

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
BACHARELADO EM QUÍMICA**

NICOLE DA CUNHA LEBRÃO

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS (SÓDIO,
FERRO E MAGNÉSIO) E DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE, ACIDEZ
E CRIOSCOPIA EM LEITES TIPO UHT, COMERCIALIZADOS EM
PONTA GROSSA-PR**

TRABALHO DE PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

PONTA GROSSA

2018

NICOLE DA CUNHA LEBRÃO

**CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS (SÓDIO, FERRO E MAGNÉSIO),
DENSIDADE, ACIDEZ E CRIOSCOPIA EM LEITES TIPO UHT,
COMERCIALIZADOS EM PONTA GROSSA-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso 2
apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
engenharia química, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Luis Alberto Chavez Ayala.

PONTA GROSSA

2018



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Ponta Grossa

Coordenação de Engenharia Química



TERMO DE APROVAÇÃO

Determinação da concentração de minerais (sódio, ferro e magnésio) e determinação da densidade, acidez e crioscopia em leites tipo UHT, comercializados em Ponta Grossa-PR

por

Nicole da Cunha Lebrão

Monografia apresentada no dia 15 de junho de 2018 ao Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. Ciro Mauricio Zimmermann

(UTFPR)

Prof.^a Dr.^a Maria Helene Giovanetti Canteri

(UTFPR)

Prof. Ms. Luis Alberto Chavez Ayala

(UTFPR)

Orientador

Prof.^a Dr.^a Juliana Martins Teixeira

Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia
Química

A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Química.

Dedico este trabalho as duas pessoas
que mais amo e admiro neste mundo,
Ricardo Luiz Liesack Lebrão e
Edneia da Cunha.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas oportunidades concedidas a mim. Aos meus pais pelo amor, confiança e principalmente pelo incentivo que me deram para trilhar mais essa jornada. Ao professor Luís Alberto Chaves Ayala, pela chance e por acreditar que eu poderia realizar este trabalho. Às minhas amigas, Rafaela Diane de Oliveira e a Larissa de Castro, pela ajuda com o projeto, paciência e motivação.

Ao professor Eduardo Chaves, por ceder o laboratório para análise e me ensinar a realizar algumas análises; ao Junior Van Beik, à Klaiani Fontana e à Bianca Kiers por me acompanharem e ajudarem a análises. E por gostaria de agradecer a Professora Maria Helene, por me ajudar com o tratamento dos estatísticos do projeto.

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu
aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo,
participar da responsabilidade
coletiva por toda humanidade”
(CURIE, Marie, 1934)

RESUMO

LEBRÃO, Nicole C.; **Determinação da concentração de minerais (sódio, ferro e magnésio) e determinação da densidade, acidez e crioscopia em leites tipo UHT, comercializados em ponta grossa-PR.** 2018. 65 fls. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

O presente trabalho buscou analisar oito marcas de leite integral do tipo UHT (Ultra High Temperature) sendo as amostras de leite escolhidas encontradas e consumidas na região de Ponta Grossa-PR. Foi realizada a determinação da quantidade dos minerais presentes no leite como o sódio, ferro e magnésio, além de algumas análises das propriedades físico-químicas às quais o leite é submetido no processo de industrialização, como densidade, índice crioscópico e acidez, parte dos testes realizados no leite para garantir a qualidade. Essas análises foram feitas com o intuito de averiguar se os leites estavam dentro da legislação vigentes e conseqüentemente dentro padrões de qualidade para o consumidor. Outro estudo foi a associação entre os valores de sódio com as análises físico-químicas citadas. Neste estudo, o teor de minerais foi realizado por meio do método de espectrometria de absorção atômica, a densidade com o auxílio de um termolactodensímetro, o índice crioscópico por meio do crioscópio e a acidez foi determinada por titulação. Para o teor de minerais foi realizado um estudo estatístico da análise através do programa SASM-Agri. Com a realização de todos os testes citados foi possível determinar que no geral os resultados estavam dentro do exigido pela legislação, contudo para o índice crioscópico, algumas análises estavam fora do permitido. Foi possível se obter uma associação entre teor de sódio com a densidade e a crioscopia; para o a acidez essa associação não foi possível ser realizada de forma precisa. E o estudo estático mostrou uma diferenciação relevante para as amostras de ferro e sódio, que foram condizentes com o que se esperava com este estudo.

Palavras chave: Leite UHT. Sódio. Espectrometria. Densidade. Crioscopia. Acidez.

ABSTRACT

LEBRÃO, Nicole C.; **Determination of mineral concentration (sodium, iron, magnesium) and determination of density, acidity and cryoscopy in UHT-type milks, commercialized in Ponta Grossa, PR.** 2018. 65 p. Completion of course work (Bachelor of Chemical Engineering). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

The objective of this study was to analyze eight brands of UHT (Ultra High Temperature) type milk and the milk samples were collected and consumed in the region of Ponta Grossa-PR. The determination of the amount of minerals present in the milk as sodium, iron and magnesium, as well as some analyzes of the physical and chemical properties to which the milk is submitted in the industrialization process, such as density, cryoscopic index and acidity, part of the tests milk to ensure quality. These analyzes were carried out in order to determine whether the milks were within the current standards and consequently within the quality standards for the consumer. Another study was the correlation between the sodium values and the cited physical-chemical analyzes. In this study, the mineral content was determined using the Atomic Absorption Spectrometry method, the density with the aid of a thermolotometer, the cryoscopic index using the cryoscope and the acidity was determined by titration. For the mineral content, a statistical study of the analysis was performed through the SASM-Agri program. With the accomplishment of all the mentioned tests it was possible to determine that in general the results were within the required by norm, however for the cryoscopic index, some analyzes were out of the allowed. It was possible to obtain an association between sodium content with density and cryoscopy; however for the acidity this association could not be accurately performed. And the static study showed a relevant differentiation for the iron and sodium samples, which were consistent with what was expected with this study.

Keywords: UHT milk. Sodium. Spectrometry. Density. Cryoscopy. Acidity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de produção do leite UHT	35
Figura 2 - Processo UHT método indireto	36
Figura 3 - Processo UHT método direto	37
Figura 4 - Representação da união de duas submicelas pelo fosfato de cálcio coloidal	41
Figura 5 - Representação do espectrofotômetro de absorção	50
Figura 6 - Representação do crioscópio.....	51
Figura 7 - Representação do termolactodensímetro	52
Figura 8 - Representação do bloco digestor	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição do leite UHT regulamentada pelo MAPA.....	39
Tabela 2 - Dados da curva de calibração para sódio	58
Tabela 3 - Média dos dados obtidos experimentalmente do sódio.....	58
Tabela 4 - Dados da curva de calibração para o magnésio e ferro	60
Tabela 5 - Dados da média dos resultados obtidos para o magnésio e ferro	60
Tabela 6 - Dados obtidos de LOD e LOQ para ferro e magnésio.....	61
Tabela 7 - Estudo estatístico em relação ao lote das marcas de leite na análise de sódio.....	62
Tabela 8 - Estudo estatístico em relação as amostras de leite na análise de sódio..	64
Tabela 9 - Estudo estatístico em relação ao lote das marcas de leite na análise de magnésio.....	65
Tabela 10 - Estudo estatístico em relação as amostras de leite na análise de magnésio.....	66
Tabela 11 - Estudo estatístico em relação ao lote das marcas de leite na análise de Ferro.....	67
Tabela 12 - Estudo estatístico em relação as amostras de leite na análise de ferro.	68
Tabela 13 - Resultados obtidos do índice crioscópico do leite	68
Tabela 14 - Resultados obtidos da densidade do leite.....	69
Tabela 15 - Resultados obtidos da acidez	70
Tabela 16 - Valores máximos e mínimos do sódio e das propriedades físico-químicas	71
Tabela 17 - Correlação entre o teor de sódio e as análises físico-químicas	79

LISTA DE SIGLAS

ABLV	Associação Brasileira da indústria de leite longa vida
CBT	Contagem Bacteriana Total
CCP	Fosfato Cálcio Coloidal
HTST	<i>High Temperature, Short Time</i>
IBGE	Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística
LHT	<i>Low Temperature Holding</i>
MAPA	Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento
UAT	Ultra Alta Temperatura
UHT	Ultra High Temperature

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	26
2	OBJETIVO.....	28
2.1	OBJETIVO GERAL.....	28
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3	REFERENCIAL TEÓRICO	29
3.1	LEITE.....	29
3.1.1	Água	29
3.1.2	Carboidrato.....	30
3.1.3	Gordura	31
3.1.4	Proteínas	32
3.1.5	Vitaminas.....	33
3.2	PROCESSAMENTO DO LEITE	34
3.2.1	Leite UHT	34
3.2.1.1	<i>Método indireto</i>	36
3.2.1.2	<i>Método direto</i>	37
3.2.1.3	<i>Leite UHT sem aditivos</i>	39
3.3	EQUILÍBRIO DE SAIS NO LEITE.....	40
3.3.1	Sódio	42
3.4	FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE LEITE.....	43
3.4.1	Fatores referentes ao animal.....	43
3.4.2	Fatores inerentes ao animal	44
3.5	PROPRIEDADES FÍSICAS DO LEITE RELACIONADA A ACIDEZ, DENSIDADE E ÍNDICE CRIOSCÓPICO.....	46
3.5.1	Densidade	46
3.5.2	Índice crioscópico	47
3.5.3	Acidez.....	47
3.6	ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA.....	48
4	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	50
4.1	OBTENÇÃO DA AMOSTRAS	50

4.2	INSTRUMENTAÇÃO	50
4.2.1	Espectroscopia de absorção atômica	50
4.2.2	Crioscopia.....	51
4.2.3	Termolactodensímetro	51
4.2.4	Bloco digestor	52
4.3	REAGENTES	53
4.4	PROCEDIMENTO	53
4.4.1	Determinação de sais	53
4.4.1.1	<i>Preparo da amostra</i>	53
4.4.1.2	<i>Determinação de sódio</i>	54
4.4.1.3	<i>Determinação de ferro</i>	55
4.4.1.4	<i>Determinação de magnésio</i>	55
4.4.2	Determinação de densidade.....	55
4.4.3	Análise crioscópica das amostras de leite	55
4.4.4	Determinação da acidez das amostras de leite	56
5	RESULTADO.....	58
5.1	ANÁLISE DA QUANTIDADE DE SAIS.....	58
5.1.1	Análise da quantidade de sódio.....	58
5.1.2	Análise da quantidade de magnésio e ferro	60
5.2	ANÁLISE DOS DADOS ESTATÍSTICOS PELO SASMI-AGRI.....	62
5.2.1	Estudo estatístico em relação aos lotes de sódio.....	62
5.2.2	Estudo estatístico em relação as amostras de sódio.....	64
5.2.3	Estudo estatístico em relação aos lotes magnésio.....	65
5.2.4	Estudo Estatístico em Relação as Amostras de Magnésio	66
5.2.5	Estudo estatístico em relação aos lotes ferro	66
5.2.6	Estudo estatístico em relação as amostras de ferro	67
5.3	CRIOSCOPIA DOS LEITES ESTUDADOS.....	68
5.4	ANÁLISE DE DENSIDADE DOS LEITES ESTUDADOS	69
5.5	ANÁLISE DA ACIDEZ DOS LEITES ESTUDADOS.....	70
5.6	ASSOCIAÇÃO DOS TEORES DE SÓDIO COM AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA	71
	CONCLUSÃO.....	73
	REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

O leite é um produto em destaque na economia do país por exercer uma grande influência no setor de geração de renda. E o mais importante sobre este produto é que ele é considerado o mais completo no que se refere a valor nutricional, pois a sua composição possui cálcio, proteínas, ácidos graxos, carboidratos, vitaminas, sais minerais e água. Sendo assim, a qualidade e segurança alimentar do leite é um fator que recebe atenção da população mundial (NERO, 2007; SILVA *et al*, 2013; TRONCO, 2003).

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a produção do leite no mundo foi de 35,17 bilhões de litros no ano de 2014, o que representou um aumento de 2,7% quando comparado ao ano anterior. O Brasil neste contexto foi o quinto maior produtor mundial deste produto, perdendo a apenas para a União Europeia, Índia, Estados Unidos e China. Nesta pesquisa do IBGE, a Região Sul se tornou a maior produtora de leite do Brasil, responsável por 34,7% do mercado nacional. Ao se analisar os estados do Brasil, em termos de produção de leite, o estado do Paraná ocupa a terceira posição neste ranking (IBGE, 2017).

Segundo a ABLV (Associação Brasileira da indústria de leite longa vida), dentre os tipos de leite comercializados no Brasil, 86% desse consumo representa o leite longa vida. Sendo assim, a venda em litros do leite UHT no país em 2015 foi 6,73 bilhões, que em comparação com o ano de 2014 representou um aumento de 2% na produção deste leite (CANAL RURAL, 2017)

Quando se trata do leite para o consumo, os dois tipos principais processamento para o beneficiamento desse produto são a pasteurização, para produção em pequena escala, e o método UHT (ultra high temperature), utilizado amplamente na indústria por produzir em grande quantidade. O beneficiamento do leite pelo processo UHT, envolve o aquecimento a uma temperatura elevada, seguido do resfriamento rápido, com consequente aumento da vida de prateleira do produto. Contudo a elevação a altas temperaturas nesse processamento causa uma desestabilização das fases do leite. Por este motivo, o leite UHT recebe a adição de estabilizantes (sais de sódio) para evitar a formação de duas fases (FRIMESA, 2017; ORDÓÑES, 2005).

Então, para o consumo do leite, a qualidade é um fator importante para a indústria, produtores e os consumidores, porque um leite fora dos padrões de qualidade pode acarretar em riscos para a saúde humana e perdas econômicas para o setor industrial. Para evitar que isso ocorra, diversas análises são realizadas no leite, dentre as quais as físico-químicas, para garantir que a composição deste leite esteja de acordo. Outro fator importante a se pensar na qualidade do leite é a quantidade de sódio, pois esse sal é adicionado na forma de fosfatos e/ou citratos, e consumo de deste componente em excesso é considerado prejudicial para a saúde do consumidor, pois está relacionado com o aumento da hipertensão e conseqüentemente com problemas cardiovasculares (PEIXOTO, 1999).

Desta forma, o presente projeto visa analisar as quantidades de sais de sódio presentes no leite UHT, bem como outros minerais como o ferro e o magnésio para verificar se estão de acordo com a norma vigente e, assim, averiguar se os leites comercializados não oferecem risco a saúde do consumidor. Como a qualidade do leite é imprescindível para consumo, este projeto analisa algumas propriedades físico química do leite como a densidade, índice crioscópico e a acidez, comprando os resultados com a norma e buscando fazer uma correlação destas propriedades com o teor de sódio no leite.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar amostras de leite UHT, com ênfase quanto ao teor de alguns minerais (ferro, sódio e magnésio) e algumas análises físico-químicas, com relação a legislação vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a quantidade de sódio do leite UHT entre as amostras e com relação ao cumprimento da legislação vigente;
- Determinar a quantidade dos minerais ferro e magnésio presentes no leite UHT;
- Analisar estatisticamente os dados quantitativos obtidos através do programa SASM-AGRI;
- Determinar algumas propriedades físicas do leite como densidade, acidez e crioscopia para comparar com a legislação vigente.
- Associar o teor de sódio com a densidade e a crioscopia do leite.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LEITE

Analisando o aspecto biológico, o leite é uma emulsão (mistura heterogênea) proveniente da ordenha de mamíferos, onde é secretado via glândulas mamárias. Por ser um produto altamente nutritivo e sensível a alterações sensoriais, deve-se tomar diversos cuidados para não prejudicar a qualidade do mesmo. A exposição do leite à luz do sol, bem como o armazenamento inadequado causa alteração sensorial ou absorção de odores indesejados. Além disso, devido ao seu valor nutricional, o leite se torna um meio bastante propício para o desenvolvimento de micro-organismos (BEHMER, 1984).

Levando-se em conta as propriedades físico-químicas, entende-se que o leite é uma mistura heterogênea de coloração branca, levemente amarelado, constituído por uma grande gama de substâncias que conferem a este produto sabor ligeiramente adocicado e odor suave. Dentre os componentes presentes no leite, a gordura e as substâncias associadas estão na forma de emulsão, a caseína ligada aos sais encontra-se suspensa nesta mistura e a lactose, vitaminas hidrossolúveis, proteínas do soro e os sais estão em dissolução verdadeira no leite (ORDÓÑEZ, 2005).

3.1.1 Água

A água encontra-se presente na composição do leite na proporção de 87,5%, sendo o componente em maior abundância (FOSCHIEIRA, 2004). O leite é constituído pela combinação dos demais elementos sólidos em água, sendo assim, as demais matérias sólidas totais representam em média 12,5% na composição deste produto (EMBRAPA, 2017).

3.1.2 Carboidrato

Segundo Ordóñez (2005), os carboidratos são nutrientes básicos, exercem papel importante na alimentação humana, pois são fonte de energia. O principal carboidrato presente no leite é a lactose. Dentre o grupo de carboidratos existentes (monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos), a lactose pertence ao grupo dos dissacarídeos (composto por glicose e galactose) e está presente no leite de vaca em uma quantidade que varia de 4,7 a 5,2% (TRONCO, 2003).

A lactose é produzida na glândula mamária, mais especificamente nas glândulas epiteliais, e representa em torno de 52% de sólidos totais presentes no leite desnatado e 70% dos sólidos que estão no soro do leite. Além disso, este componente é o que menos sofre variação no processamento, por ser bastante estável. A lactose é capaz de controlar a quantidade de água no leite produzido, isso porque age no equilíbrio da pressão osmótica que a glândula mamária possui, atraindo a água do sangue, logo se torna um fator limitante para a produção do leite (EMBRAPA, 2017).

Devido à baixa solubilidade da lactose (17,8 g /100 g solução a 25°C) alguns processos para obtenção de subprodutos podem ser prejudicados. A lactose tem o menor poder edulcorante dentre os sacarídeos. Quando submetida a elevadas temperaturas na presença de uma proteína, ocorre a reação de Maillard no leite (causando o pardeamento da solução) (TRONCO, 2003). Outro fator relevante que demanda atenção relacionado a lactose, é sua transformação em ácido láctico, responsável por causar a precipitação da caseína e conseqüentemente a coagulação do leite (BEHMER, 1984).

Apesar da lactose ser o carboidrato em maior quantidade no leite, existem outros presentes em pequena quantidade, como a glicose e a galactose livre. Também estão presentes no leite carboidratos nitrogenados, ácidos e neutros, contudo, em quantidades insignificantes perto da proporção de lactose (ORDÓÑES, 2005).

3.1.3 Gordura

A gordura presente no leite se origina na vesícula do retículo endoplasmático, local que contém o triglicerídeo no mamífero. A gordura encontra-se suspensa na fase aquosa do leite, na forma de pequenos glóbulos. Esses glóbulos são protegidos por uma membrana, constituída por uma camada lipoproteica, associada com fosfolipídios, proteínas e outras substâncias. No interior destes glóbulos o triglicerídeo está presente na forma insaturada e na periferia na forma saturada (EMBRAPA, 2017; ORDÓÑES, 2005; TRONCO, 2003).

A gordura presente no leite é formada majoritariamente por triglicerídeos (em torno de 95% do total) e o restante é constituído por di/monoglicerídeos, colesterol livre, éteres, ácidos graxos livres, fosfolipídios e também por glicolipídios em pequena quantidade. As vitaminas lipossolúveis compõem a gordura numa quantidade minoritária. Além disso, quando se trata de composição do leite, a gordura é o componente que apresenta uma fração bastante variável, entre 3,2 a 6% (ORDÓÑES, 2005).

A membrana que envolve a gordura possui uma superfície grande (em torno de $80 \text{ m}^2 \text{ L}^{-1}$) elevando a reatividade deste componente. Essa membrana age como uma barreira, impedindo os glóbulos de afundarem e flocularem. Por proteger o glóbulo de gordura, é na membrana que ocorrem todas as interações entre a gordura e o soro (TRONCO, 2013).

Segundo Tronco (2003), na superfície desta membrana estão presentes também enzimas, isso a torna responsável por grande parte das reações enzimáticas além de permitir que a gordura seja aumentada e possua uma alta digestibilidade. Entre as funções da gordura, pode-se citar sua capacidade de atuar como veículo para o colesterol, substâncias lipossolúveis (carotenoides) e vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) (EMBRAPA, 2017).

Desta forma, durante o processamento do leite, a etapa de homogeneização exige cuidado e atenção, visto que este procedimento pode destruir parcialmente esta membrana de proteção, desencadeando reações de oxidação e hidrólise (TRONCO, 2003).

3.1.4 Proteínas

As proteínas presentes no leite podem ser classificadas com base na origem e características químicas em dois grupos: caseína e proteínas do soro do leite. A quantidade de proteína está diretamente relacionada com a quantidade de gordura do leite, ou seja, quanto maior a concentração de gordura maior a de proteína (EMBRAPA, 2017; ORDÓÑEZ, 2005). As proteínas representam de 3 a 4% dos sólidos totais encontrados no leite, sendo composta por 80% de caseína e 20% por proteínas do soro do leite (EMBRAPA, 2017; TRONCO, 2003).

A caseína é totalmente sintetizada na glândula mamária, é definida como uma substância coloidal complexa, associada com o cálcio e com o fósforo. As formas existentes de caseína no leite são: metionina α_{S1} , α_{S2} , β -caseína, κ e λ . Essas formas são mantidas por ligação de ponte de hidrogênio e por interações hidrofóbicas, contudo, existem resíduos de grupo -SH (enxofre) que permitem a união de uma proteína com as outras. Os resíduos de enxofre são encontrados nas caseínas do tipo α_{S1} e β -caseína, nos outros tipos (α_{S2} e κ) os resíduos encontrados são de metionina e cisteína (ORDÓÑEZ, 2005; TRONCO, 2003).

Referindo-se as características da caseína, a organização ocorre na forma de micela, são insolúveis mediante pH de 4,6 (ácido), pois nesse meio sofrem o rompimento das micelas e precipitam-se. A caseína é sensível a enzima protease e a quimosina, desta forma, sofre coagulação formando um gel. A caseína apresenta termorresistência, assim ao realizar o beneficiamento do leite, esta não sofre geleificação (EMBRAPA, 2017; ORDÓÑEZ, 2005).

Com relação a composição, pode-se dizer que todas as caseínas possuem alta quantidade de aminoácidos (apolares), grupos de fosfato, pouco enxofre, grupo de carboidrato (altamente apolar) e número de proteínas κ elevado. Essa combinação torna a caseína solúvel em meio aquoso. Os aminoácidos não se distribuem uniformemente na caseína, em função da sua elevada quantidade de prolina, originando nessa molécula proteica zonas hidrofílicas e hidrofóbicas. Essa característica permite que a caseína emulsione, espume, possua estabilidade e características sensoriais em processo de beneficiamento (ORDÓÑEZ, 2005).

As micelas da caseína são responsáveis por dispersar a luz e conferir a cor branca do leite. A micela é formada por extrato seco, composto de fosfato de cálcio,

magnésio e outros minerais. A micela se instabiliza em etanol com pH 6,7 e quando o leite é congelado, pois os solutos passam a se concentrar na parte líquida. Além disso, as micelas são estáveis em processos de homogeneização, compactação e na presença de cálcio em concentração elevada (ORDÓÑES, 2005).

As proteínas do soro do leite podem ser originadas tanto da glândula mamária como do plasma. Essa proteína é composta por albumina do soro, α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, imunoglobulinas e proteose-peptona. A porcentagem de β -lactoglobulina na proteína do soro leite é de 50% e o seu papel é o transporte da vitamina A; já a α -lactoalbumina representa 20% da proteína e a sua função é participar do sistema enzimático que realiza a síntese da lactose. A quantidade de albumina varia de 0,1 e 0,4 g/L, provém do sangue e estimula a atividade da lipase. A imunoglobulinas tem quantidade variável na proteína do soro, em torno de 0,6 a 1,0 g/L (ORDÓÑES, 2005).

Quando comparada a caseína, o poder que estas proteínas têm de alterar as propriedades físico-químicas do leite é pequeno. Contudo, quando se trata do beneficiamento do leite, essas propriedades se tornam relevantes, pois a proteína do soro desnatura, e assim podem interagir com moléculas de solvente e agir como agentes na emulsificação de lipídeos (TRONCO, 2003).

As proteínas do soro encontram-se dissolvidas na fase aquosa do leite, são insensíveis a interação com a enzima protease e solúveis em pH 4,6. Dos constituintes do leite, aproximadamente 20% do nitrogênio proteico se encontra na proteína do soro. A concentração de aminoácidos presentes nesta proteína é variável, por isso a proteína tem um valor biológico diferente (ORDÓÑES, 2005; TRONCO, 2003).

3.1.5 Vitaminas

O leite possui uma grande diversidade de vitaminas, mesmo que estejam presentes em traços, todas são propensas a destruição devido a diversos fatores como o tratamento térmico, ação da luz, oxidação e outros (TROCO, 2003).

As vitaminas lipossolúveis (A, D e E) estão presentes no leite em associação com os ácidos graxos, desta forma podem ser perdidas com a eliminação da gordura. Já as vitaminas hidrossolúveis são encontradas no soro do leite, podendo ser isoladas. Outras vitaminas encontradas no leite são: riboflavina, vitamina B12, tiamina,

vitamina A e, em quantidades pequenas, o ácido fólico e a vitamina D (ORDÓÑEZ, 2005).

3.2 PROCESSAMENTO DO LEITE

Tratando-se de leite para consumo humano, pode-se encontrar no mercado o pasteurizado, para consumo direto devido ao prazo de validade reduzido (entre 3 a 6 dias); UHT (Ultra High Temperature) que possui prazo de validade prolongado, porque passa por um processamento térmico visando estabilidade em relação aos microrganismos e o leite em pó, que também possui vida útil prolongada, contudo apresenta teor de água reduzido.

O leite pasteurizado passa por um processo bem mais simples que o leite UHT, esse processamento tem o intuito de destruir os micro-organismos patogênicos não-esporulados sem causar uma grande alteração na natureza físico-química, nos aspectos nutritivos e no sabor do leite. (ORDÓÑEZ, 2005). O método de pasteurização pode ser realizado pelo processo HTST (high temperature short time) a 72-78 °C durante 15 minutos ou então pelo LHT (*low temperature holding*) a 62-65°C durante 30 minutos. Para ambos os processos não há adição de aditivos e quando finalizados o teste qualitativo deve ser positivo para peroxidase, negativo para fosfatase alcalina, menor que 0,3 NMP/mL de coliformes fecais e a acidez de ácido láctico por 100 mL deve variar na faixa de 0,14 a 0,18. (MAPA, 2016; ORDÓÑEZ, 2005).

Apesar do método de pasteurização ser bastante importante e este tipo de leite ser consumido no Brasil, o foco da pesquisa foi o leite UHT, pois o processo é mais complexo, é mais consumido e produzido em maior escala.

3.2.1 Leite UHT

O leite UHT também pode ser chamado de UAT (ultra alta temperatura) ou leite longa vida. Este processo pode ser empregado para obter produtos do tipo integral, desnatado ou semidesnatado. UHT é definido pela regulamentação como um produto homogeneizado, submetido a altas temperaturas (130°C a 150°C) durante 2 a 4 segundos. O tratamento envolve um fluxo térmico contínuo e o leite é resfriado

rapidamente (-32 °C) para a conservação do produto. Na sequência, o leite é envasado sem contato algum com contaminantes, em embalagens estéreis lacradas hermeticamente (BRASIL, 1997).

Este tratamento assemelha-se com o processo de esterilização, com relação ao objetivo que ambos possuem de destruir os micro-organismos que apresentam maior resistência ao calor. Ou seja, ambos visam a destruição de bactérias tanto na forma não esporulada como na forma esporulada. Dessa maneira, obtém-se um produto biologicamente estável, viável para armazenamento a temperatura ambiente e com maior vida de prateleira (até 180 dias). O fluxograma do processo para obtenção do leite UHT está representado na Figura 1. (TRONCO, 2003).

Figura 1 - Fluxograma de produção do leite UHT



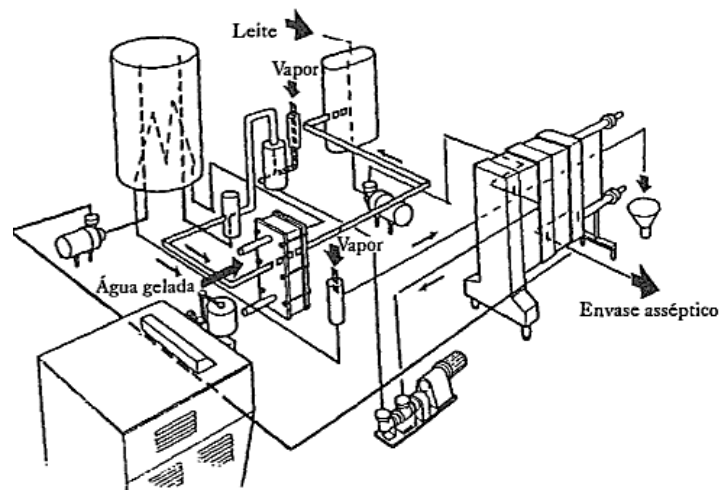
Fonte: TRONCO (2003)

A etapa de aquecimento do leite, para se obter um produto bacteriologicamente estável, pode ser realizada com equipamentos que atuem de maneira indireta (método clássico) ou direta (TRONCO, 2003).

3.2.1.1 Método indireto

Neste tipo de processamento o fluido que troca calor (vapor d'água) não entra em contato com o leite. O aquecimento indireto é realizado por meio de trocadores de calor, que podem ser tubulares ou de placas. A Figura 2 representa o processo para obtenção do leite UHT por meio do aquecimento indireto (ORDÓÑES, 2005).

Figura 2 - Processo UHT método indireto



Fonte: TRONCO (2003)

Como demonstrado na Figura 2, o leite a ser processado sai do tanque de armazenamento e vai para a área de regeneração por meio da ação de uma bomba que impulsiona o fluido. A partir desta etapa o leite começa a ser aquecido pelo trocador de calor, atingindo temperatura de 80 °C a 85 °C e a elevação dessa temperatura para se obter um leite “esterilizado comercialmente” ocorre quando o fluido passa pela série de trocadores que existem no sistema (trocador de baixa pressão, trocador de regeneração e o trocador final de esterilização) (ORDÓÑES, 2005).

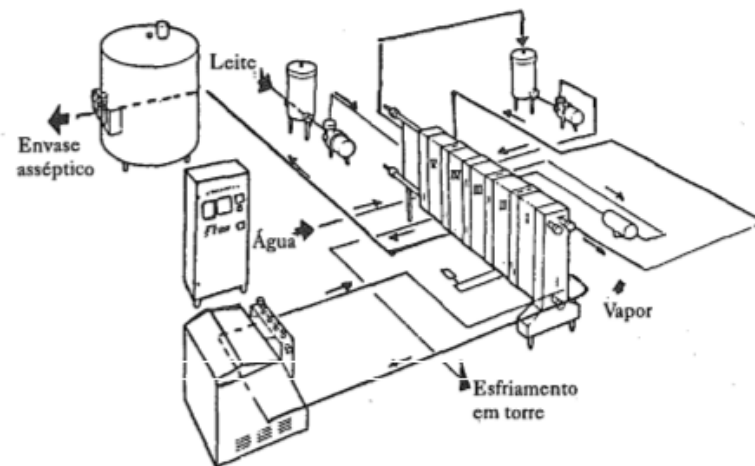
Na etapa de aquecimento o vapor é adicionado ao trocador de calor e opera numa faixa de pressão que vai de 300 a 400 kPa, atingindo temperatura entre 135°C e 150°C. Depois de 2 a 4 segundos essa temperatura cai e o fluxo segue para o tanque de armazenamento, onde ocorre o preaquecimento do leite que está entrando no processo, e flui para o trocador de resfriamento, onde é armazenado em tanques até o envase (ORDÓÑES, 2005).

3.2.1.2 Método direto

O aquecimento de forma direta ocorre por meio da injeção do vapor d'água direto no leite, ou seja, existe contato entre o fluido que aquece e o produto a ser aquecido (Figura 3). Este processo é mais eficiente para aquecer e resfriar, sendo quase instantâneo (TRONCO, 2003).

Neste processo é necessária seleção do vapor d'água empregado, deve possuir alta qualidade para não contaminar o produto. Além disso, o método aumenta a diluição do leite em 10%, sendo necessário realizar o processo sob vácuo para que ao retirar o vapor do produto este não absorva a quantidade de água que condensa no processamento. A Figura 3 apresenta o fluxograma do processo UHT pelo método direto (ORDÓÑES, 2005).

Figura 3 - Processo UHT método direto



Fonte: TRONCO (2003)

O esquema apresentado do aquecimento mostra que o funcionamento de entrada e pré-aquecimento do leite é similar ao que ocorre no aquecimento indireto. No entanto, ao fluir para a etapa de “esterilização comercial”, o leite é bombeado para o injetor de vapor, a pressão do vapor injetado é entre 800 e 1000 kPa, onde ocorre a troca de calor latente do vapor para o produto. Assim, o leite atinge uma faixa de temperatura entre 140°C e 150°C. Após 2 a 4 segundos o fluido é resfriado até 75°C em uma câmara de expansão a vácuo e nesta etapa o vapor d'água também é

eliminado. Então o vapor é reaproveitado e o leite é resfriado até a temperatura de envase (ORDÓÑES, 2005).

A vantagem de se aplicar o método UHT (ultra high temperature) no leite é obtenção de um produto com vida de prateleira mais longa a temperatura ambiente. E, ao envasar sem a presença de oxigênio, esse produto tem a vantagem de ser livre da oxidação da gordura, obtendo-se redução das mudanças químicas do leite. Outra vantagem, é que a planta deste processo é totalmente automatizada, isto é, o operador não entra em contato com o leite no processamento, reduzindo as chances de contaminação (TRONCO, 2003).

A desvantagem é as modificações da qualidade sensorial e nutritiva que ocorrem no leite, como sabor sulfuroso forte, devido a formação de grupos sulfurosos no processo (-SH livre) proveniente da desnaturação da beta lactoglobulina; sabor de cozido, devido a reação Maillard durante o processo. Contudo, esses sabores diminuem com o tempo de armazenamento (LUQUET, 1985; ORDÓÑES, 2005).

Segundo Tronco (2003), as taxas nutricionais do leite são reduzidas o principal constituinte afetado são as vitaminas hidrossolúveis. A qualidade proteica pode ser afetada, pois a digestibilidade das proteínas pode ser maior ou menor e isso é um dos fatores que geram a desnaturação, coagulação e reação de Maillard.

O método industrial do UHT é o mais severo dentre os que envolve tratamento térmico e, para aplicá-lo, o leite a ser processado deve possuir parâmetros de estabilidade bons. Sendo assim, para reduzir os problemas de estabilidade, são adicionados citratos ou fosfatos de sódio no final da pasteurização para depois se realizar o processamento UHT. Para este tipo de processamento do leite, quanto mais estável, em termos de acidez e microbiologia, menos aditivos são necessários (CASTROLANDA, 2017; ORDÓÑES, 2005).

Os requisitos do leite UHT comercializado estabelecidos pelo Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estão especificados na Tabela 1. Após ser fabricado, o leite deve ficar incubado sete dias e não apresentar alterações na embalagem e manter a estabilidade ao etanol 68%. Além disso, a acidez não deve exceder $0,02 \text{ gL}^{-1}$ de leite em relação ao que possuía antes da incubação. As características sensoriais também não podem sofrer alterações significativas e a quantidade de sais adicionados não deve ser maior que $0,1 \text{ gL}^{-1}$ (MAPA, 2016).

Tabela 1 - Composição do leite UHT regulamentada pelo MAPA

Requisitos	Leite integral	Leite semidesnatado	Leite desnatado
Matéria gorda	Mín.3,0	6,0 a 2,9	Máx. 0,5
Acidez g ác. Láctico/100 mL		0,14 a 0,18	
Estabilidade ao etanol 68% (V/V)		Estável	
Extrato seco desengordurado % (m/m)	Mín. 8,2	Mín. 8,3	Mín. 8,4

Fonte: TRONCO (2003)

3.2.1.3 Leite UHT sem aditivos

O leite UHT sem aditivos foi desenvolvido pela Castrolanda Cooperativa Agroindustrial, indústria de beneficiamento de leite situada na cidade de Castro/PR. O leite tem como diferencial não utilizar aditivos, etapa geralmente necessária no tipo de processamento UHT. Segundo Ademilton Aguiar Lemos (Superintendente de Operações Lácteas da Castrolanda), este leite é uma evolução, pois mantém todas as características do Leite UHT já vendido no mercado, no que se refere a composição de nutrientes, tendo assim um produto 100% leite (CASTROLANDA, 2017).

No processo UHT geralmente se faz necessário o uso de aditivos para estabilização dos sais do leite, porque, este método de beneficiamento é realizado a alta temperatura, levando a desnaturação e floculação das proteínas. Os aditivos usualmente empregados no leite são: citrato de sódio, trifosfato de sódio, monofosfato de sódio e difosfato de sódio, ambos permitidos por lei (CASTROLANDA, 2017).

Um dos fatores que possibilita a produção de leite UHT sem aditivos é a seleção prévia dos produtores. ou seja, a matéria prima *in natura* para este beneficiamento deve ser obrigatoriamente de alta qualidade. Essa possibilidade é atribuída ao fato da região dos campos gerais possuir uma das melhores e mais densas bacias leiteiras do país. Outro fator relevante é que a produção ocorre em uma área geográfica pequena em relação as demais regiões do país, permitindo o transporte rápido, evitando assim a degradação do leite pela ação de micro-organismos (CASTROLANDA, 2017).

O padrão de qualidade necessário para este processamento, para evitar a ocorrência de floculação no leite é avaliado pelo teste de alizarol de até 0,78 de acidez (o valor exigido pela legislação é de 0,82 de acidez) e análise de CBT (contagem

bacteriana total) baixa. Desta forma, ao manter esses padrões, as proteínas do leite resistem a alta temperatura exigida nesse processamento, sem sofrer floculação (CASTROLANDA, 2017).

3.3 EQUILÍBRIO DE SAIS NO LEITE

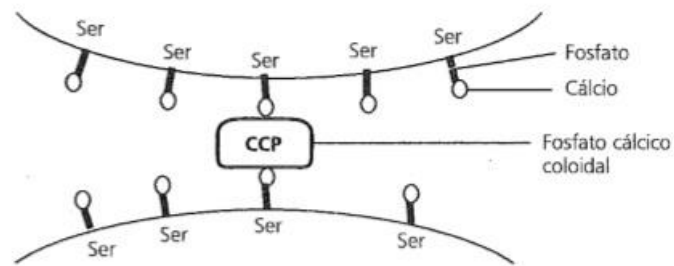
Os minerais estão presentes no leite em uma quantidade baixa (0,6 a 0,8% em peso), vários deles estão em dissolução (na forma de molécula e íon) ou no estado coloidal. Em maior quantidade no leite estão o cálcio e o fósforo, em menor estão o sódio, potássio, cloro, magnésio, flúor, iodo, enxofre, cobre, zinco e ferro (VALSECHI, 2001).

O magnésio presente no leite, é importante para a estabilização da micela. A concentração encontrada no leite está na faixa de 97 a 146 mg/L estando dissociada na fase aquosa; a quantidade de ingestão diária deste mineral deve ser de aproximadamente 400 mg por dia para adultos, o que não se obtém consumindo apenas leite. Os minerais sódio, cloro e potássio atuam na produção de lactose na glândula mamária, onde é necessário que haja equilíbrio osmótico (GAUCHERON, 2005; VALSECHI, 2001).

O cálcio é importante para o crescimento e manutenção dos ossos na saúde humana. No leite, o cálcio está presente na forma de um complexo, denominado fosfocaseinato de cálcio e ajuda a condicionar a estabilidade coloidal da micela da caseína do leite e se faz presente no leite é na coagulação (TRONCO, 2003; VALSECHI, 2001).

Como já foi elucidado a fase coloidal do leite contém cálcio e fósforo; já a fase líquida engloba os íons livres em compostos complexos iônicos ou sem ionizar, íons Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} solúveis e ácidos fracos (fosfatos, citratos e carbonatos). E todos possuem grande dependência do pH, sendo que cálcio e a maior parte do fósforo formam CCP (fosfato cálcio coloidal), fazem parte da micela, cujo papel é a manutenção da união das submicelas agindo como ponte como demonstra a Figura 4 (ORDÓÑES, 2005).

Figura 4 - Representação da união de duas submicelas pelo fosfato de cálcio coloidal



Fonte: TRONCO (2003)

No leite ocorre o equilíbrio de sais entre a fase líquida e coloidal, assim estes sais trocam de uma fase para outra de acordo com a temperatura, pH, concentração salina e adição de sais. A acidificação do leite (diminuição do pH) faz com que o CCP se solubilize, ficando praticamente em fase aquosa, desestabilizando a micela (ORDÓÑES, 2005).

A temperatura aplicada ao leite está diretamente relacionada com a solubilidade do mesmo. Desta maneira, o fosfato de cálcio se torna menos solúvel a medida que se eleva a temperatura e o CCP se torna solúvel passando para fase líquida quando se resfria o leite. Ou seja, o resfriamento gera aumento da concentração de fósforo e aumento do pH, enquanto o aquecimento gera um movimento contrário nos sais, tornando os fosfatos de cálcio insolúveis. A insolubilidade diminui o pH, podendo resultar na coagulação do leite em processamentos que envolve aquecimento (ORDÓÑES, 2005).

A concentração de sais altera o equilíbrio pela diminuição de pH, quando se concentra o fosfato de cálcio, ocorre a perda da forma iônica e isso gera uma diluição que alcaliniza o pH do leite (ORDÓÑES, 2005).

A adição de sais é algo previsto por lei, os principais adicionados são os cálcios divalentes, os fosfatos e os citratos. Os cátions divalentes causam o aumento da concentração de cálcio livre na fase líquida, reduzindo os fosfatos e o pH. Já os fosfatos estimulam a formação de CCP e isso diminui a concentração de cálcio na fase solúvel. Logo, se adicionado em uma quantidade considerável ocorre o aumento do pH. E a adição de citrato produz o mesmo efeito no leite que a adição de fosfato (ORDÓÑES, 2005).

3.3.1 Sódio

O sódio é um elemento mineral de número atômico 11 e massa molar 22,99 g/mol, foi obtido pela primeira vez em 1807 quando o cientista Humphry Davy realizou a hidrólise da soda cáustica. Ao longo de muitos anos o processo de obtenção do sódio foi feito pela redução do carbono com o carbonato de sódio, mas com o método de Davy o processo sofreu modificações. As modificações alcançadas baratearam o processo, o qual foi obtido hidrolisando-se uma mistura de cloreto de sódio com carbonato de sódio ou, então, com cloreto de sódio (PEIXOTO, 1999).

A produção deste mineral é de aproximadamente 200 mil ton/ano, possui diversas finalidades como, por exemplo, agente redutor de outros metais a partir de suas formas de cloretos ou óxidos. O sódio é importante para diversos ramos da economia que vão desde a indústria de vidros, couro até a alimentícia (PEIXOTO, 1999). Quando se trata de aplicação do sódio para a indústria alimentícia, pode-se dizer que este mineral está presente em muitos processos relacionados com ações de micro-organismos e em processamentos de alimentos que envolve equilíbrio de íons de sódio.

Quando o equilíbrio de íons de sódio não é ideal, pode acarretar prejuízos a saúde do consumidor, desde diarreia até problemas de distúrbios intestinais (PEIXOTO, 1999). Segundo Bannwart et al (2014) a ingestão em grandes quantidades de sódio aumenta o risco de hipertensão e, como consequência, o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. No Brasil 1,2 milhão de pessoas morrem por ano devido a problemas relacionados com a pressão arterial (direta ou indiretamente). Por este motivo, existe a agenda da saúde no Brasil, programa de monitoramento e regulação do consumo de sódio. Esse programa é aplicado para monitorar a quantidade de sódio consumido em excesso na alimentação e também a quantidade presente em produtos industrializados (MARTELLI, 2013).

Ao consumi produtos industrializados, consome-se também elevadas quantidades de sódio, isso porque este elemento está presente nos aditivos com objetivo de conservação dos alimentos. Pode-se dizer que 75% do sódio consumido provém de alimentos processados, 10% é consumido de forma intrínseca e 15% do consumo se dá por sódio adicionado ao alimento. O consumo de sódio diário

recomentado para um adulto é de 1,3 g, o que equivale 3,8 g sal/dia (AVOZANI et al, 2014; LOHMANN, 2008).

Quando se trata do sódio no leite, além da quantidade natural que o próprio produto possui, no processo de beneficiamento UHT, existe a adição de estabilizantes de sódio, contudo esta adição deve ultrapassar a quantidade de 0,1 g/100 ml (MAPA, 2016).

Estudo realizado por Buzzo et al (2015) sobre o teor de sódio em leites industrializados consumidos em diversas regiões no Brasil, encontrou de 44 a 171 mg/200 mL de sódio, com média de 109 mg/200 mL; esses valores mostraram que 37 % das amostras de leites UHT possuíam teores superiores do que o mencionado no rotulo. Souza et al (2017), revelaram que o leite da região sul, possui teor de sódio entre 119,8 a 138,6 mg/200 mL.

3.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE LEITE

Obter um leite de qualidade é algo relevante tanto para a indústria leiteira como para os produtores, pois afeta o produto final ofertado e conseqüentemente o lucro obtido com a venda. Os principais fatores que influenciam a produção/composição, bem como a qualidade do leite são referentes ao animal (genéticos e fisiológicos) e fatores inerentes (ordenha, alimentação, sanitário e ambientais) (SOUZA, 2017; SANTOS 2016).

3.4.1 Fatores Referentes ao Animal

O fator genético é responsável por mudar a composição do leite, o principal componente que sofre influência deste fator é a quantidade de gordura e em menor escala a composição de minerais. Segundo Santos (2016), pesquisas realizadas pela Universidade Federal de Lavras, encontrou variações de gordura de 2,5-6%; água de 84-90%; lactose de 3,5-6%, proteínas de 2,8-4,5% e minerais menos de 1%. As raças leiteiras selecionadas tendem a produzir maior volume de leite com quantidade menor de sólidos. (SOUZA, 2017; SANTOS 2016)

As alterações fisiológicas, podem ocorrer devido ao escore corporal do animal, fase da lactação, número de partos e de doenças. O escore da condição corporal (ECC) consiste em mesurar a relação entre engorda e reprodução do animal, essa avaliação influencia tanto na composição como na produção de leite, se os animais apresentam baixo peso o leite tende a ter menor quantidade de gordura, lactose e proteína. (VASCONCELOS e SANTOS, 2007)

A lactação é a formação do leite. Na fase inicial o gado leiteiro produz maior volume de leite (primeiro/segundo mês pós parto), ocorre também a secreção do colostro e na fase final da lactação, ocorre o aumento dos sólidos totais no leite, uma vez que volume é reduzido de forma que os compostos do leite se tornam mais concentrados. Doenças como mastite, causam variação na quantidade de leite produzido e também diminui a quantidade de lactose e gordura. (SOUZA, 2017; SANTOS 2016).

Ainda em relação aos fatores fisiológicos, animais que tiveram de maior número de partos tende a ter maior produção de leite (terceiro/quarto parto), contudo após certa quantidade de partos, a quantidade de leite produzida se estabiliza ou tende a diminuir. Além do aumento da quantidade de leite produzido, ocorre variação na composição do leite, pois quando se encontram em sua segunda/terceira lactação ocorre um aumento dos teores de sólidos, mas esses níveis diminuem a partir da quarta lactação do animal. (SOUZA, 2017; SANTOS 2016).

3.4.2 Fatores Inerentes ao Animal

Entre os fatores que interferem na produção de leite, os quais não estão relacionadas de forma direta com o animal é a ordenha. Quando realizada de forma inadequada diminui a produção por reter parcialmente o leite, além de poder causar doenças, como mastite; outro fator associado a ordenha é a quantidade realizada, pois quanto maior o número de ordenhas diárias maior a produção de leite. (SOUZA, 2017; SANTOS 2016).

A prática de ordenha diária aumenta não só a produção como eleva o conteúdo de gordura nas vacas ordenhadas. O leite obtido no final da ordenha difere na composição em relação ao do começo, no final o leite é mais rico em gordura; mas a média obtida das diferenças é de 3,5%. (SOUZA, 2017).

O clima/ambiente em que o gado leiteiro se encontra pode acarretar variações na composição do leite, em lugares mais frios o conteúdo de gordura do leite aumenta, enquanto que o calor causa o efeito inverso. Isso porque, o clima quente causa elevação da taxa respiratória e a variação sazonal o desconforto térmico; além disso, o calor diminui a produção de leite, pois em temperaturas elevadas os animais comem menos e conseqüentemente produzem menos. (SANTOS, 2016).

A falta de cuidados sanitários adequados em rebanhos leiteiros expõe os animais a doenças (causando dor), além do desconforto; podendo resultar em diminuição da produção de leite. (SOUZA, 2017; SANTOS 2016).

Outro fator importante é o manejo alimentar, uma vez que melhora o potencial genético do gado leiteiro, interferindo tanto na quantidade produzida como na composição do leite. A gordura é o constituinte mais variável com a alimentação, já a proteína, sais e lactose sofrem menor influência. (SANTOS, 2016; CARVALHO *et al*, 2002). Algumas ações na alimentação que podem mudar a composição dos sólidos no leite são: quantidade/fonte de proteína, qualidade/tipo de fibra e aditivos. O contratado quando ultrapassa 50% diminui a quantidade de gordura no leite; já a quantidade elevada de proteína na alimentação resulta em aumento de proteína no leite, contudo em excesso torna-se inconveniente. (NEPOMUCENO, 2016; MUHLBACH, 2018; CARVALHO *et al*, 2002).

A quantidade e a qualidade das fibras na alimentação do gado leiteiro representam os principais fatores de influência na quantidade de gordura do leite; porque a fibra efetiva realiza a manutenção do pH ruminal, e isso maximiza a produção de um leite de qualidade. Os aditivos mais adicionados a alimentação são os tamponantes, ionóforos ou então os modificadores ruminais, e eles influenciam os teores de gordura no leite. (NEPOMUCENO, 2016; MUHLBACH, 2018; CARVALHO *et al*, 2002).

Tanto a quantidade quanto a qualidade de fibras que serve de alimentação para o gado leiteiro representa o principal fator de influência na quantidade de gordura do leite; porque a fibra efetiva é o que realiza a manutenção do pH ruminal, maximizando a qualidade do leite produzido. Os aditivos mais adicionados a alimentação são os tamponantes, ionóforos ou então os modificadores ruminais, também influenciam os teores de gordura no leite, pois os tamponantes diminuem a queda do pH ruminal para que o teor de gordura não seja reduzido, já os ionóforos

atuam reduzindo o teor de gordura e aumentando a produção do leite. (NEPOMUCENO, 2016; MUHLBACH, 2018; CARVALHO et al, 2002).

3.5 PROPRIEDADES FÍSICAS DO LEITE RELACIONADA A ACIDEZ, DENSIDADE E ÍNDICE CRIOSCÓPICO

A qualidade do leite é determinada por parâmetros relacionados as propriedades físico-químicas e higiênico-sanitários. Para controlar físico-quimicamente a qualidade do leite, bem como a parte microbiológica é importante a determinação das propriedades físico-químicas e aplica-las nas indústrias de beneficiamento do leite rotineiramente. Essas determinações garantem que os direitos da população que usufruem deste produto sejam respeitados, pois essas análises certificam se o leite captado para beneficiamento não foi adulterado por adição de outras substâncias. (BRITO; BRITO, 2001; RODRIGUES et al, 2013; TRONCO, 2003).

As provas físico-químicas usualmente utilizadas nas indústrias leiteiras são: densidade, acidez, extrato seco total, índice de refração, extrato seco desengordurado e ponto crioscópico (TRONCO, 2003). Contudo, este trabalho se concentra nas propriedades relacionadas a acidez, densidade e índice crioscópico.

3.5.1 Densidade

Conceitualmente a densidade é uma propriedade da matéria que relaciona massa e volume, logo define a quantidade de massa que está contida por unidade de volume. Quando se utiliza este conceito para produtos como o leite, é importante obter o cálculo do peso do mesmo para que a técnica possa ser utilizada para investigação de adulteração. O equipamento empregado para essa leitura é denominado termolactodensímetro, usualmente trabalha na temperatura de 15 °C ou então o valor obtido é corrigido para esta temperatura. (AFONSO et al., 2013; BRITO et al., 2018).

Segundo a EMBRAPA (2017), valores de densidade abaixo de 1,028 pode ser indicativo de adição de água no leite ou então indicar problemas com o gado leiteiro,

desde problemas com a saúde até alimentação. Já valores acima de 1,034 podem indicar adição de outras substâncias ou então que o leite sofreu desnate. (BRITO et al., 2018; RODRIGUES et al., 2013).

3.5.2 Índice Crioscópico

O índice crioscópico ou ponto de congelamento pode ser definido como a temperatura de congelamento do leite. Esta análise foi criada para detecção de fraude no leite por adição de água há 100 anos atrás, pois a crioscopia do leite é mais baixa que a da água, por ser um produto que possui substâncias solúveis presentes, como a lactose e sais minerais. Este método é preciso e confiável, dado que o crioscópio consegue detectar desde 0,2 % de água adicionada. (SANTOS, 2012; SANTOS, 2008).

O ponto de congelamento do leite bovino varia entre $-0,512\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-0,531\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-0,530\text{ }^{\circ}\text{H}$ a $-0,550\text{ }^{\circ}\text{H}$), desta forma sabe-se que houve adição intencional de água ao leite quando este índice aumenta, aproximando-se do ponto de congelamento da água (0°C) (SANTOS, 2012; SANTOS 2008).

Além da fraude por adição água, fatores como a raça e ambientais podem influenciar neste índice. Isso porque a raça do animal pode causar mudanças nas concentrações de proteínas do leite, aquelas mais produtivas e com menor teor de proteína possuem a crioscopia mais próxima do ponto de congelamento da água (SANTOS, 2012; SANTOS 2008). Além disso, a lactose, os cloretos e componentes solúveis em água também causam variação no índice crioscópico. O estágio da lactação, estação e nutrição causam diferença na ordem de $\pm 0,0169\text{ }^{\circ}\text{C}$ neste tipo de análise. (SANTOS, 2012; SANTOS 2008).

3.5.3 Acidez

A acidez é amplamente usada como critério para aceitar ou rejeitar o leite em indústrias lácteas, isso porque o controle da acidez durante os processos que o leite passa é de vital importância para qualidade do produto. Existem diversos métodos para determinação da acidez em leite, tais como: grau Dornic ($^{\circ}\text{D}$) com normalidade

N/9 (0,111N), grau Thorner (°T) com normalidade N/10 e grau Soxlet- Henkel (°SH) com normalidade N/4; contudo a acidez titulável geralmente é expressa em graus Dornic (°D) ou em porcentagem (%) de ácido láctico. Ambos têm em comum a necessidade da titulação do leite analisado com o hidróxido de sódio (FERREIRA, 1995).

O leite normal (fresco) não possui ácidos, contudo apresenta determinada acidez que pode ser detectada por meio da titulação, devido à presença de alguns fosfatos, minerais, proteínas e gás carbônico. (BRITO et al., 2018; FERREIRA, 1995).

Existem alguns fatores que podem afetar a acidez do leite, como: estágio da lactação, mastite, atividade enzimática, variação da composição do leite, raça e soluções neutralizantes. Dependendo da raça do gado leiteiro (como a Jersey) o leite possui maior riqueza em sua composição, elevando a acidez; já na lactação no período do colosso a acidez é mais elevada e doenças como mastite causam a diminuição da acidez. (FERREIRA, 1995; RODRIGUES, 2013).

3.6 ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

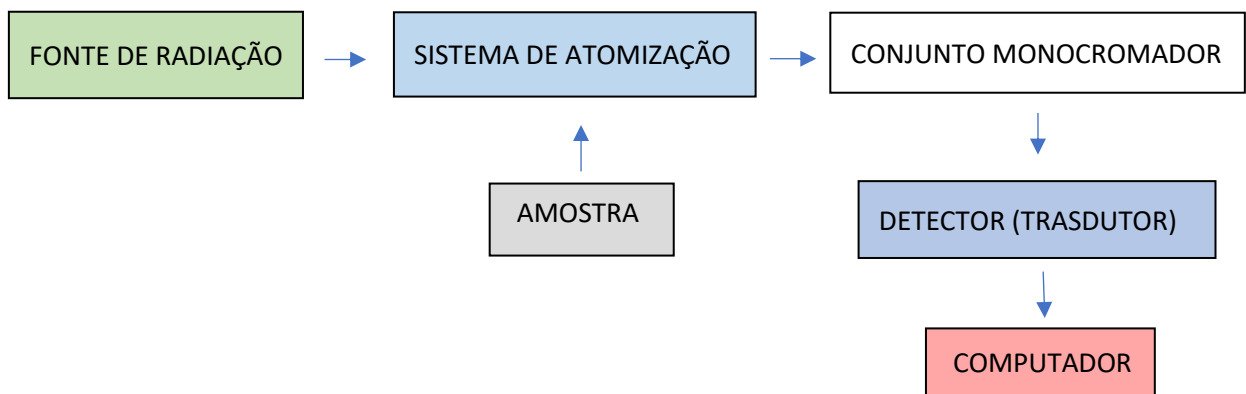
A espectroscopia é uma técnica de análise empregada para o estudo de elementos de uma amostra por meio de seu espectro eletromagnético ou de massa. Essa técnica é baseada na medida da absorção de uma intensidade de radiação eletromagnética resultante de uma fonte de radiação primária, que provem de átomos gasoso em seu estado fundamental; a absorção de energia torna possível a ocorrência de transição eletrônica, e os átomos passam para um nível superior de energia e após regressa para o nível fundamental. (KRUG et al., 2004; PERKINELMER, 2013).

Quando a transição eletrônica de um elemento ocorre, este apresenta um comprimento específico de onda, por meio da absorção e emissão específica se torna possível a identificação e a quantificação do elemento objeto de estudo. Os métodos de análise que possuem este princípio são a espectrofotometria de absorção atômica com atomização em chama (FAAS - Flame Atomic Absorption Spectrometry); a espectrofotometria de absorção atômica em forno de grafite (ETAAS - Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry); a espectrometria por emissão ótica com plasma

acoplado indutivamente (ICP-OES) e a espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). (KRUG *et al*, 2004; PERKINELMER, 2013).

Apesar dos diversos tipos de métodos, o foco este trabalho é a FAAS, com este equipamento é possível a realização de análises quantitativa em elementos metálicos na forma de solução líquida, sólida e gasosa. (ALVES, 2011; KRUG *et al*.) Os componentes básicos que compõe esse equipamento são a fonte de radiação, conjunto monocromador, sistema de atomização, processador e detector; o fluxograma 1 ilustra as etapas de funcionamento. (ALVES, 2011; KRUG *et al*.)

Fluxograma 1 - Esquema de funcionamento do espectrofotômetro de absorção.



Fonte: AUTORA (2018)

No esquema apresentado acima, a amostra é introduzida no compartimento de sistema de atomização por aspiração, nesta etapa de atomização os dois principais métodos aplicados são via chama ou por eletro termicamente via forno de grafite. A fonte de radiação usadas para este método geralmente são lâmpadas de cátodo oco (HCL) ou lâmpadas de descarga (EDL), o monocromador é o que define o comprimento de onda para realização da medição e detector é o equipamento capaz de processar o sinal recebido para o software. (ALVES, 2011; PERKINELMER, 2013)

Comparando a FAAS com a ETAAS, a primeira é mais aplicada para análises em nível de mg/L e a segunda para determinar baixas concentrações a nível µg/L. (ALVES, 2011; PERKINELMER, 2013).

4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.1 OBTENÇÃO DA AMOSTRAS

As amostras foram coletadas em dois supermercados locais na cidade de Ponta Grossa (Paraná), sendo do tipo integral e tipo de processamento longa vida (UHT). A quantidade adquirida de diferentes marcas de leite foram oito, representativas das marcas mais consumidas no mercado paranaense, sendo uma delas sem a adição de aditivos no leite, uma fortificada e as demais sem diferenciação entre si. Foram adquiridos dois lotes diferentes de cada marca, totalizando dezesseis amostras no estudo.

4.2 INSTRUMENTAÇÃO

4.2.1 Espectroscopia de Absorção Atômica

A espectroscopia foi realizada com um espectrômetro de absorção atômica de modelo AANALIST 700 PERKIN ELMER para a quantificação de sódio, ferro e magnésio nas amostras de leites.

Figura 5 - Representação do espectrofotômetro de absorção



Fonte: PERKINELMER (2018)

4.2.2 Crioscopia

A crioscopia foi realizado com um crioscópio LAKTON, equipamento que mede o ponto de congelamento de amostras de leites com uma faixa de uso de 422 mH° a 621 mH°; tendo o tempo de análise por amostra de aproximadamente 2,5 minuto e comporta um volume de 2,5 mL de amostra.

Figura 6 - Representação do crioscópio



Fonte: LAKTRONIC (2018)

4.2.3 Termolactodensímetro

Para se determinar a densidade do leite o instrumento utilizado foi o termolactodensímetro. Para isso, o diâmetro mínimo que o instrumento deve ser introduzido é de 20 mm maior que o equipamento em si. A leitura da densidade é realizada no tipo do menisco do equipamento e a leitura deste equipamento possui uma faixa de temperatura especifica de 15 °C. Desta forma, quando a leitura feita se encontrava em uma temperatura diferente da amostra, era necessária a correção da densidade do leite.

Figura 7 - Representação do termolactodensímetro



Fonte: NORCES (2018)

4.2.4 Bloco Digestor

Para o preparo da amostra o instrumento utilizado foi o bloco digestor SL 25/40, com isolamento de fibra de cerâmica para aquecimento uniforme e uma faixa de temperatura de 50 °C a 450 °C.

Figura 8 - Representação do bloco digestor



Fonte: A AUTORA, 2018

4.3 REAGENTES

Todos os reagentes utilizados nos experimentos foram de grau analítico e cedidos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). O ácido nítrico (HNO_3), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) da marca REATEC, o suspensor de cério 10%, hidróxido de sódio (NaOH) e o indicador fenolftaleína, o padrão de ferro, sódio manganês foram disponibilizados pelo laboratório de Métodos Instrumentais.

4.4 PROCEDIMENTO

4.4.1 Determinação de Sais

4.4.1.1 *Preparo da Amostra*

O preparo das amostras de leite foi realizado por meio da digestão da matéria orgânica no bloco digestor SL 25/40, em triplicata. Nas provetas que se encaixam no suporte do bloco digestor, foram adicionados 10 mL de leite; as amostras foram inseridas no bloco digestor e aquecidas para que o excesso de água fosse reduzido. Aproximadamente após meia hora de aquecimento adicionou-se 1 mL de ácido nítrico (HNO_3) em cada uma das provetas com as amostras; aqueceu-se por mais duas horas e adicionou-se 2 mL de ácido nítrico (HNO_3) e 1 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

O experimento continuou sob aquecimento; sendo que ao longo do experimento buscou-se manter o aquecimento entre 85 °C e 100 °C tomando o cuidado de não deixar que as amostras fossem perdidas durante o tempo de aproximadamente 6 horas, até que a coloração das amostras analisadas se tornasse amarelo translúcido. Deixou-se o sistema resfriar para poder realizar a filtração da gordura solidificada da parte líquida de interesse.

Para realização da filtração, montou-se um sistema no qual, sobre o balão volumétrico de 25 mL colocou-se um funil com papel filtro. Dessa forma, separou-se o líquido de interesse já no balão, tendo o cuidado de rinsar o funil e a proveta com

água ultrapura sem perda da amostra. Em seguida, avolumou-se o líquido obtido para 25 mL em balão volumétrico.

Após o preparo de cada amostra, para cada um dos minerais, ligou-se o equipamento e os respectivos gases. Em seguida ajustou-se os parâmetros do equipamento de chama, lâmpada e então realizou-se a leitura de absorbância dos padrões. Em seguida, fez a leitura do branco e gerou-se a curva de calibração do equipamento; após isso realizou-se a leitura de absorbância das amostras e no final fez a leitura do branco novamente. Anotou-se o resultado obtido de cada amostra, dos dados iniciais obtidos da curva e o SD obtido após a leitura final para realizar os cálculos. (APOSTILA EDUARDO CHAVEZ, 2018)

4.4.1.2 Determinação de Sódio

Para a leitura da quantidade de sódio presente na amostra foi necessário realizar sua diluição adaptação ao intervalo de confiança do equipamento. Para que o sódio estivesse na forma atômica para detecção no equipamento foi necessária a adição de suspensor de cézio 10%; todo o procedimento feito para as amostras foi repetido em um tubo sem amostra, chamado de branco.

A diluição ocorreu adicionando-se no tubo 0,75 mL de amostra que estava balão e 9,25 mL, com o fator de diluição (FD) para a leitura do sódio de 400. Após adicionar as amostras nos tubos e diluí-las, em outros tubos foram adicionados o padrão de sódio; em seguida, encaixaram-se todos os tubos no equipamento para realizar a análise. (EDUARDO S. CHAVEZ, 2018)

O cálculo realizado para se obter o LOD da análise foi feito pela fórmula 1:

$$LOD = \frac{3 \times SD}{\text{Slope da curva}} \quad (1)$$

E o a obtenção do LOQ foi obtida pela fórmula 2:

$$LOQ = LOD \times 3,3 \quad (2)$$

4.4.1.3 *Determinação de Ferro*

Para leitura do ferro presente na amostra não foi necessário realizar sua diluição, pois a concentração estava dentro do espectro de confiança. (EDUARDO S. CHAVEZ, 2018)

4.4.1.4 *Determinação de Magnésio*

Para a leitura da quantidade de magnésio, foi necessário realizar a diluição desta para que o equipamento conseguisse ler dentro do espectro de confiança. A diluição ocorreu adicionando-se no tubo 0,06 mL de amostra que estava balão e 10 mL de água ultrapura; todo o procedimento foi replicado nas amostras em um tubo sem a amostra, chamado de branco. Com estas proporções, o fator de diluição desta amostra (FD) foi de 166,67. (EDUARDO S. CHAVEZ, 2018)

4.4.2 *Determinação de Densidade*

A determinação da densidade do leite foi realizada com o equipamento termolactodensímetro. Para isso, adicionou-se 500 mL da amostra de leite em uma proveta com o volume de 600 mL, evitando-se a incorporação de ar no sistema para que não houvesse formação de espumas. Introduziu-se o termolactodensímetro previamente limpo e seco com a amostra analisada na proveta. Deixou o equipamento flutuar no leite sem que encostasse na parede da proveta e após 1-2 min realizou-se a leitura da densidade no menisco do instrumento. De uma amostra para outra, tomou-se o cuidado de se realizar a limpeza do instrumento e da proveta para evitar interferência na análise. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985)

4.4.3 *Análise Crioscópica das Amostras de Leite*

Após ligar o equipamento, abriu-se a torneira lateral para que houvesse renovação da água do banho. Então fechou-se a torneira, completou-se o banho e se

aguardou até que o sistema atingisse -8 °C. Para a calibração, ajustou-se o off set de solução padrão de 530 m °H e calibrou-se para solução padrão de -422 e 621 m °H. Realizaram-se seis análises -422 m° H, pipetando-se 2,5 mL do padrão na cubeta, sem deixar de tomar o cuidado de limpar a cubeta com o padrão e limpar a cubeta com um papel macio; o mesmo procedimento foi aplicado para os padrões 621 e 530 m °H. Após contar que o resultado da calibração foi de 530 m °H, deu-se início as análises, com uma amostra de leite por vez na cubeta do equipamento, tomando o cuidado de limpar as sondas com papel macio e umedecido com água ultrapura. (MANUAL LAKTRONIC, 2018)

4.4.4 Determinação da Acidez das Amostras de Leite

Para determinação de acidez, montou-se um sistema de titulação composto de um suporte universal conectado com uma garra para fixar uma bureta de 25 mL. Na bureta foi adicionado hidróxido de sódio (NaOH) 0,0001 mol/ml, e em um erlenmeyer foi adicionado 10 mL de amostra de leite para análise e 3 gotas de fenolftaleína. Cuidadosamente, abriu-se a torneira da bureta realizando a titulação do leite e esta ação foi cessada ao se obter o ponto de viragem do leite analisado, quando a solução analisada passou a ter a coloração rosada. Em seguida, anotou-se o valor consumido de hidróxido de sódio (NaOH) para se realizar o cálculo de acidez das amostras de leite; e realizou-se este procedimento para cada amostra em triplicata. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985)

O cálculo realizado para se obter a concentração da acidez foi por meio da fórmula 3:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2 \quad (3)$$

Onde: C1 é a concentração conhecida em mol/L da base utilizada para análise;

V1 é o volume gasto de NaOH;

V2 é o volume de leite utilizado para análise;

C2 é a concentração de acidez obtida.

Após realizou-se a transformação dos resultados obtidos por meio da fórmula

4:

$$C = MM \times \eta \quad (4)$$

Onde: C = concentração normal (g/L);

MM = Massa molecular;

η = Concentração molar (mol/L).

5 RESULTADO

5.1 ANÁLISE DA QUANTIDADE DE SAIS.

5.1.1 Análise da Quantidade de sódio.

Para análise, foi feita a leitura do padrão de sódio (Na) no espectrofotômetro de absorção atômica, que em conjunto com a leitura do branco forneceu os seguintes dados da curva de calibração:

Tabela 2 - Dados da curva de calibração para sódio

Parâmetros equipamento	Valor
Slope	0,03180
Intercept	0,00284
R ²	0,999222
Branco	0 (mg/L)

Fonte: ESPECTRÔMETRO DE ABSORÇÃO ATÔMICA DE MODELO AANALIST 700 PERKIN ELMER (2018)

Realizando a média dos resultados, obteve-se:

Tabela 3 - Média dos dados obtidos experimentalmente do sódio

(Continua)

Amostra/ Lote	Media do valor real obtido (mg/L)	Valor obtido em g/100mL de leite	Valor obtido em mg/200mL
A1	316,4	0,03164	63,28
A2	278,93	0,027893	55,786
B1	363,87	0,036387	72,774
B2	283,87	0,028387	56,774
C1	468,8	0,04688	93,76
C2	391,47	0,039147	78,294

Tabela 3 - Média dos dados obtidos experimentalmente do sódio (Conclusão)

Amostra/ Lote	Media do valor real obtido (mg/L)	Valor obtido em g/100mL de leite	Valor obtido em mg/200mL
D1	349,6	0,03496	69,92
D2	423,47	0,042347	84,694
E1	462,13	0,046213	92,426
E2	352,93	0,035293	70,586
F1	488,13	0,048813	97,626
F2	485,73	0,048573	97,146
G1	533,47	0,053347	106,694
G2	389,33	0,038933	77,866
H1	394,93	0,039493	78,986
H2	382,53	0,038253	76,506

Fonte: A AUTORA (2018)

O SD obtido da leitura do equipamento foi de 10, sendo assim o LOD obtido foi de 0,007276 mg/L e o LOQ foi de 0,02183 mg/L.

Observando o valor obtido com permitido por legislação de adição ao leite tipo UHT de emprego de sais de sódio (citrato de sódio; monofosfato, difosfato e trifosfato de sódio) como aditivos e coadjuvantes de tecnologia/elaboração, quantidade não superior a 0,1g/100mL, pode-se dizer que os valores encontrados estão dentro da legislação. E comparando os valores encontrados com os estudos já feitos na literatura por Buzzo et al. (2015) (44 a 171 mg/200 mL) e Souza et al. (2017) (119,8 a 138,6 mg/200 mL), pode-se dizer que os resultados obtidos neste projeto estão de acordo com a variação observada por Buzzo e fora das variações encontradas por Souza. Contudo diferente do que Buzzo observou, os resultados obtidos de teor de sódio por 200 mL não ultrapassaram os valores que a rotulagem dos produtos. Essa divergência pode ter ocorrido pelo fato do estudo de Buzzo englobar diversas microrregiões, e este projeto englobar a região de Ponta Grossa, o que pode trazer variação na bacia leiteira, alimentação e clima.

5.1.2 Análise da Quantidade de Magnésio e Ferro

Para análise, foi feita a leitura do padrão de magnésio (Mg) e ferro (Fe) no espectrofotômetro de absorção atômica, que em conjunto com a leitura do branco forneceu os seguintes dados da curva de calibração:

Tabela 4 - Dados da curva de calibração para o magnésio e ferro

Dados	Valores do Magnésio	Valores do Ferro
Slope	0,45198	0,03180
Intercept	-0,00075	0,00284
R ²	0,995940	0,999222
Branco	0 (mg/L)	0 (mg/L)

Fonte: ESPECTRÔMETRO DE ABSORÇÃO ATÔMICA DE MODELO AANALIST 700 PERKIN ELMER, 2018

Com o cálculo da média dos resultados para o ferro e o magnésio, obteve-se os dados:

Tabela 5 - Dados da média dos resultados obtidos para o magnésio e ferro

(continua)

Legenda da amostra	Valores para Magnésio		Valores para Ferro	
	Media do valor real obtido (mg/L)	Valor obtido em mg/200mL de leite	Media do valor real obtido (mg/L)	Valor obtido em mg/200mL de leite
A1	46,889	9,3778	0,072	0,0144
A2	43,974	8,7948	0,361	0,0722
B1	54,635	10,927	0,079	0,0158
B2	43,031	8,6062	0,100	0,02
C1	45,363	9,0726	6,065	1,213
C2	42,475	8,495	4,063	0,8126
D1	41,365	8,273	0,113	0,0226
D2	41,420	8,284	0,097	0,0194
E1	46,417	9,2834	0,066	0,0132
E2	40,032	8,0064	0,109	0,0218
F1	39,921	7,9842	0,033	0,0066
F2	41,309	8,2618	0,413	0,0826

Tabela 5 - Dados da média dos resultados obtidos para o magnésio e ferro**(conclusão)**

Legenda da amostra	Valores para Magnésio		Valores para Ferro	
Amostra – Lote	Media do valor real obtido (mg/L)	Valor obtido em mg/200mL de leite	Media do valor real obtido (mg/L)	Valor obtido em mg/200mL de leite
G1	43,253	8,6506	0,081	0,0162
G1	44,5297	8,90594	0,051	0,0102
H1	44,197	8,8394	0,212	0,0424
H2	43,197	8,6394	0,161	0,0322

Fonte: A AUTORA, 2018

Os resultados obtidos de LOD e LOQ para o magnésio e o ferro foram:

Tabela 6 - Dados obtidos de LOD e LOQ para ferro e magnésio

PARÂMETROS	MAGNÉSIO (mg/L)	FERRO (mg/L)
SD	0,0012	0,0003
LOD	0,0078	0,00283
LOQ	0,0257	0,009339

Fonte: A AUTORA, 2018

Com base nos resultados, o teor de magnésio encontrado foi entre 99,803 a 136,587 mg/L, de acordo com as pesquisas realizadas pelo autor Gaucheron (2005). Como observado por esse autor, as quantidades encontradas não são suficientes para se ingerir diariamente por adultos (400 mg/dia), portanto, deve-se buscar outra forma de obter magnésio na alimentação.

Outro estudo foi realizado a respeito de minerais no leite UHT pelo autor Silva et al. (2005), na faixa de 38,8 a 62 mg/200 mL. Pode-se afirmar que o valor encontrado neste projeto foi inferior aos do outro autor. Não foi possível comparar os resultados encontrados com a embalagem, pois na rotulagem não consta o teor de magnésio.

Sabe-se que o teor de ferro encontrado no leite é muito reduzido e que por essa razão algumas marcas produzem leites fortificados. Segundo pesquisas feitas por Oliveira (2005), as quantidades de ferro encontradas no leite de vaca variam entre 0,2

a 0,5 mg/L e as quantidades de leite necessárias diariamente para crianças são de 7 mg. Comparando os resultados obtidos neste projeto (0,082- 15,162 mg/L) com o autor, pode-se afirmar uma parte significativa dos valores estava dentro do que o autor encontrou. Os dois resultados com teores bastante elevados do que esperado de ferro estavam de acordo por se tratarem de marca de leite fortificado. Contudo, assim como no estudo do autor, os valores encontrados de ferro estão abaixo do que se deve ingerir diariamente, e por isso deve-se buscar ferro em outros alimentos além do leite. E assim como no magnésio, os teores de ferro não estão expostos na rotulagem para comparações, exceto pela marca de leite fortificado. Segundo a rotulagem, leites fortificados possuem 4,2 mg/200 mL.

5.2 ANÁLISE DOS DADOS ESTATÍSTICOS PELO SASMI-AGRI

5.2.1 Estudo Estatístico em Relação aos Lotes de Sódio

Na tabela 7, estão indicados os resultados do tratamento estatístico da análise da quantidade de sódio (Na) no leite em relação aos diferentes lotes analisados da mesma marca:

Tabela 7 - Estudo estatístico em relação ao lote das marcas de leite na análise de sódio

(continua)

TIPO	Causa da variação	G. L	S. Q	Q.M	F calculado	F (5%) tabelado
A (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	2,08E-05	2,08E-05	19,06932876	7,708875225
	Resíduo	4	4,35E-06	1,09E-06		
	Total	5	2,51E-05			
	C.V (%)	3,51				
B (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	9,60E-05	9,60E-05	6,845147551	7,708875225
	Resíduo	4	5,61E-05	1,40E-05		
	Total	5	0,000152098			
	C.V (%)	11,5				

**Tabela 7 - Estudo estatístico em relação ao lote das marcas de leite na análise de sódio
(conclusão)**

TIPO	Causa da variação	G. L	S. Q	Q.M	F calculado	F (5%) tabelado
C (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	8,97E-05	8,97E-05	7,24219591	7,708875225
	Resíduo	4	4,95E-05	1,24E-05		
	Total	5	0,000139			
	C.V (%)	8,18				
D (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	8,18E-05	8,18E-05	14,2997717	7,708875225
	Resíduo	4	2,29E-05	5,72E-06		
	Total	5	0,000105			
	C.V (%)	6,19				
E (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,000179	0,000179	5,750004286	7,708875225
	Resíduo	4	0,000124	3,11E-05		
	Total	5	0,000303			
	C.V (%)	13,6				
F (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	8,64E-08	8,64E-08	0,002230453	7,708875225
	Resíduo	4	0,000155	3,87E-05		
	Total	5	0,000155			
	C.V (%)	12,7				
G (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,000312	0,000312	30,62347022	7,708875225
	Resíduo	4	4,07E-05	1,02E-05		
	Total	5	0,000352			
	C.V (%)	6,91				
H (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	2,31E-06	2,31E-06	0,129104968	7,708875225
	Resíduo	4	7,15E-05	1,79E-05		
	Total	5	7,38E-05			
	C.V (%)	10,8				

Fonte: A AUTORA 2018

Com auxílio do estudo estatísticos dos dados obtidos por meio do programa SASMI-AGRI, pode-se constatar que em quase todas as marcas de leite não houve diferença significativa entre os lotes; as únicas marcas analisadas que tiveram uma diferença quando aos lotes foram a marca A e D, com uma diferença significativa de 5%, e a marca G com uma significância de 1%. Essa diferenciação é evidenciada quando se obtém o F calculado fornecido pelo programa maior que o F tabelado a (5%); pois caso ocorra o contrário, não há diferenciação.

5.2.2 Estudo Estatístico em Relação as Amostras de Sódio

A tabela 8 estão indicados os resultados do tratamento estatístico da análise da quantidade de sódio (Na) no leite em relação as amostras, ou seja, levando em consideração apenas a marca.

Tabela 8 - Estudo estatístico em relação as amostras de leite na análise de sódio

	Média dos tratamentos	Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calculado	F (5%)	
A	0,029753 c	Tratamentos	7	0,001732	0,000247	7,5783	2,249024	
B	0,032387c		40	0,001306	3,26E-05			
C	0,043013 b		47	0,003037				
D	0,038653 b	Resíduo						
E	0,040753 b							
F	0,048693 a							
G	0,04614 a							
H	0,038873 b							
C.V	14,36%		Total					

Significativo (1%)

Fonte: A AUTORA, 2018

O tratamento estatístico dos dados referente as amostras de leites obtidos pelo programa SASMI-AGRI demonstram que diferença entre a quantidade de sódio presente nas marcas. E aplicando o tratamento de diferenciação de Scott-Knott é possível verificar que essa diferença ocorre de modo que a marca A e B são diferentes da marca C, D, E e H, diferentes das marcas F e G. Por meio das diferenciações é possível notar que a marca A e B possuem um teor menor de sódio, as marcas C, D, E e H teores intermediários e F e G teores mais elevados. A marca A possui essa diferenciação possivelmente porque esta marca estudada é sem aditivos. Como já explicado, aditivos contem sódio e podem ser motivo do aumento deste componente no leite. Quanto às demais marcas e a sua diferenciação da quantidade de sódio, esta variação pode ter ocorrido durante o processamento do leite, pois a quantidade de aditivos pode variar de acordo com a qualidade do leite recebido para o posterior processamento.

5.2.3 Estudo Estatístico em Relação aos Lotes Magnésio

A tabela 9 indica os resultados do tratamento estatístico da análise da quantidade de magnésio (Mg) no leite em relação aos diferentes lotes analisados da mesma marca:

Tabela 9 - Estudo estatístico em relação ao lote das marcas de leite na análise de magnésio

TIPO	Causa da variação	G. L	S. Q	Q.M	F calculado	F (5%) tabelado
A (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	129895,5	129895,5	0,406689	7,708875
	Resíduo	4	1277591	319397,7		
	Total	5	1407486			
	C.V (%)	12,44				
B (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	2019923	2019923	0,842937	7,708875
	Resíduo	4	9585168	2396292		
	Total	5	11605091			
	C.V (%)	31,70				
C (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	125040	125040	1,896213	7,708875
	Resíduo	4	263767,8	65941,96		
	Total	5	388807,8			
	C.V (%)	5,85				
D (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	46,24261	46,24261	0,002439	7,708875
	Resíduo	4	75837,88	18959,47		
	Total	5	75884,12			
	C.V (%)	3,33				
E (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	611558,5	611558,5	10,81357	7,708875
	Resíduo	4	226218,8	56554,71		
	Total	5	837777,3			
	C.V (%)	5,50				
F (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	28901,63	28901,63	1,484561	7,708875
	Resíduo	4	77872,55	19468,14		
	Total	5	106774,2			
	C.V (%)	3,44				
G (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	24462,34	24462,34	0,121889	7,708875
	Resíduo	4	802771,7	200692,9		
	Total	5	827234			
	C.V (%)	10,21				
H (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	24462,34	24462,34	0,121889	7,708875
	Resíduo	4	802771,7	200692,9		
	Total	5	827234			
	C.V (%)	10,21				

Fonte: A AUTORA, 2018

Pode-se constatar que em quase todas as marcas de leite não houve diferença significativa entre os lotes; a única marca analisada que teve uma diferença quando aos lotes foi a marca E com uma diferença significativa de 5%.

5.2.4 Estudo Estatístico em Relação as Amostras de Magnésio

Na tabela 10, podem ser visualizados os resultados do tratamento estatístico da análise da quantidade de Magnésio (Mg) no leite em relação as amostras levando em consideração apenas a marca.

Tabela 10 - Estudo estatístico em relação as amostras de leite na análise de magnésio

	Media dos tratamentos	Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calculado	F (5%)
A	4544,585	Tratamentos	7	2657470	379638,6	0,956983	2,249024
B	4883,277		40	15868151	396703,8		
C	4391,896	Total	47	18525621			
D	4139,265						
E	4322,492						
F	4061,532						
G	4389,12					Não significativo	
H	4369,686						
C.V	14,35%						

Fonte: A AUTORA, 2018

Em relação a quantidade de magnésio (Mg) presente nas amostras estudadas, não houve uma diferença significativa entre as amostras avaliadas.

5.2.5 Estudo Estatístico em Relação aos Lotes Ferro

A tabela 11 indica os resultados do tratamento estatístico da análise da quantidade de Ferro (Fe) no leite em relação aos diferentes lotes analisados da mesma marca:

Tabela 11 - Estudo estatístico em relação ao lote das marcas de leite na análise de Ferro

TIPO	Causa da variação	G. L	S. Q	Q.M	F calculado	F (5%) tabelado
A (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,7776	0,7776	2,069002	7,708875
	Resíduo	4	1,503333	0,375833		
	Total	5	2,280933			
	C.V (%)	113,2				
B (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,004004	0,004004	0,119915	7,708875
	Resíduo	4	0,133567	0,033392		
	Total	5	0,137571			
	C.V (%)	81,52				
C (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	37,55002	37,55002	86,39594	7,708875
	Resíduo	4	1,738508	0,434627		
	Total	5	39,28853			
	C.V (%)	5,21				
D (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,0024	0,0024	0,165173	7,708875
	Resíduo	4	0,058121	0,01453		
	Total	5	0,060521			
	C.V (%)	46,07				
E (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,017334	0,017334	8,685282	7,708875
	Resíduo	4	0,007983	0,001996		
	Total	5	0,025318			
	C.V (%)	20,50				
F (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	1,356126	1,356126	1,059149	7,708875
	Resíduo	4	5,121567	1,280392		
	Total	5	6,477693			
	C.V (%)	203,1				
G (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,008626	0,008626	0,708444	7,708875
	Resíduo	4	0,048704	0,012176		
	Total	5	0,05733			
	C.V (%)	67,05				
H (Lote 1 e 2)	Tratamento	1	0,024067	0,024067	0,149325	7,708875
	Resíduo	4	0,644679	0,16117		
	Total	5	0,668746			
	C.V (%)	86,18				

Fonte: A AUTORA, 2018

Não houve diferença significativa entre os lotes com relação ao ferro, exceto para a marca C com uma diferença significativa de 1% e a marca E com uma diferença mais relevante de 5%

5.2.6 Estudo estatístico em relação as amostras de Ferro

A tabela 12 apresenta os resultados do tratamento estatístico da análise da quantidade de Ferro (Fe) no leite em relação as amostras levam em consideração a marca.

Tabela 12 - Estudo estatístico em relação as amostras de leite na análise de ferro

	Media dos tratamentos	Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calculado	F (5%)	
A	0,541667 b	Tratamentos	7	796,8907	113,8415	92,93824	2,249024	
B	0,224167 b							
C	12,66 a	Resíduo	40	48,99664	1,224916			
D	0,261667 b							
E	0,217917 b	Total	47	845,8874				
F	0,557083 b							
G	0,164583 b	Significativo (1%)						
H	0,465833 b							
C.V	58,66%							

Fonte: A AUTORA, 2018

Com relação ao ferro, houve uma diferença significativa entre as marcas de leite. Aplicando-se o tratamento de diferenciação de Scott- Knott, foi possível verificar que essa diferença ocorre na marca C em relação as demais marcas, visto que essa marca é fortificada.

5.3 CRIOSCOPIA DOS LEITES ESTUDADOS.

Os resultados obtidos para crioscopia pelo manual do equipamento estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Resultados obtidos do índice crioscópico do leite

(continua)

Amostra – Lote	Média temperatura de congelamento (mH°)	Média porcentagem de água
A1	- 527,33	2,37%
A2	-531,33	1,63%
B1	-533,00	1,3%
B2	-528,67	2,07%
C1	-535,67	0,8%
C2	-543,67	0,0%
D1	-537,67	0,43%
D2	-541,33	0,0%

Tabela 13 - Resultados obtidos do índice crioscópico do leite

(conclusão)

Amostra – Lote	Média temperatura de congelamento (mH°)	Média porcentagem de água
E1	-536,67	0,6%
E2	-530,33	1,83%
F1	-530,33	1,77%
F2	-528,67	2,07%
G1	-545,00	0,0%
G2	-530,67	1,7%
H1	-534,33	1,03%
H2	-533,33	1,23%

Fonte: A AUTORA, 2018

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a legislação para o ponto de congelamento do leite deve ser de $-0,530^{\circ}\text{H}$ a $-0,550^{\circ}\text{H}$ (equivalentes a $-0,512^{\circ}\text{C}$ e a $-0,531^{\circ}\text{C}$). Desta forma, com exceção da marca B2, A1 e da F2 todas as demais marcas estão dentro do que é exigido por norma.

5.4 ANÁLISE DE DENSIDADE DOS LEITES ESTUDADOS

Os resultados obtidos pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz para densidade foram:

Tabela 14 - Resultados obtidos da densidade do leite

(continua)

Amostra – Lote	Temperatura	Densidade Corrigida
A1	14°C	1,0318
A2	14°C	1,0328
B1	13°C	1,0321
B2	13°C	1,0326
C1	10°C	1,0330
C2	11°C	1,0322
D1	10,5°C	1,0321
D2	11°C	1,0322

Tabela 14 - Resultados obtidos da densidade do leite

(conclusão)

Amostra – Lote	Temperatura	Densidade Corrigida
E1	15°C	1,0320
E2	14°C	1,0318
F1	11°C	1,0322
F2	11°C	1,0322
G1	14,5°C	1,0324
G2	14,5°C	1,0324
H1	11,5°C	1,0323
H2	12,5°C	1,0325

Fonte: A AUTORA, 2018

Segundo a literatura, valores de densidade abaixo de 1,028 podem indicar adição de água e acima de 1,034, adição de outras substâncias ou desnate. Sendo assim, pode-se dizer que os leites analisados estavam dentro da faixa de densidade exigida segundo o Manual técnico da qualidade do leite e de derivados e, portanto, não parecem ter sido adulterados pela adição de água ou outras substâncias.

5.5 ANÁLISE DA ACIDEZ DOS LEITES ESTUDADOS.

Por meio da metodologia do Instituto Adolfo Lutz, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 15 - Resultados obtidos da acidez

(continua)

Amostra – Lote	Média da conc. em g de ácido por 100ml	Média em °D
A1	0,1573	15,7
A2	0,1551	15,5
B1	0,1651	16,5
B2	0,1606	16,1
C1	0,1807	18,1
C2	0,1736	17,4
D1	0,1753	17,5
D2	0,1748	17,5
E1	0,1719	17,2

Tabela 15 - Resultados obtidos da densidade do leite

(conclusão)

Amostra – Lote	Temperatura	Densidade Corrigida
E2	14°C	1,0318
F1	11°C	1,0322
F2	11°C	1,0322
G1	14,5°C	1,0324
G2	14,5°C	1,0324
H1	11,5°	1,0323
H2	12,5°C	1,0325

Fonte: A AUTORA, 2018

De acordo com a legislação, a acidez em leites tipo UHT devem estar na faixa de 0,14 e 0,18 gramas de ácido láctico/100 mL; desta forma, pode-se notar que a acidez das amostras estudadas está dentro do padrão desejado.

5.6 ASSOCIAÇÃO DOS TEORES DE SÓDIO COM AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA

Para se conseguir fazer uma associação entre a quantidade de sódio presente nas amostras analisadas do leite e algumas propriedades físico-química como o índice crioscópico, densidade e acidez, foi feita uma tabela ilustrando os índices máximos e mínimos obtidos destas propriedades e do sódio.

Tabela 16 - Valores máximos e mínimos do sódio e das propriedades físico-químicas

Variável estudada	Valores máximos e mínimos
Teor de sódio encontrado (g/100mL)	0,029767 ~ 0,048693
Índice Crioscópico (mH°)	-529,33 ~ -539,67
Densidade	1,0319 ~ 1,0326
Acidez (g/100mL)	0,15405 ~ 0,17715

Fonte: A AUTORA, 2018

Dentre a faixa de valores, observou-se que as amostras que apresentavam um menor teor de sódio eram as amostras A, B, D e H, já as amostras que apresentaram um menor índice crioscópico eram as amostras A, B, E, F e H. E com base nos resultados obtidos pode-se associar o aumento do teor do sódio com o aumento da crioscopia, principalmente quando se compara a amostra G1 que tem o maior índice para sódio e o menor ponto de congelamento.

Logo, a teoria afirma o índice crioscópico, segundo a legislação brasileira é de no máximo de crioscopia é de $-0,530^{\circ}\text{H}$ a $-0,550^{\circ}\text{H}$, pois quando esse valor se aproxima de 0°C indica fraude; e ainda segundo pesquisa quando esses valores se aproximam do ponto de congelamento da água pode indicar a um maior presença de teores de lactose, cloretos e componentes solúveis em água. Com base nestas pesquisas, pode-se entender que o aumento da quantidade de sódio presente no leite está de acordo com a diminuição do índice crioscópico, pois torna-se mais difícil o congelamento com esses valores devido a ocorrência de substâncias diluídas na fase líquida, o que condiz com a pratica encontrada.

Realizando esta mesma associação para a densidade, as amostras de leite com menor densidade foram as marcas A, B, D, E e F, e como anteriormente apresentado, as marcas com menor teor de sódio eram a A, B, D e H. Analisando a densidade com a quantidade de sódio presente, sabe-se que teoricamente que uma densidade alta (acima de 1,034) é um indicativo de fralde por adição de outras substancias; sendo assim, pode-se notar que o leite com mais sódio apresenta um valor mais próximo com a densidade alta que indica adição de outras substâncias. Sendo assim, é coerente dizer que o aumento da quantidade de sódio está relacionado com o aumento da densidade do leite.

E para a acidez, as amostras que apresentavam uma menor acidez foram A, B, F e G; em teoria, sabe-se que acordo com a legislação é permitida a adição controlada de aditivos no leite UHT, os quais podem conter sódio e elevar a acidez aparente do leite. Contudo associação realizada para as duas propriedades físico-químicas não foi possível aplicar para a acidez, pois metade dos valores estavam em concordância com a teoria e a outra metade não, tornando essa associação imprecisa.

CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas a respeito do teor de sódio, pode-se concluir que apesar dos resultados encontrados não ultrapassarem a legislação vigente, mas o leite analisado sem aditivos continha um teor de sódio menor; essa diferenciação ficou evidenciada por meio das análises estatísticas realizadas por meio do programa SASMI AGRI. Além da diferenciação entre as amostras terem ocorrido, houve também a diferenciação entre dos lotes analisados em três marcas estudadas.

O estudo realizado para determinar o teor de magnésio e ferro mostraram que a quantidade destes minerais no leite UHT é pequeno. Por meio do estudo estatístico para estes dois minerais conclui-se que ocorreu pouca diferenciação entre os lotes dos dois minerais; contudo para amostra de ferro houve diferenciação estatística devido uma das marcas ser fortificada.

A determinação das análises físico-químicas referentes a acidez e a densidade demonstrou que as amostras estudadas estavam de acordo com a legislação vigente, contudo a análise de crioscopia demonstrou que as marcas A1, B2 e F2 estavam com valores fora do especificado na legislação.

As associações feitas entre o sódio com a densidade e o índice crioscópico demonstrou que é possível dizer que o aumento do teor de sódio está relacionado tanto o aumento da densidade e da crioscopia, contudo esta relação não foi precisa para a acidez.

Como sugestão de futuros trabalhos, podemos indicar aumentar os estudos de todos os minerais presente no leite para assim melhorar a sua associação com as propriedades físico-químicas (densidade, crioscopia e acidez).

REFERÊNCIAS

AFONSO, Júlio Carlos; OLIVEIRA, Bruno de Moura; MELO FILHO, João Massena. A densidade e a evolução do densímetro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 1601. 2013.

ALVES, Daniela Rodrigues. **Industrialização e comercialização do leite de consumo no Brasil**. In: MADALENA, Fernando Enrique; MATOS, Leovegildo Lopes de; HOLANDA JR., Evandro Vasconcelos. Produção de leite e sociedade: uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 2001, cap. 4, p. 75-83))

AVOZANI, P.; SPINELLI, R. B.; ZEMOLIN, G. P.; ZANARDO, V. P. S. Avaliação da ingestão de sódio e o risco de hipertensão arterial em adolescentes das escolas públicas de Erechim - RS. **Perspectiva**, Erechim (RS), v. 38, n. 141, p. 141-150, mar. 2014.

BANNWART, Gisele Cristina Maziero de Campos; PINTO E SILVA, Maria Elisabeth Machado; VIDAL, Gisele. Redução de sódio em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. 2014. Disponível em: <http://sban.cloudpainel.com.br/files/revistas_publicacoes/440.pdf>.

BEHMER, M. L. A. **Leite**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 1984.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 370**: Norma para a Inclusão do citrato no Regulamento Técnico de para Fixação de Identidade e Qualidade do Leite UHT. 1997.

BRITO, M.A.; REINALDI BRITO, J.; ARCURI, E.; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G. **Densidade Relativa**. 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_196_21720039246.html>.

BRITO, M.A.; REINALDI BRITO, J.; ARCURI, E.; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G. **Acidez Titulável**. 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_194_21720039246.html>.

BUZZO, Liane; CARVALHO, Maria de Fátima Henriques; ARAKAKI, Edna Emy Kumagai; MATSUZAKI, Richard; OLIVEIRA, Camila Cardoso; KIRA, Carmen Silvia. **Teores de sódio em leites industrializados consumidos no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/rial74_1_completa/pdf/pdf_final_sem_doi/1632-semdoi.pdf>.

CANAL RURAL, **Produção de leite longa vida**. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/leite/producao-leite-longa-vida-subira-2015-59200>> Acesso em: 05 jun. 2017.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., **GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em**

experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

CARVALHO, Limirio de Almeida; NOVAES, Luciano Patto; MARTINS, Carlos Eugênio; ZOCCAL, Rosângela; MOREIRA, Paulo; RIBEIRO, Antônio Cândido Cerqueira Leite; LIMA, Victor Muiños Barroso. **Embrapa sistemas de alimentação /gado de leite.** 2002. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/alimentacao.html>>.

CASTROLANDA, **Naturalle.** Disponível em: <<http://www.coloniaholandesa.com.br/produtos/naturalle>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_128_21720039243.html>. Acesso em: 05 mai. 2017.

FERREIRA, Célia Lúcia de Luces Fortes. **Acidez em leites e produtos lácteos** (aspectos fundamentais). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais: Imprensa Universitária, 1995.

FOSCHIEIRA, J. L. **Indústria de laticínios:** Industrialização do leite, análise, produção e derivados. Porto Alegre: Suliani Edigrafia Ltda, 2004.

FRIMESA. Disponível em: <www.frimesa.com.br>. Acesso em: 05 mar. 2017.

GAUCHERON, Frédéric. The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, **EDP Sciences**, 2005, 45 (4), pp.473-483. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00900570/document>>.

IBGE, Produção de leite. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985, p. 203-204.

KRUG, Francisco José; NÓBREGA, Joaquim Araújo; OLIVEIRA, Pedro Vitoriano. **Espectrometria de Absorção Atômica Parte 1. Fundamentos e atomização com chama.** 2004. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/AAS-geral-parte-1-revisada.pdf>>.

LAKTRONIC. Produtos. Disponível em: <http://laktronic.com.br/site/index/principal/ver_produto.asp?id=745&id_unidade>.

LEITE, Z. T. C.; VAITSMAN, D. S.; DUTRA, P. B.; GUEDES, A. Leite e alguns de seus derivados: da antiguidade à atualidade. **Química Nova**, São Paulo (SP), v. 29, n. 4, p. 876-880, mar. 2006.

LOHMANN, P.; Dossiê: Os minerais na alimentação. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo (SP), n. 4, p. 48-58, 2008.

LUQUET, F. M. **O Leite**: do Úbere á fábrica de Lacticínios. v. 1. Mem-Martins: Publicações Europa-América, 1985.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – **Rotulagem sob controle**. v. 1. Belo Horizonte: 2016.

MARTELLI, A. Redução das concentrações de cloreto de sódio na alimentação visando a homeostase da pressão arterial. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Digital**, Santa Maria (RS), v. 18, n. 1, p. 428-436, abr. 2014.

NEPOMUCENO, Giane Lima. **Influência da nutrição em gado leiteiro na qualidade do leite**. 2016. Disponível em: <<http://santafeinstituto.com.br/influencia-da-nutricao-em-gado-leiteiro-na-qualidade-do-leite/>>.

NERO, L. A.; MATTOS, M. R.; BELOTI, V.; BARROS, M. A. F.; FRANCO, B. D. G. M. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil Antimicrobial residues in raw milk from four Brazilian milk-producing regions, **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas (SP), v. 27, n. 2, p. 391-393, jun. 2007.

NORCES. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.norces.com/index.php/productos/sub/349>>.

OLIVEIRA, A. **Leite - fatores que influenciam na acidez**. 2018 Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-bovinos-gadodeleite/artigos/leite-fatores-que-influenciam-na-acidez>>.

OLIVEIRA, M.A.A; OSÓRIO, M.M. Consumo de leite de vaca e anemia ferropriva na infância. **J. Pediatr.** (Rio J.) vol.81 no.5 Porto Alegre Sept./Oct. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572005000600004>.

ORDÓÑES, J. A. **Tecnologia de alimentos**. v. 1 e 2. São Paulo: ARTMED, 2005.

PEIXOTO, E. M. A. Sódio. **Química Nova na Escola**, São Paulo (SP), n. 10, p. 1, nov. 1999.

PERKINELMER, **Atomic Spectroscopy A Guide to Selecting the Appropriate Technique and System**. 2013. Disponível em: <http://www.perkinelmer.com/pdfs/downloads/bro_worldleaderaaicpmsicpms.pdf>.

ROCHA, Giulianna Lara. **Influência do Tratamento Térmico no Valor Nutricional do Leite Fluido**. 2004. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/8930/material/TCC-Giulianna%20-%20INFLU%C3%8ANCIA%20DO%20TRATAMENTO%20T%C3%89RMICO%20NO%20VALOR%20NUTRICIONAL%20DO%20LEITE%20FLUIDO.pdf>>.

RODRIGUES, E.; CASTAGNA, A.; DIAS, M.T.; ARONOVICH, M. Qualidade do Leite e Derivados Processados, processamento tecnológico e índices. 2013, **Manual Técnico**, 37 ISSN 1983-5671. Disponível em: <http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/37_Qualidade_Leite_Derivados.pdf>.

SANTOS, M. V. **Ponto de Congelamento do Leite Variação X Fraude**. 2012. Disponível em: <<http://qualileite.org/pdf/Artigos-tecnicos-publicados-em-revista-de-divulgacao/Inforleite/2012/4.pdf>>.

SANTOS, D.M. **Fatores que afetam a qualidade do Leite, folha agricultura Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://folhaagricola.com.br/artigo/fatores-que-afetam-a-qualidade-do-leite>>.

SANTOS, Ricarda Maria e VASCONCELOS, Jose Luiz Moraes. **Milkpoint**, Escore da Condição Corporal em Vacas de Leite. 2007. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/jose-luiz-moraes-vasconcelos-ricarda-santos/escore-da-condicao-corporal-em-vacas-de-leite-33876n.aspx>>.

SILVA P. H. F. Leite: Aspectos de composição e propriedades. **Química Nova na Escola**, Juiz de Fora (MG), n. 6, p. 3-5, nov. 1997.

SILVA, John Lennon; MELLO, Beatris Lisbôa; WYRVALSKI, Claudia do Nascimento; ZUCOLOTTI, Andréia Modrzejewski. **Determinação de Cálcio, Magnésio e Sódio em Leite Bovino Industrializado Uht Tipo B Integral**. 2015. Disponível em: <http://mostra.poa.ifrs.edu.br/2015/site/arquivos/trabalhos/trab_132.pdf>.

SOUZA, Hâmara Milaneze. **Fatores que influenciam na produção e composição do leite** – parte 1 e 2. 2017. Disponível em: <<https://www.vetsmart.com.br/be/2017/08/24/fatores-que-influenciam-na-producao-e-composicao-do-leite-parte-i/>>.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 2. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2003.

VALSECHI, O. A. **O leite e seus derivados**. Araras: UFSCAR, 2001. Disponível em: <<http://www.cca.ufscar.br/~vico/O%20LEITE%20E%20SEUS%20DERIVADOS.pdf>> . Acesso em: 03 mai. 2017.

APÊNDICE A - Tabela de dados para associação do teor de sódio com as análises físico-químicas realizadas no projeto.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de engenharia química- Bacharelado em química

TABELA DE DADOS PARA ASSOCIAÇÃO DO TEOR DE SÓDIO COM AS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS NO PROJETO.

Tabela 17 - Correlação entre o teor de sódio e as análises físico-químicas

Amostra/Lote	Sódio	Índice Crioscópico	Densidade	Acidez
A1	0,03164	- 527,33	1,0318	0,1573
A2	0,027893	-531,33	1,0328	0,1551
B1	0,036387	-533	1,0321	0,1651
B2	0,028387	-528,67	1,0326	0,1606
C1	0,04688	-535,67	1,0330	0,1807
C2	0,039147	-543,67	1,0322	0,1736
D1	0,03496	-537,67	1,0321	0,1753
D2	0,042347	-541,33	1,0322	0,1748
E1	0,046213	-536,67	1,0320	0,1719
E2	0,035293	-530,33	1,0318	0,1605
F1	0,048813	-530,33	1,0322	0,1626
F2	0,048573	-528,67	1,0322	0,1674
G1	0,053347	-545	1,0324	0,1542
G2	0,038933	-530,67	1,0324	0,1539
H1	0,039493	-534,33	1,0323	0,1709
H2	0,038253	-533,33	1,0325	0,1709

Fonte: A AUTORA, 2018

Os dados acima foram usados para a determinação da associação realizada no item 5.6 dos resultados.