de leite do tratamento sol e sombra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTON, J.; ALBERTON, L. R.; PACHALY, J. R.; OTUTUMI, L. K.; ZAMPIERI, T. M.; AGOSTINIS, R. O. Estudo da qualidade do leite de amostras obtidas de tanques de resfriamento em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**. v. 15, n. 1, p. 5-12, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 16. ed. Washington, DC, 2016. v. 2, 1094 p.

AIGNER, Z. et al. DSC, X-ray and FTIR studies of a gemfibrozil/dimethyl- β -cyclodextrin inclusion complex produced by co-grinding. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 57, p. 62–67, 2012.

BLIGH, E.G. and DYER, W.J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** 37:911-917, 1959.

BARBOSA, L. C. A. Espectroscopia no Infravermelho: na caracterização de compostos orgânicos. **UFV: Minas Gerais**, p. 189, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 76. Aprovar os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Brasília, DF: 26 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos

analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União** de 14/12/2006, Seção 1, Página 8.

BRITO, M.A.; BRITO, J.R.; ARCUCI, E.; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G. Composição do leite. 2007.

CALDERÓN, F.; DURIO, B. C.; PRADEL, T. P.; MARTIN, B.; GRAULET, B.; DOREAU, M.; P. NOZIÈRE, P. Variações em carotenóides, vitaminas A e E e cor no plasma e leite de vaca após uma mudança da dieta do feno para dietas contendo níveis crescentes de carotenóides e vitamina E. **Journal of Dairy Science**. França, v.90, n.12, 2007.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; MENDONÇA, S.S.; SOUZA, D.P.; TEIXEIRA, M.P. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.64, n.6, p.2437-2445, 2005.

COLLIER, R. J. et al. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 1, p. 12-19, 2019.

CARVALHO, B. S.; SILVA, M. A. P.; SOUZA, D. G.; MOURA, L. C.; VIEIRA, N. F.; PLÁCIDO, G. R.; CALIARI, M. Perfil sensorial e físico-químico do doce de leite com pequi (*caryocar brasiliense* camb). **Revista Global Science and Technology**. Rio verde, v.10, n.1, p.128-135, 2017.

DALTRO, A. M., Bettencourt, A. F., Ximenes, C. A. K., Dos Santos, D., & Dos Santos P, A. P. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, 288-311, 2020.

DEMIATE, I. M; KONKEL, F. E.; PEDROSO, R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso-composição química. **Food Science and**

Technology, v. 21, p. 108-114, 2001.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES, F. S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVÊDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DIAS, M.B.C. Efeitos do sombreamento sobre as respostas fisiológicas e sanguíneas, produção e qualidade do leite de vacas Girolando. 2017.

FAGNANI, R.; VANERLI, B.; BATTAGLINI, A. P. Acid-base balance of dairy cows and its relationship with alcoholic stability and mineral composition of milk. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 34(5):398-402, 2014.

FAGAN, E. P.; JOBIM, C. C.; CALIXTO JR, M.; SILVA, M. S.; SANTOS, G. T. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. v. 32, n. 3, p. 309-316, 2010.

FERREIRA, V.L.P.; HOUGH, G.; YOTSUYANAGI, K. Cor de doce de leite pastoso. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 134-143, 1989.

FERREIRA, D F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCISQUINI, J. A.; OLIVEIRA, L. N.; PEREIRA, J. P. F.; STEPHANI, R.; PERRONE, Í. T.; SILVA, P.H.F. Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físicoquímicos e análise de textura em doce de leite. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n.5, p. 589-596, 2016.

GAZE, L. V.; OLIVEIRA, B. R.; CONTE J. C. A.; FREITAS, M. Q.; FERRAO, L. L.; GRANATO, D.; CAVALCANTI, R. N.; CRUZ, A. G. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. **Journal of dairy science**, v: 98, Issue: 3, Page: 1443-54. 2015.

GUIMARÃES, I. C. O.; LEÃO, M. H. M. R.; PIMENTA, C. J.; FERREIRA, L. O.; FERREIRA, E. B. Development and description of light functional *dulce de leite* with coffee. **Revista Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v.36, n.2, p.195-203, 2012.

JUNIOR, O. V. et al. Formation of inclusion compounds of (+)Catechin with β -Cyclodextrin in different complexation media: spectral, thermal and antioxidant properties. **The Journal of Supercritical Fluids**, 2016.

JUNIOR, O. V. et al. Complexation and physicochemical analysis of hydrophobic molecules of methyl jasmonate with Hydroxypropyl- β – Cyclodextrin. **Acta Scientiarum Technology**, v. v. 41, p. 1–9, 2019.

KNUPP, R. D. M., REIS, C. S.; ANDREAZZI, M. A., EMANUELLI, I. P.; GONÇALVES, J. E., & OLIVEIRA, M. L. C. D. Estudo sobre o emprego de protocolos de indução de lactação na composição do leite e no perfil bioquímico das vacas, 2019.

KONICA MINOLTA SENSING. Precise color communication: color control from perception to instrumentation. Konica Minolta Sensing Incorporated, 2007.

LEI, Y. et al. Analysis of crystallized lactose in milk powder by Fourier-transform infrared spectroscopy combined with two-dimensional correlation infrared spectroscopy. **Journal of Molecular Structure**, v. 974, n. 1–3, p. 88–93, 2010.

LOPES, W. A.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 670–673, 2004.

MAGNAVITA, A. P. A. Avaliação das características físico-química e da presença de resíduos de antimicrobianos em leite pasteurizado da região Sul e Sudoeste da Bahia. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 354, de 04 de setembro de 1997. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de doce de leite**. DOU: 1997, Seção 1, 19685.

MARAI, I. F. M.; HAEEB, A. A. M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress - a review. *Livestock Science*, v. 127, n.2, p.89-109, 2010.

MARTINS, A. G. L. A.; MIRANDA, D. S. A.; PEREIRA, F. O.; PINHEIRO, R. M. M.; MORAES, C. P. M.; FERRAZ, F. S. Estabilidade microbiológica e nutricional de doce de leite pastoso durante o armazenamento em condições ambientais. *Revista AGROTEC*, v. 36, n. 1, p. 161-166, 2015.

MARTINS, J. F. P.; LOPES, C.N. Doce de leite: aspectos da tecnologia de fabricação. São Paulo: ITAL, 37p. **Instruções Técnicas**, n.18 . 1980.

MILAGRES, M. P., DIAS, G., MAGALHÃES, M. A., SILVA, M. O., & RAMOS, A. M. Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. **Revista Ceres**, v. 57, p. 439-445. 2010.

NAKAMURA, A. Y.; ALBERTON, L. R.; OTUTUMI, L. K.; DONADEL, D.; TURCI, R. C.; AGOSTINIS, R. O.; CAETANO, I. C. S. Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 15, n. 2, p. 103-108, 2012.

NASCIMENTO, S. T. et al. Influência da temperatura ambiente no verão na produção de leite de vacas holandesas. **Pubvet**, v. 11, n. 3, p. 217-223, 2017.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 3ª ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p. (Volume 1, **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**).

OLIVEIRA, A. C. P., PINTO, S. M., DE CARVALHO, A. F., SCHUCK, P., PERRONE, Í. T., & ABREU, L. R. Parâmetros industriais da produção de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 3, p.179-185, 2016.

OLIVEIRA, R. M. E.; OLIVEIRA, A. R. C.; RIBEIRO, L. P.; PEREIRA, R.; PINTO, S. M.; ABREU, L. Caracterização química de doces de leite comercializados a granel em

- Lavras/MG. **Revista Instituto Laticínio “Cândido Tostes”**, n.377, p. 65:5-8, 2010.
- OLIVEIRA, A. C. P., PINTO, S. M., DE CARVALHO, A. F., SCHUCK, P., PERRONE, Í. T., & ABREU, L. R. Parâmetros industriais da produção de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 3, p. 179-185, 2016.
- PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETTO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, out. - dez. 2008.
- PORCIONATTO, M. A. F.; FERNANDEZ, A. M.; SARAN NETTO, A.; SANTOS, M. V. Influência do estresse calórico na qualidade e na produao de leite. **Revista Academica de Ciências Agrárias e Ambientais**. v.7, n.4, p. 483-490, 2009.
- PAIVA SOARES, K. M., DE SOUZA, J. L. M., DE GOIS, V. A., & AROUCHA, E. M. M. Fatores que interferem na qualidade do doce de leite pastoso: Revisão de literatura. **PUBVET**, 4, Art-744.2010.
- PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; NEVES, B. S. **Doce de leite Aspectos Tecnológicos**. Juiz de Fora, 186 p. 2011.
- PERRONE, I. T.; RENHE, I. R. T.; PEREIRA, J. P. F.; COLOMBO, M. COELHO, J. S.; MAGALHÃES, F. A. R. Influência de diferentes espessantes nas características sensoriais do doce de leite para confeitaria. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v.66, n.379, p.45-50, 2011.
- PITA, J. S. L. Caracterizaao físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo. Dissertaao (Mestrado em Engenharia de Processos de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Tapetinga, 2012.
- RANGEL A. H. N.; GUEDES P. L. C.; ALBUQUERQUE R. P. F.; NOVAIS L. P.; LIMA JÚNIOR D. M. Desempenho produtivo leiteiro de vacas guzera. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, p. 36-39, 2009.

SANTOS, D. M.; MARTINS, J. P. F.; SANTOS, N. C. V. Arenosidade e outros problemas do doce de leite. **Boletim do ITAL**, Campinas, v.52, p.61-80, 1977.

SANTOS, D. B., DE OLIVEIRA, I. V., DA CRUZ, W. P., DA SILVA, B. P. D. L., DA S. J. N., CARVALHO, F. I. M., & SILVA, P. A. Processamento e caracterização de doces de leite saborizados obtidos de vacas oriundas do Sudeste do Estado do Pará. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 3, p. 2094-2114, 2020.

SILVA, C.V. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras sob pastejo em função de níveis de concentrado e proteína bruta na dieta. 2007, 32f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

STELZER, F.S.; LANA, R.P.; CAMPOS, J.M.S.; MANCIO, A.B.; PEREIRA, J.C.; LIMA, J.G. Desempenho de vacas leiteiras recebendo concentrado em diferentes níveis, associado ou não a própolis. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.7, p.1381-1389, 2009.

TAMIME, A.Y. Dairy powders and concentrated products. Chennai, John Wiley & Sons. 408p, 2009.

VALENTINI, S. R. et al. Insulin complexation with hydroxypropyl-beta-cyclodextrin: Spectroscopic evaluation of molecular inclusion and use of the complex in gel for healing of pressure ulcers. **International journal of pharmaceutics**, v. 490, n. 1–2, p. 229–239, 2015.

VIEIRA, A. F., ROCHA, A. P. T., SANTOS, D., MORAIS, H., ALMEIDA, R. D., & SILVA, S. Aceitabilidade e caracterização física e físico-química de doce tipo doce de leite produzido com extrato hidrossolúvel de soja. **Revista Principia**, n. 42, 120-127, 2018.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle: a review. *Journal of Dairy Sciences*. V.86, n.2, p. 131-2144, 2003.

CAPÍTULO II

EFEITO DO TIPO DE SOMBREAMENTO DE VACAS GIROLANDO SOB A QUALIDADE DE IOGURTES

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência do sombreamento na produção e qualidade do iogurte de oito vacas que foram submetidas a dois tratamentos sendo tratamento sol e tratamento sombra. As amostras de leite foram armazenadas em frascos de 40 mL contendo Bronopol[®] e transportadas sob refrigeração para avaliar a composição físico-química do leite. Para a fabricação do iogurte, utilizou-se o leite *in natura* em temperatura ambiente. Para a análise sensorial, as amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios informado pelos provadores nas fichas. Os resultados foram comparados ao teste de Q *Cochran* ($p < 0,05$) e para análise físico-química dada pela ANOVA comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A composição do leite não foi alterada entre os tratamentos. Os iogurtes da sombra tiveram a maior firmeza quando comparado com os iogurtes do sol. A firmeza do iogurte está relacionada com a textura e ambos são atributos importantes na aceitação do produto pelo consumidor. Observou-se diferença no percentual de umidade, gordura, pH e cor entre os tratamentos que foi refletida na avaliação sensorial. Os iogurtes em ambos os tratamentos apresentaram valores similares para acidez, cinzas e proteína, e estes estão em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente, sendo consequentemente, o mais aceito na escala de aceitação. Os iogurtes da sombra precisaram de maior tensão para escoar, assim, apresentando mais consistentes e de maior viscosidade em relação aos iogurtes do sol.

Palavras-Chave: Sombreamento, iogurte, análise reológica, sensorial.

EFFECT OF SHADOWING ON QUALITY OF YOGURTS FROM GIROLANDO COWS MILK

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of shading on the production and quality of yogurt in eight cows that were submitted to two treatments: sun and shade treatment. Milk samples were stored in 40 mL bottles containing Bronopol® and transported under refrigeration to evaluate the milk physicochemical composition. For the manufacture of yogurt, fresh milk was used at room temperature. For the sensory analysis, the samples were coded with three random digits informed by the tasters on the forms. The results were compared by the Q Cochran test ($p < 0.05$) and the physicochemical analysis by ANOVA using the Tukey test at 5% significance. Milk composition did not change between treatments. The yoghurts in the shade had the highest firmness, when compared to the yoghurts in the sun. Yogurt firmness is related to texture, and both are important attributes in consumer acceptance of the product. There was a difference in the percentage of moisture, fat, pH and color between treatments, which was reflected in the sensory evaluation. The yoghurts in both treatments showed similar values for acidity, ash, and protein, and these are in accordance with the quality standards established by the current legislation, being consequently the most accepted in the acceptance scale. The yoghurts in shade needed a greater tension to flow, thus presenting themselves more consistent and with greater viscosity in relation to the yoghurts in the sun.

Keywords: Shading, yogurt, rheological analysis, sensory.

INTRODUÇÃO

Vários métodos têm sido utilizados para diminuir o estresse térmico, como sombreamento natural e artificial, ventilação, resfriamento do ar, pulverização de água sobre os animais seguida de ventilação e condicionamento do ar (DALTRO et al., 2020). Entretanto, ao escolher o método a ser empregado, deve-se observar a relação custo-benefício e seleção de animais adequados para cada região (SILVA et al., 2012).

O sombreamento é primordial, visto que quanto maior o conforto dos animais maior será a produção de leite (PIRES, 2008; CAMPOS, 2008). O sombreamento reduz até 30% ou mais da radiação solar, em relação ao animal ao ar livre (BAÊTA, 1997). Já as vacas que têm acesso à sombra apresentam aumento perto de 10% na produção de leite em relação às expostas ao sol (COLLIER et al., 2019).

Entre os constituintes químicos do leite, o que apresenta maior variação durante o período de lactação das vacas é a gordura, que é influenciada pela sazonalidade, manejo nutricional e fatores genéticos. Vacas alimentadas com dieta composta por maior concentração de volumoso são susceptíveis a apresentar leite com maior percentual de gordura (REIS et al., 2013).

O iogurte é um derivado lácteo produzido mundialmente, não somente pela textura e sabor característicos, mas, também por trazer benefícios à saúde (MACORI & COTTER, 2018). O desenvolvimento do iogurte compreende o processo de gelificação ácida, que é induzida pela fermentação da lactose em ácido lático pelas bactérias lácticas (LI et al., 2021).

Cheng et al. (2002) estudando as propriedades de iogurte feito de leite desnatado concentrado reconstituído produzido em diferentes épocas do ano na Austrália relataram variações sazonais na firmeza do iogurte, viscosidade e sinérese.

Li et al. (2020) investigaram as variações sazonais nas propriedades de gelificação do ácido do leite, induzidas por glucono- δ -lactona (aditivo alimentar utilizado para acidificar ou fermentar), descobriram que os géis ácidos feitos de leite no final da estação tiveram pH mais baixo, maior período para formação do gel e menor viscosidade. No entanto, Lucey et al. (1998) sugeriram que a gelificação ácida induzida por glucono- δ -lactona deve ser validada quando o iogurte for feito utilizando a fermentação bacteriana pelas diferenças nas taxas de acidificação e na formação dos géis.

Dessa forma, objetivou-se analisar o efeito do sombreamento de vacas em

lactação sob a produção e características físico-químicas e sensoriais do iogurte integral.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação do Instituto Federal Goiano para aprovação e condução da pesquisa.

Foram utilizadas oito vacas Girolando, divididas em dois grupos de quatro animais alimentadas com pastagem de *Brachiaria brizantha* e suplementadas com ração e sal mineral. O primeiro grupo permaneceu em piquete sem sombreamento, completamente exposto ao sol (Tratamento 1), e o segundo grupo em piquete com sombra, formado por sombrite com provisão de 80% de sombra (8,0 m² por animal) e sombreamento natural composto por árvores (Tratamento 2). Os piquetes possuíam cocho de alimentação e água.

O leite foi obtido por meio de ordenha mecânica das vacas durante o período da manhã, em que o manejo fora feito nas fêmeas que estavam na primeira lactação, seguido dos animais mais velhos. No início da ordenha foi realizada a higiene dos tetos das vacas com água corrente, seguido da aplicação do pré-dipping e ao término o pós-dipping.

Para as coletas do leite, utilizou-se galão de polipropileno de capacidade de 30 litros, higienizado com água e sabão neutro, sanitizado juntamente com água clorada a 200 ppm por submersão seguido de enxágue abundante em água corrente.

Logo após a coleta, o leite foi encaminhado para o Laboratório de Produtos de Origem Animal do IF Goiano, Campus Rio Verde, para o processamento. Para a fabricação dos iogurtes foram utilizados 12 litros de leite, sendo dois litros em triplicata, totalizando seis litros para cada tratamento.

Realizou-se o levantamento e comparação dos atributos sensoriais dos iogurtes produzidos com leite obtidos de vacas mantidas no sol e na sombra a fim de simular os efeitos climáticos sobre a produção e qualidade dos iogurtes em diferentes épocas do ano, bem como, a influência dos resultados na composição físico-química, parâmetros instrumentais de cor e análise reológica.

Avaliação Físico-Química do Leite

As amostras de leite foram coletadas de forma asséptica em frascos plásticos de aproximadamente 40 mL contendo conservante Bronopol[®] para análise da composição

química, ureia e CCS e outro frasco contendo conservante Azidiol[®] para análise da CBT para avaliar a composição química (proteína, caseína, ureia, gordura, lactose e extrato seco total (EST)), que foram determinados através do princípio analítico que se baseia na absorção diferencial de ondas infravermelhas pelos componentes do leite, utilizando o equipamento Milkoscan 4000 (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark). As amostras foram previamente aquecidas em banho-maria à temperatura de 40°C por 15 minutos para dissolução da gordura. Os resultados foram expressos em porcentagem (IDF, 2000).

Para determinar a acidez titulável do leite foram titulados 10 mL de leite, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L usando como indicador a fenolftaleína 1% (três gotas) como indicador, conforme método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2005).

Os teores de ureia e caseína foram determinados através da absorção diferencial de ondas infravermelhas, transformadas por Fourier - FTIR, utilizando o equipamento Lactoscope (Delta Instruments) e os resultados foram expressos em mg por dL e porcentagem (%), respectivamente (IDF, 2000).

A CCS foi analisada de acordo com o princípio analítico que se baseia na citometria de fluxo, realizada através do equipamento Fossomatic 5000 Basic (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark). Antes da análise, as amostras de leite foram previamente aquecidas em banho-maria à temperatura de 40°C por 15 minutos para dissolução da gordura. Os resultados foram expressos em CS por mL (IDF, 2006). A CBT foi realizada por meio do equipamento Bactoscan FCO e os resultados expressos em UFC por mL (IDF, 2004).

Processamento dos Iogurtes

Para processamento dos iogurtes foram utilizados nove litros de leite por tratamento, sendo três litros por repetição, submetidos ao tratamento térmico à temperatura de 90°C por três minutos, seguido de resfriamento imediato a temperatura de 42°C. Neste momento, inoculou-se na proporção de 0,1% a cultura láctea (fermento lácteo Bio Rich[®], composto por duas culturas *starter* de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subs. *thermophilus*.). As amostras de iogurte foram acondicionadas em potes de vidro esterilizados, sanitizados, identificados e cobertos com papel filme e levadas a estufa em temperatura de 42°C para que ocorresse a fermentação.

Durante a incubação do iogurte o pH e acidez expressa em ácido láctico foram monitorados a cada 15 minutos (triplicata), em porções destinadas somente para estas

análises, para avaliação do tempo de fermentação, até as amostras atingirem aproximadamente valor de pH de 4,8 e percentual de ácido láctico de 0,7%. O tempo zero foi estabelecido a partir de seis horas de incubação. As medições de pH foram feitas utilizando potenciômetro digital de bancada em intervalos de 30 minutos cada.

Após a fermentação, foi feito um resfriamento a temperatura de 20°C e, promoveu-se a quebra do coágulo por agitação manual durante 30 segundos. Em seguida, os iogurtes foram resfriados à temperatura de 7°C para a redução da atividade metabólica da cultura.

Avaliação Físico-Química do Iogurte

O pH foi avaliado com potenciômetro digital de bancada. Para a leitura, o eletrodo foi introduzido na amostra sem tocar o fundo e nem as laterais do recipiente contendo o iogurte. A acidez titulável (% ácido láctico), foi determinada de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), com a titulação de 10 mL na pipeta e introduziu-se para Erlenmeyer, foram adicionados 25 mL de água destilada, e foi colocado o eletrodo do pHmetro, mantido sob agitação e foi feita a titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol por L e fenolftaleína (3 gotas) como indicador. O volume de NaOH foi utilizado no cálculo do teor de acidez em ácido láctico (m/v) das amostras de iogurte.

A matéria seca foi determinada pelo aquecimento da amostra em estufa a 105°C durante 24 horas, conforme o descrito no método oficial AOAC International (2016). Após, foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada na balança analítica.

A determinação das cinzas foi através da carbonização total da matéria orgânica em forno mufla a 550°C até obtenção de cinzas brancas, aproximadamente seis horas, ou até estas apresentarem cor clara, conforme descrito no método oficial nº 923.03 da AOAC International, (2016).

Avaliou-se o nitrogênio total através do método micro-Kjeldahl, descrito na metodologia nº 960.52 da AOAC International (2016). O nitrogênio total foi convertido em proteína bruta, utilizando o fator de correção 6,38, para derivados lácteos. Os equipamentos utilizados foram o bloco digestor (SL – 25/40) e o destilador de nitrogênio (Tecnal, TE-0363).

O teor de lipídeos foi determinado através do método Gerber de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005).

Parâmetros Instrumentais de Cor dos Iogurtes

Os parâmetros de cor das amostras foram determinados por meio do colorímetro (ColorFlex, EZ), emitindo valores expressos em L^* , a^* e b^* . Os resultados foram expressos em L^* , a^* e b^* , e os valores de L^* indicam o grau de luminosidade ($L^* = 0$, preto; $L^* = 100$; branco). Os resultados de a^* expressam o grau de variação entre o vermelho e o verde ($+a^* =$ vermelho; $-a^* =$ verde), a variável b^* o grau de variação entre o azul e o amarelo do ($-b^* =$ azul; $+b^* =$ amarelo). Já o valor de Chroma indica a cromaticidade (resultados altos indicam maior desvio a partir do ponto cinza). O valor Hue determina ao ângulo variação de 0 a 360°, sendo que 0 está relacionado com vermelho, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul, de acordo com Paucar-Menacho et al. (2008), em seguida os resultados submetidos ao modelo matemático a fim de se obter os valores de Chroma e Hue segundo Konica Minolta Sensing, (2007).

A matriz Chroma e Hue foram calculadas segundo a equação definido descrita por Konica Minolta Sensing (2007) e Silva et al., (2010).

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2] ; H^\circ = \arctan \arctan \left(\frac{b}{a} \right)$$

Em que: a^* e b^* : Coordenadas de cromaticidade no espaço de cor $L^*a^*b^*$

Análise Reológica dos Iogurtes

Os parâmetros reológicos foram obtidos em temperatura mínima de 7°C e máxima de 9°C através do viscosímetro rotacional (QUIMIS[®], modelo Q860M21), de acordo com Terhaag et al., (2013). O aumento da tensão da ação do processo de cisalhamento (consiste em um tipo de tensão mecânica gerada pela aplicação, num mesmo objeto, de forças em sentidos contrários, mas com a mesma direção, promovendo deformação no produto) foi adquirido por meio do aumento da rotação, a partir da alteração constante da velocidade angular do cilindro (spindle 1). Foram aplicadas rotações entre 1 rpm a 60 rpm, utilizando três rampas contínuas (ascendente, descendente e ascendente). As amostras (500 mL) foram analisadas em triplicata, todas foram homogeneizadas antes de iniciar a leitura.

O comportamento dos líquidos é representado mediante modelos reológicos, relacionados à tensão do cisalhamento a taxa de cisalhamento do fluido (DLIVEIRA et

al., 2008). O modelo é considerado adequado, quando este descreve melhor os dados experimentais, na literatura são encontrados diversos modelos reológicos, e sua escolha é determinada de acordo com as particularidades apresentadas no fluido (SILVA, 2014).

Os resultados foram analisados pelo software Statistica versão 7.1 (Microsoft, Tulsa, Dklahoma, Estados Unidos) e em seguida submetidos para os modelos de Newton, Dstwald-de Waele, Herschel Bulkley e Bingham para selecionar o melhor modelo em função do coeficiente de determinação (R^2), o erro médio relativo (P) e o erro quadrático médio (RGME). O modelo que apresentou melhores resultados foi o modelo Herschel Bulkley, mostrando maior coeficiente de determinação e menor erro:

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n$$

Em que: τ - tensão de cisalhamento (Pa); τ_0 - tensão de cisalhamento inicial; K - índice de consistência (Pa sⁿ); $\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s⁻¹); n - índice de comportamento ao escoamento (adimensional).

Análise Sensorial dos Iogurtes

Para avaliar as características sensoriais, cor, aparência, textura, aroma e sabor foram utilizados 88 assessores, com ficha hedônica de sete pontos caracterizada de gostei muito a desgostei muito (1 = gostei muito, 2 = gostei moderadamente, 3 = gostei ligeiramente, 4 = nem gostei / nem desgostei, 5 = desgostei ligeiramente, 6 = desgostei moderadamente e 7 = desgostei muito (FNDE, 2006). A amostra foi apresentada aos julgadores e foi requerido que as avaliassem conforme a escala apresentada.

Também foi explorado a atitude dos provadores referente a possível intenção de compra em escala de cinco pontos (1= certamente compraria, 2= certamente não compraria, 3= provavelmente compraria, 4= provavelmente não compraria, 5= talvez sim / talvez não).

Avaliação de Iogurte				
Nome:		Amostra:	Sexo:	Idade:
Cor	<input type="checkbox"/> Branca	<input type="checkbox"/> Creme	<input type="checkbox"/> Amarela	
Aparência	<input type="checkbox"/> Presença de soro	<input type="checkbox"/> Ausência de partículas	<input type="checkbox"/> Presença de partículas	<input type="checkbox"/> Brilhosa
	<input type="checkbox"/> Opaca	<input type="checkbox"/> Firme	<input type="checkbox"/> Mole	<input type="checkbox"/> Muito viscoso
	<input type="checkbox"/> Pouco viscoso	-	-	-
Aroma	<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> Ácido	<input type="checkbox"/> Leite aquecido	<input type="checkbox"/> Leite fermentado

	<input type="checkbox"/> Ranço	<input type="checkbox"/> Curral	-	-
Textura	<input type="checkbox"/> Cremoso	<input type="checkbox"/> Pouco cremoso	<input type="checkbox"/> Presença de partículas	<input type="checkbox"/> Ausência de partículas
	<input type="checkbox"/> Pouca viscosidade	<input type="checkbox"/> Muita viscosidade	-	-
Sabor	<input type="checkbox"/> Ácido	<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> Salgado	<input type="checkbox"/> Gordura
	<input type="checkbox"/> Leite cru	<input type="checkbox"/> Picante	<input type="checkbox"/> Rançoso	

FIGURA 1 - Ficha do teste sensorial para levantamento de atributos para o iogurte.

FONTE: Arquivo Pessoal.

A análise de correspondência foi realizada a fim de representar a dimensão das amostras e a correlação entre as amostras e os parâmetros estabelecidos. Este teste fora realizado sobre a planilha de frequência apresentando as amostras dadas em linha e os termos do questionário CATA apresentados em colunas.

A análise sensorial de CATA empregada nesta pesquisa em que cada julgador obteve as amostras em copos de 50 mL codificados em três números aleatórios cada, avaliando cada amostra de acordo com os parâmetros apresentados nas fichas avaliativas. Os parâmetros foram avaliados conforme Gaze et al., (2015).

Foi utilizado público formado por assessores voluntários não treinados de um estabelecimento privado na cidade de Rio Verde, GO, constituído por pessoas de ambos os sexos. O teste foi realizado em dois dias, sendo o primeiro dia das 9 horas às 12 horas e das 18 horas às 21 horas, e no segundo dia das 10 horas às 12 horas.

O objetivo da análise sensorial foi realizar levantamento de características observadas como mostra na Figura 1 destinada para cada provador. O assessor foi orientado a provar as duas amostras sendo uma de doce de leite produzido do leite de vacas mantidas no sol (Tratamento 1) e a outra de doce de leite fabricado com o leite de vacas sob sombreamento (Tratamento 2), as amostras estavam codificadas com três números aleatórios disponibilizado na parte inferior de copos com capacidade máxima de 50 mL. Os provadores tinham livre arbítrio de assinalar livremente as diferenças e semelhanças entre os produtos, não sabendo a qual tratamento pertencia a amostra.

O teste de aceitação foi realizado no meio da pandemia do Covid-19 em estabelecimento privado seguindo toda norma de restrição de acordo com a vigilância epidemiológica.

Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados submetidos à

análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

Foram realizadas a avaliação de correspondência a fim de conseguir a representação bidimensional das amostras e a associação entre as amostras e termos. Esta análise foi processada mediante a tabela de frequência envolvendo as amostras em linhas e os termos do questionário CATA em colunas.

Para analisar se teve inconformidade na percepção das propriedades mais reportadas pelos julgadores entre o iogurte dos tratamentos sol e sombra, analisando também o sexo dos provadores foi realizado o teste estatístico Q de *Cochran*, para os dados frequência dos parâmetros avaliativos da lista CATA, com base nos resultados assimétricos das amostras por atributo (VARELA & ARES, 2014) ao nível de 5% de significância. Para realizar análise através do teste Q de *Cochran* foi utilizado o pacote *Outiliers* do programa R (R *Version* 3.0.2). Em seguida foi feita a análise de correspondência operando o pacote *MVar.pt*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios da composição química do leite, para os tratamentos sol e sombra.

TABELA 1 - Média e erro padrão de gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%), contagem de células somáticas (CS x 1000 mL⁻¹), concentração de ureia (mg dL⁻¹) e caseína (%) do leite de vacas Girolando mantidas no sol e na sombra.

Variáveis	Tratamentos	
	Sol	Sombra
Gordura	2,80 ± 0,03 b	3,23 ± 0,04 a
Proteína	2,89 ± 0,01 a	2,92 ± 0,01 a
Lactose	4,37 ± 0,05 a	4,29 ± 0,05 b
EST	11,08 ± 0,08 b	13,03 ± 0,01 a
ESD	8,20 ± 0,08 b	8,83 ± 0,05 a
CCS	638.000 ± 2,51 b	962.666 ± 29,0 a
CBT	6.000 ± 1,0 b	8.333 ± 2,03 a
Ureia	4,83 ± 0,32 b	5,20 ± 0,14 a
Caseína	2,25 ± 0,06 b	2,84 ± 0,06 a

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Como os animais se encontravam em estresse térmico por calor, houve impacto

no percentual proteico e na gordura do leite, uma vez que as vacas mantidas no sol apresentaram menores resultados em relação às que estavam sob sombreamento. Vacas sob estresse térmico, reduzem a ingestão de alimentos, e aumenta o consumo de água (NAKAMURA et al., 2012). Esse comportamento ocorre conforme altera a proporção dos ácidos graxos voláteis (AGV's) no rúmen. Quando o percentual de ácido propiônico estiver menor refletirá na quantidade de proteínas no leite e, menor quantidade de ácido acético reflete na diminuição da concentração de gordura do leite (DIAS, 2017).

Nascimento et al. (2017) avaliaram a correlação negativa entre a temperatura do ar e produção do leite, e verificaram que à medida que a temperatura do ar aumenta diminui a produção de leite.

Davison et al. (2016) estudaram a produção e a composição do leite de vacas holandesas criadas a pasto em regiões subtropicais, durante o verão, sob diferentes tratamentos de exposição solar direta, notaram aumento na produção diária de leite e no rendimento dos componentes gordura, proteína e lactose.

Foi observado redução de caseínas no leite. Alberton et al. (2012) relataram que a diminuição das caseínas no leite é resultado do aumento de temperaturas, principalmente em climas mais quentes.

Segundo Rangel et al. (2009) a CCS alta resulta no aumento dos teores de gordura, lactose e ESD. A CCS foi diferente entre os tratamentos (Tabela 1), resultando em maiores CCS das vacas mantidas sob sombreamento.

Barbosa et al. (2004), verificaram percentual de gordura e proteína maior no leite das vacas sob sombreamento além de identificarem maiores CCS nos animais mantidos na sombra em relação aos animais sem sombreamento, uma vez que as vacas permaneciam na sombra, ocasionando aumento de patógenos no ambiente.

A Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, determina os valores mínimos de gordura de 3,0%, proteína de 2,9%, extrato seco desengordurado de 8,4% e CCS máximo de 500 mil CS mL⁻¹ de leite (BRASIL, 2018).

A Tabela 2 apresenta os dados referentes aos valores médios e erro padrão da umidade, gordura, proteína, cinzas, sólidos solúveis totais, pH, acidez e parâmetros instrumentais de cor (L*, a*, b*, Chroma e Hue) dos iogurtes.

Os resultados obtidos na caracterização dos iogurtes são observados na Tabela 2.

TABELA 2 - Matéria seca, cinzas, gordura, proteína, pH, acidez titulável e parâmetros instrumentais de cor (L*, a*, b*, Chroma e Hue) dos iogurtes de leite de vacas Girolando

mantidas no sol e na sombra.

Variáveis	Tratamentos	
	Sol	Sombra
Matéria seca (%)	11,30±0,05b	12,65±0,35 ^a
Cinzas (%)	0,80±0,006a	0,81±0,006 ^a
Gordura (%)	2,80±0,045b	3,23±0,040 ^a
Proteína (%)	2,9±0,012a	2,89±0,012 ^a
Ph	4,22±0,02b	4,40±0,007 ^a
Acidez (% de ácido láctico)	0,55±0,001a	0,55±0,001 ^a
L*	94,20±0,015b	94,55±0,007 ^a
a*	-1,93±0,017b	-1,80±0,005 ^a
b*	14,30±0,05b	14,94±0,007 ^a
Chroma	14,44±0,04b	15,05±0,008 ^a
Hue	-81,44±0,62a	-83,12±0,02b

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os resultados das cinzas, proteína e acidez não diferiram entre os tratamentos (sol e sombra), matéria seca, gordura, pH e parâmetros instrumentais de cor diferiram.

A composição do iogurte é semelhante ao do leite, apesar de haver algumas discrepâncias em função do processo de fermentação das bactérias lácticas sobre a lactose (RIBEIRO et al., 2007).

Os teores de matéria seca dos iogurtes foram 11,30 % para o tratamento sol e 12,65 % para o tratamento sombra. Estes valores comparados entre si se mostraram significativos entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Entretanto, os valores foram muito semelhantes aos encontrados por Rensis et al. (2008) que obtiveram 0,93 % de cinzas em iogurtes desnatados. Segundo Queiroz (2014) os minerais encontrados em maior quantidade em produtos lácteos, como o iogurte, são o cálcio, magnésio, fósforo e potássio.

A Instrução Normativa nº 46 de 2007, padroniza os iogurtes de acordo com o teor de gordura, cuja classificação poderá ser: com creme aqueles cuja base láctea tenha conteúdo de matéria gorda mínima de 6,0%, integrais aqueles cuja base láctea tenha conteúdo de matéria gorda mínima de 3,0%, parcialmente desnatados, aqueles cuja base láctea tenha conteúdo de matéria gorda máxima de 2,9% e desnatados aqueles cuja base láctea tenha conteúdo de matéria gorda máxima de 0,5%. Assim, os iogurtes produzidos neste estudo foram classificados como integrais, 2,8g por 100g e 3,83g por 100g respectivamente.

Os valores médios de proteínas para o iogurte integral foram 2,9 g por 100g para o tratamento sol e 2,89 g por 100g para o tratamento sombra, estes valores não foram

significativos quando comparados entre si ($p=0,05$). Estes resultados estão abaixo dos reportados por Cunha et al. (2005), que obtiveram teores de proteínas em iogurte com leite *in natura* de 4,65%.

A proteína do leite afeta e controla a textura do iogurte natural (KARAM et al., 2013). Assim, à medida que a proporção de proteína para sólidos totais aumenta, conseqüentemente, a firmeza do iogurte também aumenta (DAMIN et al., 2009).

A legislação vigente para leite fermentado no país padroniza pH ideal entre 3,6 e 4,5 (BRASIL, 2007), assim, todos os iogurtes deste estudo estão em conformidade com a legislação brasileira. Os valores de pH obtidos neste estudo foram 4,22 para os iogurtes do tratamento sol e 4,40 para os iogurtes do tratamento sombra.

A acidez titulável dos iogurtes se encontra dentro do limite de 0,6% a 1,5% estabelecido por BRASIL (2007) para leites fermentados. Esta variável é muito importante, pois, quanto menor for a acidez, mais palatável será para o consumidor.

Santos et al. (2016) observaram valores de acidez para os iogurtes *in natura* liofilizado e reidratado 0,95 e 1,15g ácido láctico por 100 g.

Com relação aos aspectos colorimétricos determinados por L^* , a^* , b^* , a coordenada L^* simboliza a luminosidade, a^* e b^* refletem as coordenadas de cromaticidade verde (-) / vermelho (+) e azul (-) / amarelo (+), respectivamente (SANTOS et al., 2011). Houve diferença entre os tratamentos para a variável L^* e os valores encontrados foram de 94,20 para o iogurte do tratamento sol e 94,55 para o iogurte do tratamento sombra.

De acordo com Andrade et al. (2007) a coordenada L^* se refere à luminosidade e corresponde a habilidade do objeto em refletir ou transmitir luz, oscilando em escala de 0 a 100. Quanto maior o resultado de L^* , mais claro será o produto.

No entanto, a coordenada a^* e b^* se distinguiram entre os tratamentos ($p<0,05$). Assim, os valores foram -1,93 para os iogurtes do tratamento sol e -1,80 para os iogurtes do tratamento sombra para a variável a^* e b^* , 14,30 e 14,94, respectivamente. Dessa forma, as amostras tenderam para o verde e amarelo representados por a (-) e b (+).

Os valores de vermelho e amarelo foram avaliados utilizando o Chroma a (+) e b (+), e este expressa a intensidade da cor (SILVA et al., 2010). Quanto maior o valor de Chroma, maior será a formação de pigmentos cromogênicos.

Entretanto, Chroma é motivado pelo teor de umidade e a intensidade em refletir a luz branca. Quanto menor a reflexão maior será a formação da cor. Assim, observou-se que a variável mostrou diferença significativa entre os tratamentos, 14,44 para o tratamento sol e 15,05 para os iogurtes do tratamento sombra. Já a variável Hue, os

valores observados também diferiram: -81,44 para os iogurtes do tratamento sol e -83,12 para o tratamento sombra.

Os resultados do ajuste dos dados experimentais ao modelo Herschel Bulkley indicaram maiores valores de R^2 (coeficiente de determinação) para todas as amostras avaliadas, além de baixos valores de X^2 , assim, foi possível descrever o comportamento reológico dos iogurtes apresentado na Tabela 3.

TABELA 3 – Avaliação do comportamento reológico dos iogurtes do sol e da sombra utilizando o modelo Herschel Bulkley.

Parâmetros	Tratamento	
	Sol	Sombra
T_0 (Pa)	4,12	6,64
K (Pa.s ⁿ)	2,28	1,00
n	0,69	0,94
R^2	1,00	1,00
Erro (P) (%)	1,19	1,05
X^2	0,02	0,03

* O modelo de Herschel Bulkley é o mais apropriado uma vez que apresentou os maiores valores de R^2 e menores valores de Erro (P) e Qui - Quadrado (X^2). T_0 : tensão do cisalhamento (gerada pela ação de uma força paralela ao movimento do fluido); K : índice de consistência (indica o grau da resistência ao escoamento do fluido); n: inclinação da curva, neste caso menor que 1; R^2 : coeficiente de determinação.

Observou-se que a tensão inicial para o iogurte sol correspondeu a $T_0 = 4,12$ enquanto para os iogurtes da sombra foi $T_0 = 6,64$. Logo, os iogurtes do Tratamento 2 precisou de maior tensão para escoar quando comparado ao Tratamento 1, assim, os iogurtes da sombra são mais consistentes e de maior viscosidade em relação aos iogurtes do sol.

O índice de consistência (K) é definido como espessamento relativo, uma vez que, quanto maior o K , maior é a tendência à aceitabilidade do iogurte (PENNA et al., 2001). Para as amostras de iogurte avaliadas, observou-se que diferiram entre si, para os iogurtes do tratamento sol em temperatura de 8,8°C o resultado de K foi de 2,28 e para os iogurtes do tratamento sombra em temperatura de 8,5°C o valor correspondente de K foi 1,00, respectivamente.

Um comportamento diferente foi relatado por Najgebauer-Lejko et al. (2020), na análise das mudanças na viscosidade do gel de iogurte após a adição do chá verde, os autores verificaram comportamento incomum da variação de temperatura sobre os valores do índice de consistência, sendo K , a temperatura de 8°C, assumiu o valor de 2,25, enquanto nas temperaturas de 10°C, 15°C e 20°C, foram obtidos valores superiores a 3,0,

evidenciando o aumento dos valores de K que está relacionado com o aumento da temperatura.

Braga et al. (2021) avaliando os resultados obtidos com iogurte de bacuri utilizando os leites integral, semidesnatado e desnatado obteve valores distintos, isto é, para uma mesma temperatura, houve diferença significativa nos valores de K, entre os iogurtes, e somente nas temperaturas de 5°C, 30°C e 45°C. Ao observarem o comportamento de K nas duas maiores temperaturas analisadas, perceberam que houve redução dos valores do índice de consistência (K) à medida que ocorreu a redução do teor de gordura do iogurte.

Quanto aos valores observados no comportamento (n) dos iogurtes produzidos, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os resultados. Quanto menor o valor do índice de comportamento reológico (n) em relação a 1, maior será o aumento da tensão de cisalhamento à medida que a viscosidade diminuir, caso contrário, quanto maior o valor de n em relação a 1, maior será a viscosidade do líquido (GONÇALVES et al., 2005; TELES & FLÔRES, 2007a).

A relação da viscosidade aparente com a taxa de deformação pode ser observada pelas curvas de viscosidade na Figura 7 (1 e 2):

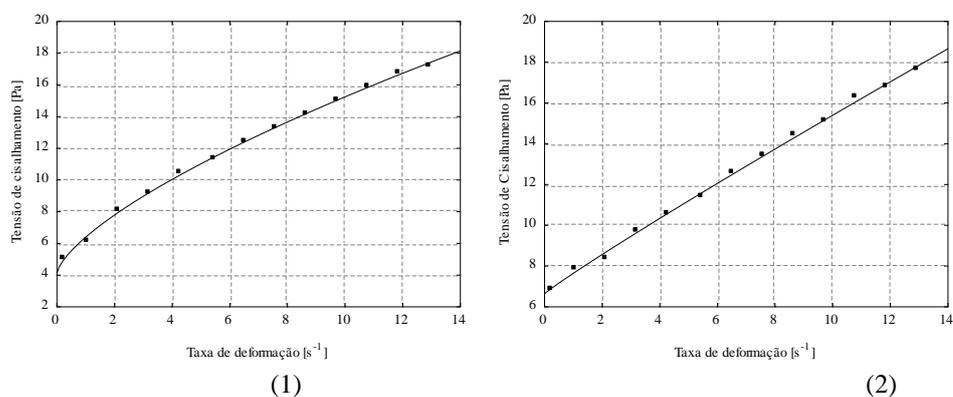


FIGURA 2 - Resultados da análise reológica dos iogurtes sol (1) e sombra (2).

O fluido apresentou comportamento de Herschel-Bulkley. A viscosidade deveria diminuir bruscamente com o aumento da temperatura e logo em seguida permanecer constante, o que não aconteceu perfeitamente a ponto de traçar uma linha com essa característica. Esse comportamento pode ser elucidado conforme o modelo matemático de Herschel-Bulkley, em que a intensidade da força que permite o fluido escoar (T_0)

apresentou comportamento newtoniano (KY^n).

Os resultados do teste *Q de Cochran* estão apresentados a seguir, através da Tabela 5 e podem ser identificados as 44 características observadas pelos provadores que apresentaram diferença significativa entre a variância das amostras para o iogurte, sugerindo a estes quesitos importância para o consumidor na percepção global do produto.

Variáveis	Atributos	Tratamento		P-value
		Sol	Sombra	
Cor	Branca	82	83	0,7388
	Creme	6	5	0,7388
	Amarela	0	0	-
Aparência	Presença de partículas	2	2	1,00
	Ausência de partículas	61	71	0,0678
	Brilhosa	34	22	0,0577
	Opaca	13	4	0,0290
	Firme	22	9	0,0123
	Mole	49	62	0,0526
	Presença de soro	31	49	0,0026
	Ausência de soro	37	29	0,1700
	Muito viscoso	21	32	0,0781
	Pouco viscoso	45	46	0,8814
	Aroma	Doce	13	24
Ácido		39	36	0,6744
Leite aquecido		13	12	0,8414
Leite fermentado		42	54	0,0577
Ranço		1	4	1,8744
Curral		19	25	0,3034
Viscosidade	Cremoso	32	19	0,0279
	Pouco cremoso	33	41	0,2482
	Ausência de partículas	18	22	0,2568
	Presença de partículas	4	6	0,5270
	Pouca viscosidade	41	50	0,1985
	Muita viscosidade	17	28	0,0705
Sabor	Ácido	27	6	9,6350
	Doce	22	36	0,0268
	Salgado	22	25	0,5900
	Gordura	7	6	0,7815
	Leite cru	33	36	0,6473
	Picante	5	10	0,1967
	Rançoso	6	15	-
Escala de aceitação	Gostei muito	12	6	0,1336
	Gostei moderadamente	12	17	0,2971
	Gostei ligeiramente	11	2	0,0066
	Nem gostei / nem desgostei	11	3	0,0325
	Desgostei ligeiramente	13	13	1,00

	Desgostei moderadamente	12	18	0,2008
	Desgostei muito	13	18	0,3173
Intenção de compra	Certamente compraria	19	19	1,00
	Certamente não compraria	7	9	0,6170
	Provavelmente compraria	12	11	0,8185
	Provavelmente não compraria	7	5	0,5270
	Talvez sim / talvez não	25	19	0,3173

Para p-value maior que o nível de significância ($p < 0,10$) indica que não há diferença significativa.

FIGURA 3 - Análise sensorial das amostras de iogurte dos tratamentos sol e sombra.

A Tabela 5 descreve os resultados para os iogurtes produzidos com o leite dos dois tratamentos (sol e sombra), para os quesitos dos parâmetros de cor (branca, creme e amarela), aparência (presença de partículas, ausência de partículas, brilhosa, opaca, firme, mole, presença de soro, ausência de soro, muito viscoso, pouco viscoso), aroma (doce, ácido, leite aquecido, leite fermentado, ranço, aroma de curral), viscosidade (cremoso, pouco cremoso, ausência de partículas, presença de partículas, pouca viscosidade, muita viscosidade), sabor (ácido, doce, salgado, gordura, picante, leite cru, rançoso), escala de aceitação (gostei muito, gostei moderadamente, gostei ligeiramente, nem gostei / nem desgostei, desgostei ligeiramente, desgostei moderadamente, desgostei muito) e intenção de compra (certamente compraria, certamente não compraria, provavelmente compraria, provavelmente não compraria, talvez sim / talvez não).

Dos 44 atributos levantados pelos julgadores, 21 apresentaram diferença significativa pelo teste de Q de *Cochran* ($p < 0,05$) sendo estes: cor (branca e creme), aparência (presença de partículas, ausência de partículas, brilhosa, mole, ausência de soro, muito viscoso, pouco viscoso), aroma (ácido, leite aquecido, leite fermentado, ranço, aroma de curral), viscosidade (pouco cremoso, presença de partículas, pouca viscosidade, muita viscosidade) e sabor (ácido, salgado, gordura, leite cru), nas amostras do iogurte em ambos os Tratamentos. Os demais atributos não diferiram entre si ($p > 0,05$), sendo estes: cor (amarela), aparência (opaca, firme, presença de soro), aroma (doce), viscosidade (cremoso), sabor (ácido, rançoso).

A cor branca foi melhor percebida no iogurte da sombra, em contrapartida, a cor creme foi melhor percebida no iogurte sol pelos julgadores de ambos os sexos.

Em relação a aparência (presença de partículas) foi semelhante entre os tratamentos. Ainda na mesma variável (ausência de partículas) houve maior percepção para o tratamento sombra, brilhosa foi mais perceptível no tratamento sol, mole foi mais perceptível no tratamento sombra; ausência de soro houve mais percepção no tratamento

sol; muito viscoso e pouco viscoso foi mais perceptível no tratamento sombra.

Em relação ao aroma (ácido e leite aquecido) houve maior percepção para o tratamento sol, já para o tratamento sombra houve maior percepção para o leite fermentado, ranço e aroma de curral.

No atributo viscosidade (pouco cremoso, ausência de partículas, presença de partículas, pouca viscosidade e muita viscosidade) foi mais perceptível no tratamento sombra. Entretanto, o tratamento sol sobressaiu prevalecendo a cremosidade.

O sabor ácido e gordura foi melhor percebido pelos provadores que avaliaram o iogurte do tratamento sol. Já os sabores salgado, leite cru e picante foi mais perceptível para os iogurtes do tratamento sombra.

O paladar é definido pela habilidade de identificar o gosto, além da sensibilidade tátil quanto às substâncias químicas que ativam os receptores gustativos enviando sinais para o sistema nervoso (SMITH, 2001). Alguns autores observaram as habilidades gustativas de avaliadores do sexo feminino e constataram que as mulheres apresentam maiores habilidades gustativas e olfativas quando comparadas com os avaliadores do sexo masculino, assim, as mulheres têm o paladar mais apurado que os homens (NORDIN et al., 2007; LANDIS et al., 2009).

CONCLUSÃO

Conclui-se que as vacas estiveram sob efeito do estresse térmico por calor, havendo efeito do sol e da sombra sobre a produção e qualidade do leite, resultando na diminuição dos teores de proteína e gordura do iogurte.

Os iogurtes do tratamento sol se mostraram com maior fluidez em relação aos iogurtes da sombra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. A.; RODRIGUES, M. C. P.; NASSU, R.; SOUZA, N. M. A. Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de coalho. 15º Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 2007; Fortaleza.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists (20th ed.) Gaithersburg: **AOAC International**. 2016.

AULDIST, M. J. B. J.; WALSH, & THOMSON, N. A. Sazonal e influências da lactação na composição do leite bovino na Nova Zelândia. **J. Dairy Res.** 65: 401–411. 1998.

BONG, D. D. & C. I. MORARU. Uso de concentração de caseína micelar tratado para a fabricação de iogurte ao estilo grego: efeitos no processamento e propriedades do produto. **J. Dairy Sci.** 97: 1259–1269. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Brasília (DF): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: MS; 2006.

CHENG, L. J.; CLARKE, P.T & AUGUSTIN, M. A. Variação sazonalção nas propriedades do iogurte. Aust. **J. Dairy Technol.** 57: 187. 2002.

CHO, Y. H.; LUCEY, J. A.; & SINGH, H. Propriedades reológicas de géis de leite ácido como afetado pela natureza do material da superfície do glóbulo de gordura e pelo tratamento térmico do leite. **International Dairy Journal**, 9, 537e545. 1999.

DAMIN, M. R.; ALCANTARA, M. R.; NUNES, A. P. & OLIVEIRA, M.N. Efeitos do leite suplementação com leite em pó desnatado, concentrado de proteína de soro de leite e caseinato de sódio na cinética de acidificação, propriedades reológicas e estrutura de iogurte desnatado agitado. **LWT-Food Science and Technology**, 42, 1744e1750. 2009.

DESAI, N. T. L.; SHEPARD & DRAKE. Propriedades sensoriais e motivadores do gosto por iogurtes gregos. **J. Dairy Sci.** 96: 7454–7466. 2013.

DLIVEIRA, K. H.; SOUZA, J. A. R.; & MONTEIRO, A. R. Caracterização reológica de sorvetes. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, 28 (3), 592-598. 2008.

GAZE, L. V.; OLIVEIRA, B. R.; CONTE JR. C. A.; FREITAS, M. Q.; FERRAO, L. L.; GRANATO, D.; CAVALCANTI, R. N.; CRUZ, A. G. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. **Journal of dairy science**, v: 98, Issue: 3, Page: 1443-54. 2015.

GONÇALVEZ, D.; PÉREZ, C.; REOLON, G.; SEGURA, N.; LEMA, P.; GÁMBARO, A.; ARES, G., & VARELA, P. Effect of thickeners on the texture of stirred yogurt. **Alimentos e Nutrição**, 16(3), 207-211. 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020. 2008.

JØRGENSEN, C. E.; R. K.; ABRAHAMSEN, E. -O.; RUKKE, T.K.; HOFFMANN, A. G.; JOHANSEN & S.B. SKEIE. Processamento de iogurte rico em proteínas - uma revisão. **Int. Dairy J.** 88: 42–59. 2019.

KARAM, M. C.; GAIANI, C.; HOSRI, C.; BURGAIN, J.; & SCHER, J. Efeito de laticínios fortificação de pós nas propriedades texturais e sensoriais do iogurte: uma revisão. **Journal of Dairy Research**, 80, 400e409. 2013.

KONICA MINOLTA SENSING. Precise color communication: color control from

perception to instrumentation. Konica Minolta Sensing Incorporated, 2007.

LI, SIQI; Y. E.; AIQIAN; SINGH, HARJINDER. Effect of seasonal variations on the acid gelation of milk. **Journal of dairy science**, v. 103, n. 6, p. 4965-4974, 2020.

LUCEY, J. A. M.; TAMEHANA, H. SINGH & P. A. MUNRO. A com comparação da formação, propriedades reológicas e microestrutura de géis de leite desnatado ácido feitos com uma cultura bacteriana ou glucono- δ -lactona. **Food Res. Int.** 31: 147–155. 1998.

MACORI, G. & P. D. COTTER. Novos insights sobre a microbiologia de alimentos lácteos fermentados. **Curr. Opiniões Biotechnol.** 49: 172–178. 2018.

MICHALSKI, M. C.; CARIOU, R.; MICHEL, F., & GARNIER, C. Leite nativo vs. leite danificado glóbulos de gordura: as propriedades da membrana afetam a viscoelasticidade dos géis de leite. **Journal of Dairy Science**, 85, 2451e2461, 2002.

NAJGEBAUER-LEJKO, D.; WITEK, M.; ŻMUDZIŃSKI, D.; & PTASZEK, A. Changes in the viscosity, textural properties, and water status in yogurt gel upon supplementation with green and Pu-erh tea. **Journal of Dairy Science**, 103(12), 11039-11049. PMID: 33222847. 2020.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETTO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(4), out.-dez. 2008.

PENNA, A. L. B.; SIVIERI, K., & OLIVEIRA, M. N. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, 49(1), 7-13. 2001.

QUEIROZ, M. B. *Elaboração e Caracterização Físico-Química e Sensorial de Iogurte Prebiótico de Acerola*. 2014. 42 f. TCC (Técnico em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2014.

RENSIS, C. M. V. B.; SOUZA, P. F. F. Análise sensorial de iogurtes light elaborados com adição de fibras de inulina e oligofrutose. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 5, p. 68-72, 2008.

RIBEIRO, J. K. G.; SOARES, F. B.; BEZERRA, D. S., & DIMENSTEIN, R. Níveis de retinol em iogurtes naturais comercializados em supermercados de Natal/RN. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 66(2), 120-124, 2007.

SIQI LI; AIQIAN, Y. E.; HARJINDER, SINGH. Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt, and Greek-style yogurt, **Journal of Dairy Science**, Volume 104, Issue 2, Pages 1424-1432,ISSN 0022-0302, 2021.

TELES, C. D., & FLÔRES, S. H. Influência da adição de espessantes e leite em pó nas características reológicas do iogurte desnatado. **Boletim CEPPA**, 25(2), 247-256. 2007.

TERHAAG, M. M.; ALMEIDA, M. B.; BENASSI, M. T. Soymilk plain beverages: correlation between acceptability and physical and chemical characteristics. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2013; 33: 387-394.

UDUWERELLA, G. J.; CHANDRAPALA, E. T. VASILJEVIC. Pré - concentração da base de iogurte por ultrafiltração para redução na geração de soro ácido durante a fabricação do iogurte grego. **Int. J. Dairy Technol.** 2017.