



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE QUÍMICA DA UFBA
GRUPO DE PESQUISA EM QUÍMICA ANALÍTICA (GPQA)
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



**“AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
COMPOSIÇÃO MINERAL DO LEITE BOVINO NA CADEIA
PRODUTIVA DO ESTADO DA BAHIA”**

MARIA HELENA SILVA

Salvador, Bahia
Dezembro de 2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE QUÍMICA DA UFBA
GRUPO DE PESQUISA EM QUÍMICA ANALÍTICA (GPQA)
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**



**“AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
COMPOSIÇÃO MINERAL DO LEITE BOVINO NA CADEIA
PRODUTIVA DO ESTADO DA BAHIA”**

MARIA HELENA SILVA

Tese apresentada ao Programa de Pós
– Graduação, Instituto de Química,
Universidade Federal da Bahia, como
requisito parcial para obtenção do grau
de Doutor.

**Orientadora: Prof^a Dr^a Vera Lúcia Câncio Souza Santos
Co-Orientadora: Prof^a Dr^a Maria das Graças Andrade Korn**

**Salvador, Bahia
Dezembro de 2009**

**“...Bem aventurado o homem que teme ao Senhor, que em seus mandamentos
tem grande prazer..”**

SALMO 112

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a existência da vida.

A minha orientadora Professora Vera Câncio pelo apoio orientação e amizade.

A Professora Maria das Graças pela ajuda, apoio, amizade e co- orientação.

Aos membros da Comissão examinadora: Prof. Dr. Sérgio Ferreira, Prof. Dr. Walter Nei, Prof. Dr. Ivaldo Trigueiro e Profa. Dra. Maria Emilia Bavia.

A minha família pela compreensão, dedicação e carinho.

A todos os professores do Instituto de Química da UFBA, por contribuírem na minha formação.

A todos os funcionários do Instituto de Química da UFBA, pela atenção e colaboração.

A Elane, Fernanda e Andréa pela amizade e paciência nesta jornada.

Aos funcionários e amigos MEV/UFBA, Davino, Nilton e Jaqueline.

A Adelmo, Lidércia e Zenira pelo apoio e amizade.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a composição físico-química, avaliar e comparar o conteúdo de minerais no leite e verificar os fatores que influenciam entre a cadeia produtiva e de beneficiamento. Foram avaliados quatro procedimentos para o preparo das amostras (1) digestão ácida com a mistura 3 mL de H_2SO_4 +2,0 mL de HNO_3 +5,0 mL H_2O_2 , com aquecimento em bloco digestor; (2) digestão ácida com a mistura 3 mL de H_2SO_4 +2,0 mL de HNO_3 +5,0 mL H_2O_2 , com aquecimento da placa aquecedora; (3) adição da enzima renina ao leite; (4) incubação em estufa regulada para 35°C. Através dos resultados obtidos, foi recomendado o procedimento (1) e a composição mineral das amostras de leite bovino foi determinada por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES). A exatidão do método foi avaliada utilizando-se uma amostra de material de referência certificado de leite bovino em pó (SRM NIST 8435) e os valores obtidos concordaram com os valores certificados, a um nível de 95% de confiança aplicando-se o teste t – Student. Os resultados demonstraram variação da concentração dos nutrientes a depender da técnica de beneficiamento, estágio de lactação e sanidade animal. Também foi observado que a concentração de Cr, na cadeia produtiva de Feira de Santana, estava acima do nível recomendado pela legislação (ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária), o que pode ser creditado aos materiais dos equipamentos usados para a obtenção do leite.

Palavras-chave: Leite, composição físico-química, nutrientes, cadeia produtiva.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the composition physicist-chemistry, to evaluate and to compare the mineral content in milk and to verify the factors that influence between the productive chain and of improvement of had been evaluated four procedures for the preparation of the samples (1) acid digestion with mixture of (3 mL H_2SO_4 +2,0 HNO_3 and 5 mL H_2O_2), with heating in digester block; (2) acid digestion with mixture of (3 mL H_2SO_4 +2,0 HNO_3 and 5 mL H_2O_2), with heating of the hot plate; (3) addition of the rennet enzyme to milk; (4) incubation in greenhouse regulated for 35°C. Through the gotten results, the procedure was recommended (1) and the mineral composition of the bovine milk samples was determined by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP OES) Accuracy was tested using one standards reference materials SRM NIST 8435 (whole milk powder), and the values are in agreement with certified ones at 95% confident level, using t-Student test. The results had demonstrated variation of the concentration of the nutrients to depend on the technique of improvement, period of training of lactation and animal health. Also it was observed that the concentration of Cr, in the productive chain of Feira of Santana, was above of the level recommended for the legislation (ANVISA - National Agency of Sanitary Monitoring), what it can be credited to the materials of the used equipment for the attainment of milk.

Keyword: Milk, composition physicist-chemistry, nutrients, productive chain.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Características físico-químicas das proteínas do soro do leite	14
Tabela 2 – Composição média do leite de várias raças de gado leiteiro.....	20
Tabela 3 – Influência da idade no teor de gordura do leite	23
Tabela 4 – Principais Tratamentos Térmicos do Leite	27
Tabela 5. Condições experimentais usadas no ICP OES	64
Tabela 6. Resultados médios das determinações das propriedades físico-químicas do leite <i>in natura</i> da microrregião de Ipirá, BA.....	69
Tabela 7. Resultados médios das determinações das propriedades físico-químicas do leite <i>in natura</i> da microrregião de Feira de Santana, BA ...	70
Tabela 8. Composição química do leite de vaca, segundo distintos autores ...	75
Tabela 10. Determinação do LOD e LOQ para os elementos Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, P e Zn	80
Tabela 11. Determinação da composição média do material de referência certificado NIST SRM 8435 por ICP OES após digestão pelo procedimento adotado	81
Tabela 17. Teores médios \pm desvio padrão de Ca, K, Mg, Na e P(mg L ⁻¹) por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva dos municípios de Feira de Santana e Ipirá.....	121

Tabela **18**. Teores médios \pm desvio padrão de Al, Cd, Cr, Cu, Fe e Zn
(mg L⁻¹) em amostras de leite bovino na cadeia produtiva dos municípios de
Feira de Santana e Ipirá..... 125

Lista de Figuras

Figura 1. Reação de Maillard	11
Figura 2. Fluxograma do procedimento de digestão	65
Figura 3. Teor médio de Ca, K, Mg e Na em amostras de leite bovino digeridas pelos procedimentos de extração ácida utilizando bloco digestor, placa e pelos métodos incubado e enzimático	77
Figura 4. Teor médio \pm desvio padrão de Ca, K, Mg e Na em amostras de leite bovino utilizando o procedimento de digestão ácida usando bloco digestor e placa	78
Figura 5. Teores médios \pm desvio padrão de Ca, K, Mg, Na e P por ICP OES em amostras de leite bovino das regiões investigadas.....	82
Figura 5.a - Resultados para cálcio nas amostras de leite das regiões investigadas	83
Figura 5.b - Resultados para potássio nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas.....	85
Figura 5.c - Resultados para magnésio nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas.....	86
Figura 5.d - Concentrações de sódio nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas	87
Figura 5.e - Resultados para fósforo nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas	88
Figura 6. Teor médio \pm desvio padrão de Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn e Zn por ICP OES em amostras de leite bovino coletadas nas regiões investigadas ...	91
Figura 6.1 - Distribuição dos microelementos das amostras de leite investigados por regiões: Feira de Santana, Ipirá, Boquira.....	96

Figura 7. Teor médio \pm desvio padrão de Ca, K, Mg, Na e P por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana – Bahia.....	101
Figura 7 A - Variação do teor médio de Ca na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana – Bahia	103
Figura 7 B - Variação do teor médio de K na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana – Bahia	109
Figura 7 C - Variação do teor médio de Mg na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana – Bahia	110
Figura 7 D - variação do teor médio de Na na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana – Bahia	111
Figura 7 E - Variação do teor médio de P na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana – Bahia	112
Figura 7 F - Coeficientes de correlação encontrados para os minerais avaliados na cadeia produtiva de leite: a) Ca e K; b) Ca e Mg c) Ca e Na; d) Ca e P	114
Figura 8. Teor médio \pm desvio padrão de Al, Cd, Cr, Cu, Fe e Zn em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana-Bahia.	115
Figura 8.1a – Micronutrientes (Al e Zn) nas diversas etapas da cadeia produtiva do leite bovino - Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro, Leite resfriado, Leite esterilizado (UHT) e Leite em pó do município de Feira de Santana – Bahia	117
Figura 8.1b – Micronutrientes (Cd, Cr e Fe) nas diversas etapas da cadeia produtiva do leite bovino - Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro, Leite resfriado, Leite esterilizado (UHT) e Leite em pó	

- do município de Feira de Santana – Bahia	118
Figura 9. Teor médio \pm desvio padrão de Ca, K, Mg, Na e P por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana – Bahia.....	120
Figura 10. Teor médio \pm desvio padrão de Ca, K, Mg, Na e P por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Ipirá – Bahia	120
Figura 11. Macronutrientes - Ca, K, Mg, Na e P em amostras de leite bovino de úbere das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá – Bahia	121
Figura 12. Macronutrientes - Ca, K, Mg, Na e P em amostras de leite bovino de Latão das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá – Bahia	122
Figura 13. Macronutrientes - Ca, K, Mg, Na e P em amostras de leite bovino de Recepção das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá – Bahia	123
Figura 14. Macronutrientes - Ca, K, Mg, Na e P em amostras de leite bovino de tanque de queijo das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá – Bahia.....	123
Figura 15. Macronutrientes - Ca, K, Mg, Na e P em amostras de leite bovino de Tanque de soro das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá – Bahia.....	124
Figura 16. Distribuição dos microelementos Al, Cd, Cr, Cu, Fe e Zn nas etapas das cadeias Produtivas de Feira de Santana e Ipirá	127
Figura 17. Teor médio \pm desvio padrão de Al, Cd, Cr, Cu, Fe e Zn (mg L ⁻¹) por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do	

município de Feira de Santana – Bahia	128
Figura 18. Teor médio \pm desvio padrão e Al , Cd , Cr , Cu , Fe e Zn por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Ipirá- Bahia	130

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 Produção de leite	4
1.2 O Leite e sua importância na Alimentação Humana	6
1.3 Composição do Leite.....	9
1.3.1 Carboidratos.....	10
1.3.2 Proteínas	12
1.3.3 Gordura	14
1.3.4 Vitaminas.....	15
1.3.5 Enzimas.....	16
1.4 Propriedades do Leite	17
1.4.1 Densidade	17
1.4.2 Ponto Crioscópio	18
1.5 Fatores que afetam a composição do leite.....	19
1.5.1 Raça	19
1.5.2 Época de Lactação.....	20
1.5.3 Alimentação / Manejo / Idade da Vaca	22
1.5.4 Mão de Obra e Local de Ordenha	24
1.5.5 Transporte / Armazenamento / Temperatura	25
1.5.6 Tratamento térmico	27
1.5.7 Mastite.....	28
1.5.8 Contaminantes	29

1.5.9 Parâmetros de Células Somáticas	30
1.6 Leite Esterilizado	31
1.7 Leite Desidratado	32
1.8 Composição Mineral do Leite	33
1.9 Procedimento de decomposição por via úmida.....	49
1.10 Espectrometria de Emissão Ótica por Plasma Indutivamente Acoplado..	52
CAPÍTULO II	55
2 Material e Métodos.....	56
2.1 Procedência das amostras	56
2.2 Métodos utilizados para análise físico-química	57
2.2.1 Lipídios - Método butirométrico para leite fluído.....	57
2.2.2 Nitrogênio total	58
2.2.3 Glicídios redutores em lactose	59
2.2.4 Extrato seco total - Método Gravimétrico	60
2.2.5 Extrato seco desengordurado	61
2.2.6 Densidade	61
2.2.7 Índice crioscópico.....	62
2.3 Amostras e reagentes	62
2.3.1 Instrumentação.....	63
2.3.2 Digestão	64
2.3.3 Avaliação da acidez final dos digeridos.....	66

CAPÍTULO III	67
SECÇÃO A - Composição físico-química dos leites de animais mestiços e de animais da raça holandesa.....	69
SECÇÃO B – Seleção do método para avaliação da composição mineral do leite.....	76
SECÇÃO C – Estudo de macro e micronutrientes em amostras de leite	82
SECÇÃO D – Estudo de macro e micronutrientes na cadeia produtiva	100
SECÇÃO E – Estudo comparativo de cadeias produtivas	119
3 CONCLUSÕES	131
4 REFERÊNCIAS.....	133
ANEXOS	170

CAPITULO I - INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O leite é um alimento valioso sob o aspecto nutricional, sendo rica fonte de proteínas, gordura, carboidratos, vitaminas e sais minerais (ALMEIDA et al., 1999); Sendo reconhecido como suficientemente saudável para alimentação de recém nascidos, crianças e idosos.

A composição média do leite pode sofrer variações, uma vez que vários fatores ligados ao manejo, à genética e ao '*status*' nutricional podem afetar os constituintes do leite. As mudanças genéticas influenciam na composição do leite de modo lento, enquanto que as modificações ligadas ao manejo e a nutrição podem proporcionar alterações de forma mais rápida e econômica (GONZÁLEZ, 2004).

A importância nutricional dos alimentos depende de seu conteúdo em nutrientes, da biodisponibilidade destes, e da composição total da dieta. O conteúdo em minerais dos alimentos é influenciado pelas trocas nas práticas industriais assim como pelas preferências dietéticas do consumidor. Um aumento do conhecimento da relação existente entre o conteúdo mineral da dieta e a presença de enfermidades crônicas, tais como hipertensão, osteoporose, ou enfermidades cardiovasculares, tem contribuído para um maior interesse sobre o conteúdo em nutrientes minerais dos alimentos.

Dentre os minerais alguns são considerados essenciais na dieta humana como o sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, manganês, selênio, iodo, e outros, entretanto, um número de outros elementos químicos ocorrem nos alimentos, a exemplo do chumbo, cádmio, mercúrio, os quais, não são essenciais e são considerados tóxicos. Desta forma, a expectativa dos consumidores é que o leite

seja mais seguro e sadio que os demais alimentos. A isenção de resíduos químicos tem sido considerada um importante parâmetro de segurança (CALDAS & SOUZA, 2000).

Um indivíduo adulto possui em seu corpo cerca de 4% de compostos minerais em permanente equilíbrio dinâmico, condição que impõe a necessidade de seu constante fornecimento ao organismo, na quantidade e qualidade exigidas biologicamente. Admite-se que cerca de 30 gramas de minerais sejam eliminados por um indivíduo adulto, no espaço de 24 horas, o que determina que 30 gramas de minerais de reposição devem ser ingeridos nas 24 horas. É necessário lembrar, contudo, que o total de 30 gramas é composto por diferentes elementos, cuja proporcionalidade e especificidade devem ser respeitadas, para que o balanço mineral não seja alterado (LAJOLO, 1995; LAJOLO & MENEZES, 1997).

Trabalhos analíticos sobre os nutrientes em alimentos brasileiros foram bastante desenvolvidos entre as décadas de quarenta e cinquenta anos e início da década de sessenta. Porém, após este período, esse tipo de pesquisa perdeu interesse no campo de investigação, cedendo lugar para as pesquisas na área de toxicologia. O resultado foi que nos últimos anos pouco se fez no Brasil para conhecer melhor nossos alimentos do ponto de vista nutricional. Recentemente, em virtude de novos conceitos científicos surgidos em nutrição e ciências dos alimentos, e do reconhecimento da importância do assunto, o interesse começou a renovar-se (LAJOLO, 1995).

Assim, a obtenção de dados referentes à composição de alimentos brasileiros tem sido estimulada com o objetivo de reunir informações atualizadas, confiáveis e adequadas à realidade nacional. Dados sobre composição de alimentos são

importantes para inúmeras atividades: avaliar o suprimento e o consumo alimentar de um país, verificar a adequação nutricional da dieta de indivíduos e de populações, avaliar o estado nutricional, para desenvolver pesquisas sobre as relações entre dieta e doença, em planejamento agropecuário, na indústria de alimentos, além de outras (HOLDEN, 1997).

Uma avaliação dos teores de minerais presentes no leite é de grande importância para se estabelecer uma dieta balanceada, rica em minerais essenciais à saúde humana, principalmente porque o leite é submetido às diversas técnicas de beneficiamento como a pasteurização, o resfriamento, a esterilização, elaboração de queijos e leite em pó que comprometem o teor de minerais, tanto pela exposição a altas temperaturas, contato com o equipamento ou a falta de sanidade da glândula mamária. Além disso, não existem padrões regulamentares a cerca da composição mineral do leite, tornando-se necessário o conhecimento da composição mineral do leite em toda cadeia produtiva, isto é uma informação básica para o estabelecimento de diversas ações por parte de órgãos governamentais, tendo em vista ser um alimento de primeira necessidade.

1.1 - Produção de leite

O leite é um produto obtido da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas leiteiras saudáveis, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 2002).

O leite está entre os seis primeiros produtos mais importantes da agropecuária brasileira. Pelo faturamento de alguns produtos da indústria brasileira de alimentos na última década, pode-se avaliar a importância relativa do produto lácteo no

contexto do agronegócio nacional, registrando 248% de aumento contra 78% de todos os segmentos (MAPA, 2008).

A produção de leite nacional ultrapassou os 22.254 bilhões de litros anual. Apesar do volume de leite produzido e da importância econômica da atividade leiteira, muitos produtores de leite ainda são considerados de pequeno porte, comercializando o mesmo no mercado informal, na forma “in natura” sem qualquer tipo de tratamento térmico (EMBRAPA, 2009; MONTEIRO, PIRES & ARAÚJO, 2007).

O Brasil é o 7º produtor mundial de leite, com o país passando de importador para exportador de lácteos e com estimativa de expansão da produção. No entanto, essa expressividade não se reflete no consumo: o brasileiro ainda tem um consumo relativamente baixo, 137 litros/habitante distantes de 200 litros/ano recomendados pelo Ministério da Saúde. Como consequência deste baixo consumo temos a má nutrição das crianças o que reflete na educação, na saúde, no trabalho e nos gastos com assistência social (GUIMARÃES et al., 2006). Além disso, no período entre 2000 e 2006, o valor do leite no país caiu cerca de 33% no atacado e 32% no varejo, e o consumidor teve seu poder de compra ampliado em 67% (EMBRAPA, 2009; BRASIL, 2005).

A atividade láctea brasileira tem importância significativa. Movimenta R\$ 17,34 bilhões, em valor de mercado, subtraídos os impostos indiretos e margens de transporte e de comercialização, ou seja, até o portão do laticínio. Desse montante, 54% corresponderam ao consumo das famílias, enquanto restante foi aquisição de demais setores da economia brasileira (MARINS, DANTAS & NAVARRO, 2003). É na atividade primária que o maior volume de empregos é gerado. Os dados mais

recentes disponíveis atestam que cerca de 1,8 milhões de propriedades agrícolas produziram leite em 1995 (IBGE, 2008). Assumindo-se um mínimo de dois trabalhadores atuando continuamente por propriedade, esse segmento gerou pelo menos 3,6 milhões de postos de trabalho permanentes.

SEBRAE (2008), a atividade leiteira é uma das mais importantes do setor da agropecuária e a Bahia tem participação de 3,1% em relação à produção na região Nordeste.

A Bahia conta atualmente com um programa oficial de incentivo a pecuária leiteira, denominado programa de Recuperação da Pecuária Leiteira da Bahia, resultado de uma parceria entre a Secretaria da Agricultura do Estado e o Banco do Nordeste do Brasil. Desde o início do programa, em 1997, já foram aplicados cerca de R\$700 milhões, com a finalidade de estimular a produção e a qualidade, contribuindo para que a Bahia se torne auto-suficiente em leite e derivados nos próximos anos.

1.2 - O Leite e sua Importância na Alimentação Humana

O leite é um importante alimento devido às características nutricionais, baixo custo, ampla distribuição e capacidade de ser transformado em diversos produtos, além de ser utilizado como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios (GOLDBARG, CORTEZ & CORTEZ, 2007).

O leite é considerado o alimento mais completo que existe para o ser humano, sendo amplamente comercializado e consumido pela população, especialmente crianças e idosos (GARRIDO et al., 2001), devido principalmente ao seu alto valor

nutritivo, sua digestibilidade e seu indiscutível valor biológico (RAMOS et al., 2003), fornecendo macro e micronutrientes necessários ao crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde, como, proteínas, gordura, lactose e sais minerais (GURR, 1992; SENA, MENDES & ALMEIDA, 2001; TETZNER et al., 2005).

Os produtos lácteos são as principais fontes de cálcio, nutriente essencial para a densidade mineral óssea e para os dentes, sendo seu consumo de extrema importância para escolares, pois nessa fase ocorre a intensa deposição de cálcio nos ossos. Uma das alternativas, para suprir a necessidade de cálcio dos escolares é a disponibilidade e o incentivo ao consumo de leite na merenda escolar, como já vem sendo feito em outros países. Além disso, também é necessário um suprimento adequado de vitamina D, uma vez que a mesma ajuda a promover a absorção de cálcio e o aumento da mineralização óssea (ARISKOSKI & BISHOP, 2002; BIANCHI, 2005; CORREIA & SILVA, 2004).

Os brasileiros estão consumindo quantidade insuficiente de cálcio, sendo a sua ingestão inversamente associada com o risco de osteoporose. O Brasil tem provavelmente 15 milhões de pessoas com esta enfermidade (SOBRAO, 2005; LERNER, et al., 2000). Além disso, pesquisas indicam que a ingestão de produtos lácteos ajuda a reduzir o risco da hipertensão, obesidade, diabetes tipo 2, cárie dental, doenças coronarianas e de alguns tipos de câncer de cólon e de mama (INSTITUTE OF MEDICINE, 1997).

Pesquisas realizadas no exterior e em Campinas - São Paulo, mostraram que proteínas do soro de leite bovino podem atuar de várias formas, protegendo o sistema circulatório e cardíaco, podendo contribuir, desta forma, para a diminuição dos riscos de patologias cardiovasculares (SGARBIERI, 2004).

O soro do leite e seus componentes oferecem vários benefícios para indivíduos que praticam exercícios físicos regularmente. As proteínas do soro do leite são facilmente digestíveis e de alta qualidade, com uma proporção relativamente alta de aminoácidos de cadeia ramificada como leucina. Estes aminoácidos fornecem fonte de energia durante a execução de exercícios, o que permite que os atletas treinem mais intensivamente por longos períodos de tempo. A abundância de leucina no soro do leite desempenha um papel na síntese de proteínas musculares. Além disso, são ricas em aminoácidos arginina e lisina que podem aumentar a liberação de hormônio de crescimento, sendo considerado um estimulador do crescimento muscular (SANTIN, 2009).

O ácido linoleico conjugado (CLA) tem atraído muita atenção devido a seus potenciais benefícios para a saúde, particularmente como um agente anticâncer. O CLA é um ácido graxo que ocorre naturalmente em animais ruminantes e é produzido no rúmen da vaca a partir do ácido linoleico derivado de plantas. Embora existam pequenas diferenças entre o ácido linoleico e o CLA, existem importantes diferenças biológicas entre eles: o ácido linoleico é conhecido por aumentar o desenvolvimento de tumores enquanto o CLA tem um potencial de inibir esse processo (SANTIN, 2009).

Devido o leite ser um alimento perecível, visto sua natureza nutritiva e, particularmente, por ser uma das principais fontes de alimento para lactentes e crianças em crescimento, deve oferecer o máximo de garantias ao chegar à mesa do consumidor. Desta forma, cuidados adequados de sanidade animal, de higiene sanitária e de preservação para assegurar que o leite fique livre de qualquer

microrganismo patogênico, sem alteração de seu valor nutricional e sabor, se fazem necessários (SOUZA et al., 2004).

1.3 - Composição do Leite

Existem evidências da utilização do leite desde os primórdios da história (SOLER, 1998). Arqueólogos encontraram sinais da existência de ordenha de vacas para obtenção de leite há 9000 anos atrás (ROQUE, SCHUMACHER & PAIVA, 2003).

A lactose é um açúcar pouco solúvel e, quando comparado a outros tipos de açúcares (altamente solúveis), apresenta menor tendência de irritação das mucosas do estômago. No que diz respeito a gordura do leite ela contribui para uma melhor palatabilidade do produto, sendo responsável pelo grande número de ácidos graxos essenciais e pelo valor calórico do leite (1 grama de gordura fornece 9 calorias). Além disso, o valor nutricional da gordura deve-se as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e à presença do caroteno precursor da vitamina A. O leite possui ainda quase 7,5 gramas de minerais por litro, reconhecidamente necessários a nutrição como fonte de cálcio e fósforo (TRONCO, 2008).

A composição do leite, bem como a sua composição mineral tem papel de importância fundamental para a indústria, visto que o rendimento na produção de derivados lácteos é dependente do conteúdo de matéria gorda e de sólidos não gordurosos (GARRIDO et al., 1996); enquanto as propriedades organolépticas do leite e seus derivados dependem da sua composição, principalmente no que se refere ao seu teor em lipídeos.

Segundo Moreira et al. (2006), a composição do leite pode variar de acordo com raça, período de lactação, alimentação, saúde, período de cio, idade, características individuais, clima, espaço entre as ordenhas e estação do ano.

Vários são constituintes do leite. O que se apresenta em maior proporção é a água, sendo os demais formados principalmente por gorduras, proteínas e carboidratos. Existem também pequenas quantidades de substâncias minerais, substâncias hidrossolúveis transferidas diretamente do plasma sanguíneo, proteínas específicas do sangue e traços de enzimas (PINHEIRO & MOSQUIM, 2009).

1.3.1- Carboidratos

A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite, variando de 2 a 7% a sua concentração, nas diferentes espécies de mamíferos. No entanto, a sua concentração é bastante constante na espécie, sendo o componente do leite que apresenta menor variação na composição (4,6 a 5,2% no leite de bovinos). Ela é quase exclusivamente encontrada no leite e na glândula mamária dos animais (NORO, 2001).

A lactose encontra-se totalmente em solução verdadeira na fase aquosa do leite. Trata-se de um dissacarídeo formado por glicose e galactose e apresenta-se numa proporção de aproximadamente 48 gramas/litro. Existem três formas no estado sólido: α e β (anidras) e α - lactose mono-hidratada. Sendo um dos açúcares comuns mais insolúveis. Sua solubilidade a 25°C é baixa (17,8 gramas/100gramas de solução), o que pode causar problemas durante determinados processos ao qual o leite, como produto alimentar é submetido, como, por exemplo, na fabricação de sorvete, leite condensado, doce de leite, etc. A lactose é muito menos doce que a

sacarose e que os monossacarídeos que a compõe. Quando submetida ao processo de aquecimento, ocorre uma reação em presença das proteínas conhecidas como Reação de Maillard (Figura 1).

Esta reação de pardeamento é um fenômeno freqüente nos leites evaporados e esterilizados (TRONCO, 2008).

A ligação das moléculas de glicose e galactose é feita pela enzima lactosesintetase que é composta de duas subunidades, alfa lactoalbumina e a galactosil - transferase. A lactose é um dos principais determinantes do volume de leite, pois representa 50% da pressão osmótica deste, e assim, controla o volume de água do leite (FONSECA & SANTOS, 2000).

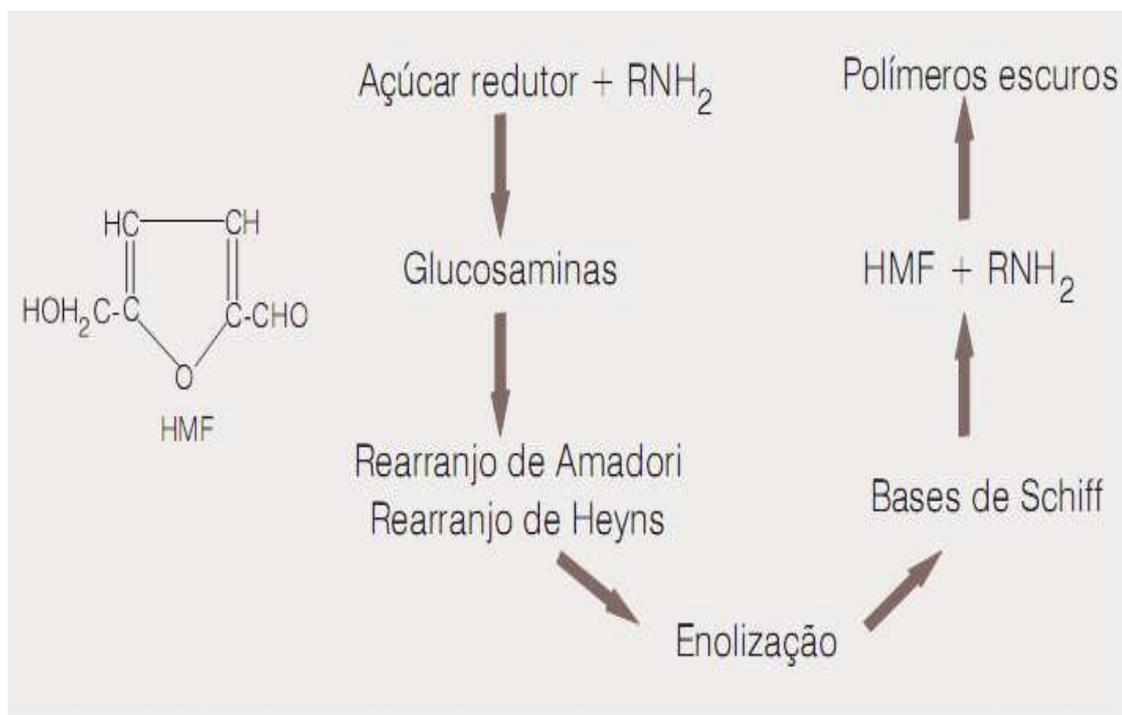


Figura 1. Reação de Maillard

A utilização da lactose pela microbiota intestinal resulta na produção de ácido láctico e na diminuição do pH promovendo o desenvolvimento da microbiota intestinal lactofílica desejável, inibindo o desenvolvimento de bactérias putrefativas e patogênicas. A lactose também é importante porque melhora a absorção do cálcio no organismo, fato explicado pela redução do pH intestinal, que leva a solubilidade e disponibilidade notavelmente maior dos compostos de cálcio constituídos para a absorção (NORO, 2001).

Industrialmente, a fermentação da lactose, por ação microbiana, ocupa lugar de destaque. O número elevado de microrganismos transforma a lactose em ácido láctico. No leite a acidificação é um fato de observação corrente. Em muitos casos a fermentação da lactose com a acidificação do leite é um fenômeno devidamente controlado e dirigido, sendo aproveitado na indústria de laticínios para obtenção de diversos produtos derivados do leite: iogurte, leite acidófilo, queijos, requeijões, etc. (GUIMARÃES, 2006).

1.3.2 – Proteínas

As proteínas do leite compreendem duas frações principais: caseínas, que se apresentam principalmente no estado de partículas coloidais, (micelas) e proteínas do soro, que estão em solução. O leite bovino tem um conteúdo de proteína, expresso como % N x 6,38, de 30-35g/L. Em torno de 80% destas proteínas são caseínas, organizadas em forma de micelas as quais são constituídas por 92% de proteínas e 8% de sais inorgânicos, principalmente fosfato de cálcio (ROMAM & SGARBIERI, 2005).

A principal proteína no leite fresco é a caseína, uma fosfoproteína que se encontra na forma de sal de cálcio coloidal. É formada de micelas, que junto com a gordura dão a cor branca do leite. A caseína é uma, mistura de várias fosfoproteínas muito semelhantes, as α -, β -, γ -e κ - caseína. Coagula pela ação da renina, uma enzima encontrada no suco gástrico, dando a paracaseína. No leite, a caseína se encontra na forma de polímeros, isto é, várias cadeias peptídicas unidas, cada cadeia com peso molecular de aproximadamente 20.000. A caseína é precipitada não só por renina, mas também por ácidos, mas não coagula pelo calor (BOBBIO & BOBBIO, 2003).

As proteínas do soro correspondem a 20% das proteínas do leite sendo que a α lactoalbumina e a β lactoglobulina representam de 70 a 80% do total das proteínas do soro. No soro são encontradas também a albumina de soro bovino, imunoglobulinas, protease-peptonas, lactoferrina, lactoperoxidase e outras enzimas (GIRALDO-ZUÑIGA et al., 2005; Tabela 1).

As proteínas do soro de leite são altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sangüíneas e teciduais a tal ponto que alguns pesquisadores classificam essas proteínas como proteínas de metabolização rápida, muito adequadas para situações de estresse metabólicos em que a reposição de proteínas no organismo se torna emergencial (SGARBIERI, 2004).

Tabela 1 - Características físico-químicas das proteínas do soro do leite

Proteína	Concentração	Massa Molecular	Ponto isoelétrico
β - lactoglobulina	2-4	18,3	5,2
α - lactoalbumina	1-15	142	4,2-5,1
Imunoglobulinas	0,4-1,0	146-900	5,5-8,3
Albumina do soro	0,3-0,6	66-69	4,7-4,9
Protease-peptona	0,5	4-20	-
Lactoferrina	0,05	78-92	8,0-9,0
Lactoperoxidase	0,06	78-89	9,6

Fonte: GIRALDO - ZUÑIGA et al. (2005).

As proteínas do soro de leite são altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais a tal ponto que alguns pesquisadores classificam essas proteínas como proteínas de metabolização rápida, muito adequadas para situações de estresse metabólicos em que a reposição de proteínas no organismo se torna emergencial (SGARBIERI, 2004).

Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro apresentam propriedades funcionais de grande interesse para a indústria de alimentos. A funcionalidade das proteínas é responsável por importantes efeitos no sabor, na aparência e na textura dos alimentos que as incorporam (NEVES, 2001).

1.3.3 – Gordura

A gordura do leite, na sua maior proporção, está formada por triglicerídeos (97-98%), pequenas quantidades de esteróides, ácidos graxos livres e fosfolípidios. O tamanho dos glóbulos de gordura é de aproximadamente cinco micra, produzindo

uma superfície de aproximadamente 100 m² /litro. Esta grande superfície explica a reatividade da gordura, que pode ser aumentada ainda mais, pois a membrana do glóbulo de gordura contém uma quantidade de enzimas catalíticas muito eficientes, o que explica também a elevada digestibilidade desta gordura. Outra vantagem da gordura do leite na nutrição humana é o ponto de fusão dos lipídios do leite, que ocorre abaixo da temperatura do corpo humano (29-32°C). Os glóbulos de gordura encontram-se protegidos por uma membrana de natureza protéica, na qual ficam associados fosfolipídios, proteínas e outras substâncias (TRONCO, 2008).

A diferença mais notável entre a gordura do leite de ruminantes e dos monogástricos é a porcentagem relativamente alta, que os ruminantes apresentam de ácidos graxos de cadeia curta (NORO, 2001).

1.3.4 – Vitaminas

As vitaminas são substâncias orgânicas que em quantidades ideais permitem o crescimento, a manutenção e o funcionamento do organismo. O leite figura entre os alimentos que contém a variedade mais completa de vitaminas. As vitaminas são compostos essenciais que são requeridos da dieta (FONSECA & SANTOS, 2000).

O leite contém ainda diversas vitaminas (mesmo que algumas estejam presentes apenas como traços) classificadas em lipossolúveis (A, D, E, e K) e hidrossolúveis (B e C), todas susceptíveis à destruição por diversos fatores: tratamentos térmicos, ação da luz, oxidação, etc. Por essas razões, quando se faz adição de vitaminas ao leite, é fundamental estabelecer um controle adequado de quantidade de vitaminas que permanecerá no leite após os tratamentos (TRONCO, 2008).

A vitamina A exerce numerosas funções importantes no organismo, como ação protetora na pele e mucosas e também papel essencial na função da retina e da capacidade funcional dos órgãos de reprodução (FRANCO, 2004).

Estudos com vitamina A têm comprovado sua influência sobre a manutenção da integridade funcional do tecido epitelial mamário e o seu envolvimento com a resposta imune celular (PASCHOAL & ZANETTE, 2004).

O conteúdo de vitamina D do leite está diretamente relacionado com o conteúdo de ergosterol da dieta animal e com sua exposição solar. No leite, a vitamina E se encontra na forma de α – tocoferol. A quantidade de α – tocoferol presente no leite apresenta estreita relação com a quantidade na dieta do animal. Ao contrário das outras vitaminas lipossolúveis, o conteúdo de vitamina K do leite depende da ração ingerida pelo animal, bem como da microbiota existente em seu rúmen. As vitaminas do grupo B são sintetizadas pela microbiota do rúmen. O leite bovino contém somente quantidades apreciáveis de riboflavina, inositol e ácido pantotênico. No entanto, um litro de leite pode cobrir entre 33 – 50% das necessidades de riboflavina, 25 – 60% de necessidade de vitamina B6, 33% da necessidade de ácido pantotênico, 20% da necessidade de colina e 20% da necessidade de biotina. A vitamina C se encontra no leite em duas formas ativas: ácido ascórbico, uma forma estável, reduzida, e ácido dehidroascórbico, uma forma reversivelmente oxidada (NORO, 2001).

1.3.5 - Enzimas

Mais de 50 enzimas já foram identificadas no leite da vaca; apenas algumas apresentando interesse tecnológico. Várias enzimas do leite são glicoproteínas,

outras se apresentam associadas a partículas de lipoproteínas. O leite contém lipases que, em determinadas circunstâncias, promovem a hidrólise das gorduras dando origem ao sabor amargo ou “ranço” característico. Embora a hidrólise já possa ocorrer no pH normal do leite (pH 6; 6- 6,7), atividade máxima das lípases se verifica em pH ao redor de 9,0. A oxidase da xantina é encontrada em altas concentrações das membranas dos glóbulos de gordura, representando cerca de 10% da massa de proteínas dessas membranas. A protease é encontrada no leite em associação com as micelas de caseína, atua na faixa de pH 6,5 – 9,0 e é denominada caseinase devido sua preferência pelas caseínas (SGARBIERI, 1996).

Segundo Brasil (2002), a fosfatase alcalina é muito usada na indústria para controlar a pasteurização do leite, processo que se baseia na liberação do fenol de compostos fosforados sendo encontrada no leite cru e destruída pelo calor produzido no processo de pasteurização. A presença dessa enzima em uma amostra de leite pasteurizado constitui indicativo de que o leite não sofreu tratamento térmico adequado, podendo ter ocorrido mistura ou recontaminação de leite cru. A peroxidase serve para controlar a pasteurização do leite a uma temperatura de 85 a 90°C durante 20” aproximadamente, trata-se de uma enzima oxidante, capaz de liberar oxigênio do peróxido de hidrogênio e atua como inibidora de bactéria no leite. A catalase quebra o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio livre. O leite de úberes doentes tem um alto conteúdo de catalase, enquanto que o leite fresco de um úbere saudável contém uma quantidade inferior.

1.4 - Propriedades do Leite

1.4.1 Densidade

A densidade do leite é obtida pelo quociente resultante da divisão da massa de um volume de leite por um (igual) de água, a certa temperatura. A determinação deste parâmetro serve para controlar, até certos limites, fraudes no leite, no que se refere à desnatação prévia ou adição de água. A densidade média do leite pode variar de 1,027 a 1,034g/cm³ (pode-se usar também a expressão 27 a 34° GL – graus lactodensímetros), diminuindo na medida do aumento da quantidade de gordura, o que se dá quando se eleva a proporção de proteína, lactose e sais minerais (TRONCO, 2008).

A determinação da densidade é feita através do termolactodensímetro. A densidade abaixo do mínimo fornece uma indicação da adição de água no leite, e, eventualmente, poderá indicar também problemas de saúde da vaca, ou mesmo problemas nutricionais. Contudo, a densidade depende também do conteúdo de gordura e de sólidos não-gordurosos, porque a gordura do leite tem densidade menor que a da água, enquanto os sólidos não-gordurosos tem densidade maior (BRITO et al., 1999).

1.4.2 Ponto Crioscópico

O índice crioscópico é a medida do ponto de congelamento do leite ou a depressão do ponto de congelamento do leite em relação a água. O ponto crioscópico do leite é relativamente constante e depende da estabilidade de concentração dos constituintes solúveis, em especial lactose e cloretos, de forma que quando ocorre diminuição no teor de lactose do leite imediatamente ocorre aumento correspondente principalmente no teor de cloreto. A lactose responde a 55% da depressão do ponto crioscópico e o cloreto a 25% sendo os 20% restante

devido aos outros constituintes hidrossolúveis como o cálcio, potássio, magnésio, lactatos, fosfatos, citratos (EZEQUIEL et al., 2003).

A temperatura de congelamento do leite é mais baixa do que a da água devido ao efeito das substâncias dissolvidas no leite. O ponto máximo de congelamento do leite aceito pela Regulamentação Oficial Brasileira é $-0,512^{\circ}\text{C}$. Quando se adiciona água ao leite, o ponto de congelamento aumenta em direção ao ponto de congelamento da água ($^{\circ}\text{C}$); (BRITO et al., 1999).

1.5- Fatores que afetam a composição do leite

A qualidade do leite “in natura ”é influenciada por múltiplas condições, entre elas, os inúmeros fatores fisiológicos inerentes ao próprio animal, tais como, fase de lactação, idade, raça, manejo, alimentação, momento da ordenha e volume produzido, entre outros, podem modificar a composição do leite Além disso, a condição higiênica relacionada a própria ordenha, ao ordenhador e ao ambiente de criação, manutenção adequada de ordenhadoras, controle de doenças infecciosas e parasitárias dos animais também podem alterar a qualidade do leite produzido. Assim sendo, torna-se necessário ter pleno conhecimento dos parâmetros normais e dos fatores que podem modificar a composição do leite (FRAGA et al., 2003).

1.5.1 – Raça

Algumas raças produzem em média leite mais rico que outras, mas há grande variação dentro da própria raça devido influência individual. A tabela 2 mostra a composição média de várias raças que entram em competições leiteiras cujos dados

foram compilados por vários autores durante vários anos em raças europeias. Em geral, o leite tem baixo teor de gordura, nas raças que produzem maior quantidade de leite ou alto teor de gordura, nas raças que apresentam baixa produção (OLIVEIRA, FONSECA & GERMANO, 1999).

Tabela 2 – Composição média do leite de várias raças de gado leiteiro.

Raça	Percentual de matéria gorda	Sólidos não gordurosos
Jersey	5,18	9,30
Guernsey	4,88	9,29
Kerry	4,30	9,09
Ayrshire	3,97	9,00
Shorthorn	3,78	9,04
Britishsten	3,87	8,76
South Devon	4,02	9,25
Lincoln	3,76	9,25
Red Poll	3,81	9,09

Fonte: OLIVEIRA, 2005.

1.5.2 – Época de Lactação

A composição do leite altera consideravelmente durante o período de lactação. As condições fisiológicas das células secretoras e também melhores práticas de manejo durante o período seco influem sobre a composição do leite imediatamente após o parto. A secreção produzida logo após o parto, o colostro, é anormal em composição, contendo alta porcentagem de sólidos totais, devido ao elevado teor de proteínas, grande parte desta proteína é a globulina, especificamente a gama-

globulina que representa os anticorpos. Há uma progressiva modificação na composição do leite em cada sucessiva ordenha, e cerca de 7 dias após o parto o leite é praticamente normal. Tem-se observado também que este período pode variar de 3 a 5 dias, mas os limites são imprecisos, sendo que em primíparas pode atingir a composição normal após 10 a 15 dias. O teor de gordura no leite normal tende a declinar durante as primeiras semanas de lactação, continuando uniforme por algum tempo para depois aumentar vagarosamente. Esta tendência para aumentar persiste no final da lactação. O aumento de porcentagem de gordura geralmente coincide com a diminuição da produção diária (OLIVEIRA, FONSECA & GERMANO, 1999).

O fim da fase não-lactante e o início da lactante, juntamente com o estresse do parto acarretam mudanças que afetam o consumo de alimento e o metabolismo das vacas leiteiras. O fim da gestação e o início da lactação representam uma difícil fase para a vaca leiteira devido à grande demanda metabólica. Além do grande requerimento de energia, há também necessidade de enormes quantidades de glicose para sustentar a síntese de lactose pela glândula mamária (LAGO et al., 2004).

A proporção de cada componente no leite está influenciada, em diferentes graus, pela nutrição e pelo status metabólico da vaca. Este último caso envolve a adaptação do animal ao desafio da lactação, que invariavelmente impõe desequilíbrios energéticos, protéicos e minerais, simples ou mistos, de forma particularmente dramática nas primeiras semanas de lactação (GONZÁLEZ, 2004).

Quando as vacas iniciam o terço médio de lactação já ultrapassaram o pico de produção de leite (de 4 a 6 semanas após o parto) e, uma vez que o pico de

ingestão de matéria seca (MS) é alcançado, em torno de 90 dias, geralmente não ocorre mais a perda de peso corporal. Portanto, o ideal é fornecer uma ração que promova melhoria na persistência da lactação (PEREIRA et al. 2005).

1.5.3 - Alimentação / Manejo / Idade da Vaca

A dieta é a fonte imediata dos nutrientes usados na síntese do leite. As alterações na sua quantidade ou qualidade podem afetar a produção e composição do leite. A relação entre dieta e secreção de leite é complexa. Os produtos da digestão, passados do intestino à corrente sanguínea são controlados não somente pela quantidade e qualidade da dieta, mas também pelo tipo de microrganismo que se adapta ao rúmen; a interação entre os dois determina o padrão de produtos elaborados no rúmen e a importância relativa dos diferentes locais de digestão e absorção no intestino. Entretanto, existe ainda uma complexa interação entre a quantidade e composição dos materiais absorvidos do intestino e, a intensidade e liberação de substâncias depositadas no organismo (tecido adiposo, por exemplo). A mobilização de tecidos corpóreos pode compensar parcialmente alguma deficiência da dieta. Uma característica de vacas de alta produção é a habilidade em mobilizar tecidos em períodos considerados como picos de produção (OLIVEIRA, FONSECA & GERMANO, 1999).

A alimentação adequada do animal pode ser usada para aumentar componentes naturalmente presentes no leite que tenham apelo de mercado, especialmente aqueles que sejam reconhecidos como tendo ações benéficas à saúde humana (MEDEIROS et al., 2001).

Os principais transtornos metabólicos nas vacas leiteiras incluem os relacionados com o manejo alimentar, tais como acidose ruminal, desequilíbrios energéticos e protéicos, e deslocamento de abomaso, além de transtornos que envolvem a ruptura do equilíbrio metabólico em função de balanços negativos energéticos (cetose) ou minerais (hipocalcemia). Os alimentos mais perigosos para induzir acidose ruminal são os grãos, as frutas e as farinhas. A redução relativa de fibras estimula o crescimento de microrganismo que degradam os carboidratos simples, diminuindo aqueles com atividade celulolítica (GONZÁLEZ, 2004).

A quantidade de leite tende a aumentar com a idade do animal, até que este atinja sua maturidade. Depois disso, a quantidade de leite e a porcentagem de gordura diminuem ligeiramente com a idade (Tabela 3). A lactose e a caseína são os componentes do extrato seco desengordurado (ESD) (SNG = Sólidos não gordurosos) mais afetados pela idade da vaca (OLIVEIRA, FONSECA & GERMANO, 1999).

Tabela 3 – Influência da idade no teor de gordura do leite.

Idade em anos	Percentual médio em gordura
1	3,87
2	3,76
3	3,66
4	3,63
5	3,63
6	3,69
7	3,63
8	3,64
9	3,60
10	3,48
11	3,42

Fonte: OLIVEIRA, FONSECA & GERMANO, 1999.

À medida que as vacas envelhecem maior a oportunidade de exposição a agentes causadores de mastite, com tendência a infecções mais prolongadas e maior prejuízo para os tecidos da glândula (TEIXEIRA et al., 2003).

1.5.4 Mão de Obra e Local de Ordenha

O leite que uma vaca sadia produz, por si só, é um produto de alta qualidade. Se a ordenha for feita com equipamentos limpos, com ordenhadores aseados e em ambiente higienizado, estará garantida sua conservação (ROSSI, ABREU & MOURA, 2001).

Várias medidas devem ser tomadas durante o processo de ordenha mecânica com a finalidade de minimizar a transmissão de agentes mastitogênicos e diminuir o número de microrganismos que podem ser transferidos ao leite, depreciando sua qualidade microbiológica. A ordenhadeira, a mão do ordenhador, práticas de higiene e lesões nos tetos são fatores importantes que expõe a superfície dos tetos aos microrganismos transmitidos de animais infectados para não infectados durante o processo de ordenha (AMARAL et al., 2004).

A ordenha deve ocorrer em ambiente silencioso para permitir tranqüilidade necessária ao animal para liberação do hormônio ocitocina (substância que faz com que o leite seja liberado), proporcionando a realização de uma ordenha completa. Ambiente hostil e barulhos estranhos provocam a liberação do hormônio adrenalina (substância que impedirá a descida natural do leite) (VEIGA, 2000).

A água utilizada para a limpeza dos tetos e do sistema de ordenha deve ser de boa qualidade e não pode ter contaminantes, como coliformes. A presença de

bactérias na água pode comprometer a qualidade do leite, gerando uma alta contagem de bactérias, sendo importante fazer uma análise microbiológica da água (ROMANO, 2002).

A Instrução Normativa nº 51 preconiza que, as tetas do animal a ser ordenhado devem sofrer prévia lavagem com água corrente seguindo-se secagem com toalhas descartáveis e início imediato da ordenha, com descarte dos jatos iniciais de leite em caneca de fundo escuro ou em outro recipiente específico para essa finalidade (BRASIL, 2002).

Em casos especiais, como de alta prevalência de mamite causada por microrganismos do ambiente, pode-se adotar o sistema de desinfecção das tetas antes da ordenha, mediante técnica e produtos desinfetantes apropriados, adotando-se cuidados para evitar a transferência de resíduos desses produtos para o leite (FONSECA & SANTOS, 2000).

A utilização do cloro como agente desinfetante é prática comum nas propriedades leiteiras do Brasil, uma vez que o produto é bom agente desinfetante e apresenta baixo custo. Entretanto, tem como desvantagem a sua pouca estabilidade, além da não observação dos produtores dos critérios de uso, sem análise do efeito residual ou da sua eficiência, o que pode interferir na qualidade do processo de desinfecção das teteiras, fator este muito importante na prevenção da mastite (AMARAL et al., 2004).

1.5.5 Transporte / Armazenamento / Temperatura

A literatura relata que falhas na cadeia de frio, conservação de alimentos e temperaturas entre 30-45 °C, preparo com grande antecedência seguido de

inadequado armazenamento, uso de matéria-prima contaminada e/ou de má procedência, cozimento ou reaquecimento insuficientes, contaminações cruzadas, utilização de água não potável, são fatores determinantes das enfermidades transmitidas por alimentos (CARDOSO & ARAÚJO, 2005).

Um sistema de resfriamento impróprio também contribui para a proliferação de bactérias. O leite deve ser resfriado imediatamente e estocado a uma temperatura abaixo de 4°C, prevenindo-se deste modo, o crescimento bacteriano. Esses efeitos variam a quantidade inicial de bactérias, a velocidade e eficiência do processo de resfriamento com a redução do tempo de estocagem e com o controle do leite resfriado (BRASIL, 2002).

A obtenção e o armazenamento do leite, por outro lado, estão relacionados diretamente com a sua qualidade microbiológica determinando, inclusive, o seu prazo de vida útil. Recentemente, vem crescendo em importância a preocupação com suas características microbiológicas, já que os microrganismos no leite, além de provocarem alterações tais como a degradação de gorduras, proteínas ou de carboidratos, podem torná-lo um veículo de doenças, uma vez que incluem germes patogênicos (CARLOS et al. 2004).

O RIISPOA determina em seu artigo 493 que o leite seja mantido a 10°C a partir da sua obtenção, e até a 5°C após a pasteurização (BRASIL, 1997).

O monitoramento do leite do tanque é uma necessidade crescente, em face da demanda por leite de alta qualidade. Neste cenário, produtores e técnicos buscam a utilização de meios para controlar as condições de produção. O leite do tanque é onde microrganismo e células somáticas ficam armazenados. Os primeiros podem se originar da glândula mamária de vacas com mastite, da contaminação da pele

dos tetos, das mãos de ordenhadores, da limpeza deficiente dos equipamentos e da água utilizada no processo (SANTOS et al., 2008). Em vários países, é comum se fazer a coleta de uma amostra de tanques diariamente, pagando-se o referente ao lote diário.

Segundo Pinheiro & Mosquim (2009), a estrada de terra é meio de ligação mais comum entre a propriedade leiteira e a indústria de laticínios. Na época das águas, a maioria delas revela um cenário de buracos, valetes e barro dificultando a vida diária dos produtores e dos carreteiros, com isso o leite tem que ficar mais tempo na propriedade, às vezes, sem energia elétrica, perdendo a qualidade.

1.5.6 - Tratamento térmico

Segundo Souza et al.(2004), por sua composição físico-química e microbiológica, o leite é um produto alimentar altamente perecível. Um dos cuidados, logo após sua obtenção, deve ser submetê-lo, o mais rápido possível, a algum processo que evite a multiplicação de microrganismos nele existentes (Tabela 4). A escolha do tipo de tratamento térmico deve considerar a natureza do produto a elaborar, o grau de destruição bacteriana que se deseja alcançar, bem como todo tipo de alteração que pode ocorrer com os constituintes do leite.

Tabela 4 – Principais Tratamentos Térmicos do Leite.

Método de aquecimento	Temperatura/Tempo
Pasteurização lenta, baixa ou descontínua ou LTLT.	62-65°C /30 minutos
Pasteurização rápida, contínua ou alta, de placas ou HTST	72-75°C/ 15 segundos
Esterilização comercial ou UHT (Ultra High Temperature)	130-150°C/2-4 segundos

Fonte: RIISPOA, 1997.

A pasteurização do leite destaca-se por ser um tratamento térmico através do calor, onde deve obedecer ao binômio tempo-temperatura essa etapa visa destruir a microbiota patogênica do produto a partir das saprófitas sem destruir esporos eventualmente presentes, mas conservando seu valor nutricional (CARVALHO et al., 2004).

1.5.7 - Mastite

O quadro de mastite determina uma série de alterações tanto na composição como nas características físico-químicas do leite (FERNANDES, 2000). Essas alterações nas características do leite podem ser atribuídas a três fatores principais: alterações na permeabilidade vascular devido ao processo inflamatório; lesão do epitélio secretor responsável pela síntese de alguns componentes específicos do leite; a ação de enzimas de origem das células somáticas e microrganismos presentes no leite (FONSECA & SANTOS, 2000).

A mastite é uma inflamação da glândula mamária caracterizada por alterações no tecido glandular, causando distúrbios funcionais no quarto mamário afetado. Tais distúrbios resultarão em uma diminuição da produção de leite e alterações em suas características físico-químicas, bacteriológicas e sensoriais (SILVA, PORTUGAL & CASTRO, 1999; GERMAMO & GERMANO, 2008).

Fazer um controle eficiente de mastite é algo que interessa a qualquer produtor. Além de evitar descartes no rebanho, ainda se ganha na qualidade do leite produzido. Mesmo assim, a doença continua sendo um dos problemas que mais geram prejuízos na atividade (PHILPOT & NICKERSON, 2002).

Segundo Amaral et al. (2004), ao serem estudados surtos de mastite em vacas leiteiras estabuladas foram verificados que dentre as medidas a ocorrência da doença, tem grande importância o programa de higiene durante a ordenha, pois seus agentes causais são transmitidos principalmente nesse momento. Medidas de higiene, inclusive a desinfecção de teteiras, entre vacas, aplicadas durante a ordenha em propriedades com grande incidência de mastite subclínica em vacas lactantes, reduziram a prevalência da enfermidade de 96% para 47%.

1.5.8 - Contaminantes

O leite pode conter resíduos de substâncias administradas aos animais como antibióticos (BRITO & BRITO, 2000).

A ampla utilização de antibióticos na pecuária tem contribuído para o controle de várias enfermidades dos animais domésticos, dentre elas as zoonoses. Entretanto, inúmeras vezes ocasionam a ocorrência de resíduos destes medicamentos no leite, sendo uma das principais causas o tratamento dos animais com mastite infecciosa bovina. Os antibióticos são substâncias tóxicas, que causam resultados altamente prejudiciais a indústria láctea, sendo o iogurte o produto mais atingido, devido a transtornos na capacidade de acidificação. Os resíduos dessas drogas, quando presentes no leite, também podem interferir em algumas análises laboratoriais (principalmente enzimáticas) que verificam a qualidade da matéria-prima (MEDEIROS et al., 2004).

Ainda que o hábito de fervura do leite antes do consumo possa auxiliar na prevenção da transmissão de muitas enfermidades, este tratamento não possui ação

sobre contaminantes como antibióticos ou alguns tipos de toxinas bacterianas (OLIVAL & PEIXOTO, 2004).

Os antibióticos utilizados na terapia da mastite podem aparecer no leite durante o período de tratamento e até três dias após sua administração. Os riscos impostos pela presença de resíduos de antibióticos nos alimentos podem ser classificados em três categorias: farmacológicas e toxicológicas; microbiológicas (favorecimento de resistência de microrganismos patogênicos no intestino); e riscos imunopatológicos, como alergias. As razões para se fazer o controle de resíduos de antibióticos no leite, no aspecto toxicológico, incluem a possibilidade desses resíduos causarem reações alérgicas nos consumidores e provocarem o surgimento de resistência bacteriana, além de algumas drogas terem atividade carcinogênica ou mutagênica, como os nitrofuranos, o clorafenicol e a sulfametazina (GUIMARÃES, 2002).

1.5.9 - Parâmetros de Células Somáticas

O termo “células somáticas no leite” (CCS) tem sido utilizado para designar todas as células presentes no leite, que incluem as células de origem do sangue (leucócitos) e células de descamação do epitélio glandular secretor. Em animais saudáveis 65 a 70% do total de células somáticas são células de origem epitelial, enquanto este número cai para 50% em animais com mastite crônica, e alcança valores ainda mais baixos (10 a 45%) em casos mais severos. O aumento da CCS do leite nos casos de mastite se dá pela maior passagem dos leucócitos do sangue para a glândula mamária aliada a uma maior descamação do epitélio lesado (FONSECA et al., 2001).

A contagem de células somáticas (CCS) tem sido usada como uma importante ferramenta para o monitoramento da qualidade do leite e da saúde da glândula mamária, seja para a detecção de mastite subclínica em nível de rebanho, como para estimar as perdas de produção de leite em decorrência da mastite. Células somáticas são normalmente células de defesa (leucócitos) do organismo presentes no leite, que migram do sangue para o interior da glândula mamária combatendo agentes agressores. Assume-se que uma contagem baixa de CCS indica um baixo nível ou ausência de infecção ao longo da lactação (ANDRADE et al. 2004). Para a maioria dos pesquisadores, a CCS acima de 1.500.000 células /mL indica elevado percentual de vacas com mastite subclínica no rebanho (FONSECA et al., 2004).

1.6 - Leite Esterilizado

Segundo Tetra Pak (1996), Ultra Alta Temperatura (UHT) é uma técnica para preservação de alimentos líquidos por meio da sua exposição ao calor intenso por um rápido período de tempo, destruindo os microrganismos do produto. Isto só se aplica se o produto permanecer em condições assépticas, sendo necessário evitar a recontaminação por meio do envase asséptico, após o tratamento térmico, em materiais de embalagem previamente esterilizados.

O leite UHT produzido por aquecimento direto, ou por aquecimento indireto seguido de desaeração, apresenta um conteúdo de oxigênio muito baixo e as perdas de vitaminas durante o armazenamento são insignificantes. Entretanto, no caso dos sistemas UHT por aquecimento indireto, observa-se importantes perdas de vitaminas, não só de ácido ascórbico, como também de ácido fólico, vitamina B₆, e

em menor intensidade, vitamina B₁₂ durante os tratamentos UHT (PINHEIRO & MOSQUIM, 2009).

As proteínas do soro apresentam uma significativa desnaturação, porém não afeta o valor biológico. Durante o aquecimento, a partir das gorduras há formação de lactonas e metil-cetonas, as quais são responsáveis por alteração do aroma do leite (VARNAM & SUTHERLAND, 1995). O sabor de cozido decorrente da reação de Maillard contribui igualmente para o sabor global do leite UHT, mas, na realidade, sua importância é mínima no leite recém processado (ORDÓNEZ et al., 2005).

1.7 - Leite Desidratado

É o produto seco que se obtém mediante a desidratação do leite natural integral ou total ou parcialmente desnatado, submetido a um tratamento térmico equivalente, pelo menos, à pasteurização, realizado em estado líquido, antes ou durante o processo de fabricação (ORDÓNEZ et al., 2005).

O conteúdo de nutrientes no leite em pó depende das perdas durante o processo de concentração, além das que são originadas durante a dessecação. A composição em aminoácidos das proteínas permanece relativamente constante durante a dessecação e instantaneização. As proteínas do leite em pó apresentam as seguintes propriedades funcionais: absorção e a retenção de água, a formação de espuma, emulsificação, solubilidade, viscosidade, gelatinização, estabilidade térmica e coloidal (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

1.8 - Composição Mineral do Leite

Como sais minerais do leite estão incluídos todos os seus constituintes ionizados e em equilíbrio com eles, a exemplo da maior parte das substâncias inorgânicas e de algumas orgânicas onde as proteínas não constituem exceção, pois se encontram associadas também a cátions diversos (PINHEIRO & MOSQUIM, 2009).

No leite estão presentes os cloretos, fosfatos, citratos, potássio, sódio, cálcio e magnésio e, em pequenas concentrações, os microelementos: alumínio, bromo, zinco, manganês, cobre e ferro que podem se encontrar associados às proteínas do produto (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

Cálcio e fósforo

O cálcio é um dos principais responsáveis pelas propriedades físico-químicas do leite, indispensável a estruturação da micela de caseína, participando ativamente no processo de coagulação de suas proteínas e do comportamento térmico do leite (PINHEIRO & MOSQUIM, 2009).

A fração do cálcio encontrada em solução no leite, cerca 1,30%, é praticamente a mesma para todos os leites de qualquer espécie animal, mesmo para o leite de búfala que apresenta níveis mais elevados deste elemento, cerca de 1,88% (VERRUMA & SALGADO, 1994).

O cálcio, principal constituinte da massa óssea, tem inúmeras funções como à formação da estrutura óssea e dentária (VARNAM & SUTHERLAND, 1995). Ele, também, está presente no fluido extracelular, sangue e tecido muscular, na

regulação do ritmo cardíaco e pressão arterial (MACHADO, 2003). O cálcio disponível no leite é facilmente absorvido pelo organismo. A quantidade diária deste elemento varia com a idade: até os 25 anos, de 1.200 a 1.500 miligramas; de 25 aos 50 anos, 1.000 miligramas; e acima dos 65 anos, 1.500 miligramas (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2008).

O adulto deve receber 800mg diariamente. Esta quantidade cobre basicamente as necessidades, permitindo uma margem de segurança. A quantidade recomendada para a mulher grávida é de 400mg adicionais diariamente, para atingir as demandas do feto e da mãe. E para os recém nascidos a quantidade recomendada é de 400mg, desde o nascimento até os seis meses de idade, e de 540 mg dos seis meses até um ano de idade (PHILIPPI et al., 1999).

Admite-se que o leite materno seja o alimento ideal nos primeiros meses de vida, desde que em volume e qualidade satisfatórios. O cálcio do leite é facilmente absorvido devido a presença concomitante de lactose e vitamina D (OLIVEIRA & OSÓRIO, 2005).

Para a ossificação, o elemento mantém estreita correlação com o fósforo, motivo pelo qual ambos são geralmente estudados em conjunto. De fato, um desequilíbrio quantitativo entre cálcio e fósforo pode ocasionar danos sérios ao organismo (GUTIÉRREZ, 2007).

O fósforo é necessário para a formação de ácidos nucléicos, e participa decisivamente na formação, estoque e utilização de energia corpórea. É também usado como tampão (DUTRA-de-OLIVEIRA & MACHINI, 2003).

Os ossos representam primariamente o suporte do corpo, e secundariamente, um tampão que protege o organismo de mudanças bruscas nas taxas de cálcio nos

tecidos moles e fluidos, nos quais o nível de cálcio deve manter-se constante para o desenvolvimento adequado das funções normais (GUTIÉRREZ, 2007).

Apesar de aparentemente estáticos, os ossos mantêm intenso dinamismo, já demonstrado por meio de átomos marcados. Os ossos são continuamente reconstruídos, admitindo-se que 20% do seu cálcio sejam renovados anualmente (BENATTI & TROTTA, 2000).

Os dentes por sua vez são órgãos ricos em tecidos calcificados. As principais estruturas dos dentes são o esmalte, a dentina, o cimento e a polpa. O esmalte tem 97% de minerais, enquanto a dentina só possui de seu peso cerca de 69% dos mesmos componentes minerais (ODA, ZÁRATE-PEREIRA & MATSON, 2001).

Enquanto os ossos têm a capacidade de reparar fraturas ou injúrias, os dentes não podem regenerar as áreas mal formadas durante seu desenvolvimento, ou reparar partes destruídas. Daí ser importante o fornecimento adequado e oportuno dos minerais exigidos para a formação dos dentes (STORRER, AZEM & LIMA 2005).

O cálcio que não está nos ossos e dentes encontra-se nos tecidos moles, em proporção significativa nos músculos estriados e no plasma sanguíneo, no qual alcança a concentração de 10 mg / 100mL, que não pode variar senão 0,5 mg, sob pena de graves danos (BENATTI & TROTTA, 2000).

O cálcio exerce ação sobre a permeabilidade das membranas celulares, sobre a contração e o relaxamento musculares, sobre a transmissão dos impulsos nervosos, bem como sobre a excitabilidade dos nervos periféricos (GRÜDTNER; WEINGRILL & FERNANDES, 1997).

Na coagulação sanguínea, o cálcio é essencial por participar da protrombina necessária a formação da fibrina, a partir do fibrogênio (DUQUE & MELO, 2003).

Geralmente, apenas 20 a 30% de cálcio ingerido é absorvido; algumas vezes somente 10%. A quantidade absorvida depende da natureza da dieta, pois, a não ser que esteja presente em uma forma hidrossolúvel no intestino e não seja precipitado por outros constituintes de dieta, ele não será absorvido. A absorção pode sofrer aumento durante os períodos de crescimento corporal, face à maior necessidade de nutrientes.

Fatores como acidez dos sucos gástricos, presença de vitamina D, proteínas, gorduras em pequena quantidade e lactose favorecem a absorção do cálcio (DUTRA-de-OLIVEIRA & MARCHINI, 1998). O meio alcalino e a presença de ácido oxálico, ácido fítico e grandes quantidades de gorduras são fatores que diminuem a absorção de cálcio. O ácido oxálico combina-se com o cálcio formando o sal insolúvel oxalato de cálcio, e desta forma o cálcio não é absorvido. Similarmente, o fósforo contido no ácido fítico reage com o cálcio resultando em fitato de cálcio que é insolúvel e também não é absorvido pelos intestinos.

A exclusão do leite de vaca e seus derivados da dieta pode acarretar ingestão insuficiente de cálcio (HENRIKSEN et al. 2000; PAGANUS, JUNTUNEN-BACKMAN & SAVILAHTI, 1992; DAVID, WADDINGTON & STANTON, 1984; DEVLIN, STANTON & DAVID, 1989) elemento fundamental para a saúde óssea (NATIONAL INSTITUTES HEALTH, 1994), aumentando o risco de problemas na mineralização óssea (HIDVEGI et al. 2003). Foram descritos casos de raquitismo (DAVIDOVITS et al. 1993), osteopenia e osteoporose associados à baixa ingestão de cálcio, por

períodos prolongados, decorrente de dietas de exclusão do leite de vaca e seus derivados (INFANTE & TORMO, 2000).

Normalmente a maioria do cálcio ingerido é excretado nas fezes e urina. Nos casos de excreção excessiva de cálcio na urina, podem-se desenvolver cálculos renais.

Magnésio

O magnésio é o quarto mineral mais abundante no corpo humano, após o sódio, o potássio e o cálcio. O magnésio participa da transmissão neuromuscular, sendo necessário para o transporte de potássio e para atividade do canal de cálcio. Na sua deficiência ocorre aumento da irritabilidade muscular, arritmias cardíacas e tetania (MAFRA & COZZOLINO, 2004).

O magnésio se associa também ao complexo fosfocaseinato na proporção de um íon de magnésio para 15 íons de cálcio. Cerca de 65% do magnésio encontra-se solubilizado no soro. A atividade do cálcio e do magnésio pode ser reduzida pela adição de agentes complexantes ao leite. O citrato de sódio ou outro agente complexante solubiliza, em parte, o cálcio e todo o fosfato inorgânico, aumentando o pH do leite, devido, possivelmente, a destruição do fosfato tricálcio coloidal e à formação de complexos de cálcio, liberando o íon fosfato que combina com os prótons do meio (VÁSQUEZ, 2003).

O magnésio é um elemento essencial à vida animal, em geral participa de uma série de reações enzimáticas especialmente no metabolismo de açúcares. Ele está presente em todas as células, fluidos e, em especial, nos ossos e músculos do corpo

humano (HATADA, 2004). A maior parte do magnésio do corpo é depositada no osso e o esqueleto do adulto armazena cerca de 60% do magnésio total do corpo. O magnésio desempenha papel antagônico ao cálcio perene, aqueles processos que são estimulados pelo cálcio, o magnésio inibe (BORGES & BORGES, 2008).

A deficiência de magnésio, produzida experimentalmente em diversas espécies animais, promove uma rápida queda de sua taxa no soro sanguíneo e nos ossos, porém não ocasiona grandes alterações nos teores encontrados nos tecidos moles. Essa observação indica que os ossos funcionam como um reservatório do elemento, mas que sua mobilização é lenta, pois, nos casos de redução severa de seu fornecimento alimentar, há diminuição brusca do magnésio sérico. Sua deficiência causa também alterações neuromusculares e gastrintestinais (BUENO, 2008).

Na deficiência de magnésio, aumenta o teor de cálcio no organismo, fenômeno também notado, especificamente nos ossos.

Os rins regulam a concentração extracelular do magnésio como a do potássio. O magnésio é absorvido no intestino delgado numa dieta equilibrada, cerca de 30 a 50% da ingestão oral são absorvidos. Os fatores que aumentam a absorção de magnésio no trato intestinal superior são similares aos que governam a absorção de cálcio, mas a vitamina D não tem efeito sobre a absorção do magnésio. A presença de gorduras, fitatos e cálcio diminui a absorção de magnésio, pois o magnésio e o cálcio são absorvidos pelo mesmo caminho metabólico (HERING, MARQUES & CUPO, 1981).

O magnésio atua como coenzima das fosfatases alcalinas, é um constituinte da carboxilase, exercendo papel saliente no controle da excitabilidade neuromuscular, juntamente com o cálcio, sódio e potássio (AYOMA et al., 2003).

A eliminação do metal se dá preferencialmente pelas fezes, mas não parece existir relação direta entre absorção e eliminação. A urina elimina de 60 a 200 mg diárias de magnésio, sendo a eliminação por esta via, proporcional a quantidade ingerida (HERING, MARQUES & CUPO, 1981). Admite-se que a ingestão diária de 300 a 350 mg de magnésio seja satisfatória, respectivamente para a mulher e o homem adultos.

Sódio e Potássio

O sódio é responsável por cerca de 92% das bases fixas do organismo, por isto facilita o transporte de dióxido de carbono ao doar bicarbonato, o que permite participar ativamente da manutenção do equilíbrio ácido-básico do organismo. O sódio é essencial para a absorção de glicose e para o transporte de várias substâncias pelo intestino. O sódio da dieta é habitualmente absorvido completamente pelo aparelho gastrointestinal. Seus níveis plasmáticos estão entre 135 e 145 meq/L (MARINS, DANTAS & NAVARRO, 2003).

Muitos processos dos organismos de seres vivos que envolvem membranas são controlados pelo equilíbrio relativo dos íons de sódio e potássio presentes. Existe um equilíbrio ideal; no entanto, em muitas situações é justamente o desequilíbrio desse mecanismo que causa diarreia e desidratação em indivíduos acometidos por certas doenças e distúrbios intestinais (PINHEIRO & MOSQUIM, 2009).

O potássio é o principal íon intracelular, atingindo aproximadamente 150meq/L, com níveis sanguíneos normais de 3,5 a 5,5 meq/L. A maior parte do potássio está

no compartimento intracelular por isso a potassemia indica mal sua real quantidade no organismo (DUTRA – de –OLIVEIRA & MARCHINI, 2003; PEDROSO, 2008).

O potássio extracelular contribui para a transmissão dos impulsos dos nervos, para o controle de contração do músculo esquelético e manutenção da pressão sanguínea. O potássio chega ao corpo humano por intermédio dos alimentos, e ele é secretado no suor, sucos gástrico e pancreático e líquidos do intestino delgado (TARDIN & OSHIDA, 2003).

O teor de sódio e potássio no leite varia, respectivamente, de 35 a 45 e de 1950 a 2150 mg por 1000mL, dos quais 5% do primeiro e 6% do potássio encontram-se na sua fase coloidal, associados, possivelmente, a caseína (MARINS, DANTAS & NAVARRO, 2003).

As concentrações de sódio, potássio e cloreto no leite constituem o segundo maior determinante do volume de água presente no leite pela pressão osmótica desses íons, complementando o efeito da lactose na determinação do volume de água presente no leite (ZAFALON et al., 2005).

Microelementos

Microelementos são às vezes também chamados elementos menores. Os ditos elementos traço foram assim designados numa época em que não havia métodos analíticos capazes de quantificá-los na proporção em que se nos apresentavam em diferentes meios biológicos. Assim, mantiveram sua designação tradicional, constituindo, hoje, um conjunto heterogêneo relativamente ao papel biológico que desempenham e à sua essencialidade em nutrição. Os elementos traço são aqueles

que, no corpo humano e nos alimentos correntes, aparecem em taxas iguais ou inferiores a 0,005g por 100g.

Do ponto de vista alimentar, os microelementos podem ser considerados essenciais, não essenciais e de essencialidade ainda não comprovada. Atualmente admite-se como necessário à alimentação os seguintes microelementos: ferro, iodo, cobre, zinco, manganês, cobalto, molibdênio, estanho, cromo, selênio, flúor, vanádio, níquel e silício (DUARTE & PASQUAL, 2000).

Ferro

O leite é pobre em ferro, 0,56 mg L⁻¹. O teor deste metal varia, mas não aumenta com a sua suplementação através da ração. Este elemento se encontra associado à membrana do glóbulo de gordura do leite, sendo necessário à formação da hemoglobina e as enzimas de respiração (LEVY-COSTA & MONTEIRO, 2004).

O íon férrico quando adicionado ao leite promove o desenvolvimento de sabores desagradáveis quando o produto é submetido a pasteurização convencional (73,3°C/16 segundos), havendo indícios de que o íon adicionado proteja a lipase da inativação térmica. Este efeito pode ser evitado adotando-se temperaturas mais elevadas (81°C/16 segundos) ou a remoção do oxigênio do leite por meio de desaeração. Entretanto, de 5,2 a 12,6 ppm de pirofosfato ou de fosfato férrico não causa alteração do flavor do leite, contribuindo para manter a coloração dos dentes e do peso corporal do indivíduo (FILGUEIRAS et al., 2009).

Segundo Westinner, Addazio & Boettcher, (1999), o consumo de leite de vaca não é recomendado para crianças abaixo de 12 meses, tendo em vista o baixo

conteúdo e baixa biodisponibilidade de ferro, os quais podem interferir na absorção do ferro de outros alimentos e provocar perda de sangue oculto nas fezes. Na atualidade, é bastante amplo o conhecimento sobre o metal no organismo humano, bem como seu papel biológico. É essencial à formação da hemoglobina (Fe^{++}), assim como em diversos processos biológicos (GAUCHERON et al. 1997). O percentual de ferro no organismo varia de acordo com a idade, sexo e o estado de saúde, sendo da ordem de 35 a 50 mg por quilo de peso, respectivamente para a mulher e o homem adultos. Na faixa de 65 a 70% estão na hemoglobina, 15% ficam armazenados no baço, fígado, medula e rim, o restante participa na formação de proteínas e reações redox no plasma.

O ferro é essencial para a expansão do volume sangüíneo e da massa muscular, exercendo funções metabólicas ou enzimáticas e de estoque na forma de ferritina e hemossiderina para manter a homeostase (WEINFELD & STORES, 1999).

A maior parte do ferro está presente na hemoglobina (70-80%), uma cromoproteína que tem como grupo prostético o radical heme, presente nos eritrócitos e cuja função é o transporte de oxigênio. Cerca de 10 a 12% do ferro encontram-se na mioglobina, uma cromoproteína globular presente no músculo, que tem a função de fixar o oxigênio proveniente da hemoglobina dos glóbulos vermelhos circulantes, permitindo assim as reações de oxidação que liberam energia (De ANGELIS & CTENAS, 1993).

Apenas 1-2 mg de ferro são absorvidos dos alimentos em 24 horas, principalmente no duodeno, mas também no jejuno e no íleo (GONÇALVES, ANTUNES & ANTUNES, 2001). O mecanismo de absorção do metal, a partir dos alimentos, não está ainda perfeitamente compreendido.

A redução do ferro a forma bivalente (Fe^{++}) melhora a absorção, bem como a presença de vitamina C, simultaneamente no tubo intestinal (ARANHA et al., 2007).

Deve-se observar que o ferro que entra na corrente sanguínea não é aproveitado de uma só vez, mas sim utilizado e reutilizado. Isto faz com que o caminho para a diminuição significativa do metal no organismo seja o da perda de sangue por hemorragia. Fora dessa condição, apenas na faixa de 0,3-0,5 mg de ferro são eliminados diariamente pelas fezes, e 0,1-0,2 mg pela urina e pelo suor, não ultrapassando, na maioria das vezes, o total de 1 mg por dia. Durante o ciclo menstrual são perdidos na faixa de 0,5 a 1 mg de ferro por dia (GROTTO, 2008).

A deficiência de ferro quer por inadequada ingestão, deficiente absorção ou utilização metabólica, quer por perdas sanguíneas, dá origem a estado de anemia que corresponde a um tratamento com ferro. Também, esta deficiência pode afetar o metabolismo no músculo o que se reflete na redução da atividade das enzimas ferrodpendentes.

Certas verminoses podem ocasionar perda de ferro e, portanto, impor a necessidade de reposição orgânica do metal (CROMPTON & NESHEIM, 2002; CROMPTON, 2000; UNICEF/UNU/WHO/MI, 1998; FAO/WHO, 1988).

As necessidades diárias de ferro são estimadas em 10 mg para o homem e 15 a 18 mg para as mulheres em idade fértil. Para crianças de 5 meses a 12 anos de idade, a exigência é da ordem de 7-10 mg sendo um pouco maior para o adolescente de qualquer sexo (TUMA et al., 2003).

Cobre

O cobre é um dos componentes do leite que exerce ação catalítica na reação de oxidação de alguns de seus componentes, resultando no defeito de “flavor oxidado”, encontrando-se associado à membrana do glóbulo de gordura. O cobre é essencial à formação da hemoglobina no organismo animal e, sua deficiência resulta em anemia. Um litro de leite contém 0,13 – 0,25 miligramas deste elemento. Os equipamentos de cobre aumentam o teor deste metal no leite por dissolução, tornando-o mais susceptível a este tipo de defeito, sendo esta uma das razões para não se permitir o emprego de equipamentos e de utensílios de cobre na indústria de laticínios (SERPE & FREITAS, 1991).

O cobre é um dos principais metais de transição presente no corpo humano. Seu comportamento bioquímico vem despertando interesse nas últimas décadas quando foram, estabelecidas e esclarecidas funções de alguns compostos de coordenação contendo cobre (SARGENTELLI, MAURO & MASSABNI, 1996). Em 1921, Bandansky identificou o cobre no cérebro humano, mas no século XX, é que este elemento passou a ser considerado como constituinte fisiológico dos organismos vivos.

O elemento cobre é um importante microelemento, pois participa da estrutura de algumas enzimas oxigenases nos tecidos conectivos e ossos, veias, síntese de hemoglobina, além de apresentar função oxidante (KIRSCHBAUM, 2000). As variações em suas concentrações no organismo podem provocar enfermidades. Essas doenças podem ser decorrentes de excesso ou falta de cobre – hiper e hipocupremia, respectivamente. A mais conhecida enfermidade decorrente dos distúrbios do metabolismo do cobre é a degeneração hepato-lenticular da Doença de

Wilson, uma grande quantidade de cobre é absorvida e acumulada no fígado, rins, cérebro e córnea (CARVALHO et al., 1987).

O cobre é como o ferro um constituinte de proteínas transportadoras de oxigênio, funcionando na formação das hemocianinas, pigmentos respiratórios característicos de muito invertebrados. Assim como o ferro, o cobre também está presente em numerosas enzimas (VIRGA, GERALDO & SANTOS, 2007).

O corpo de um adulto humano de 70 kg contém 80 a 120 mg de cobre. As concentrações são maiores no cérebro, fígado, coração e rins. Os ossos e músculos possuem concentrações menores, mas contêm metade do total, devido a sua grande massa.

As partes pigmentadas do olho são ricas em cobre. No esmalte dental humano, também, há uma taxa elevada de cobre, da ordem de 15 – 30 ppm, independentemente da idade do indivíduo ou da camada de esmalte considerada.

O cobre é absorvido, no estômago e no intestino, a um teor de 40 a 50% do total ingerido. A excreção ocorre através da urina e das fezes. Na mulher, o elemento também é eliminado através do fluxo menstrual.

Quando a ingestão por via oral for maior que 400 mg por dia podem ocorrer náuseas, vômitos, diarreia, icterícia, bronquite, como e hemorragia gastrointestinal devido a sua toxicidade.

Zinco

Dos microelementos presentes no leite, o zinco é encontrado em maiores concentrações, de 1000 a 6000 gL⁻¹, dependendo da dieta animal. É encontrado, normalmente, associado a caseína (DANTAS & COZZOLINO, 1990).

Depois do ferro o zinco é o oligoelemento mais abundante no organismo. Constitui um elemento essencial de muitas enzimas (ATKINS & JONES, 2001), intervindo no metabolismo dos ácidos nucléicos e proteínas, participando no processo de cicatrização.

Em 1934, Todd e colaboradores relataram que o zinco era necessário para a vida de animais e sugeriram que também para o homem. Porém, só a partir de 1960 ficaram caracterizados os efeitos da deficiência de zinco no homem.

As primeiras pesquisas sistemáticas relacionaram-se com a síndrome dos anões, de origem nutricional, comum em cerca de 3% dos adolescentes das áreas rurais do Irã e do Egito, na qual o principal fator etiológico é a carência de zinco, provocadas por características ligadas ao tipo de dieta consumida (SENA, PEDROSA & CAMPOS, 2005).

O zinco é um nutriente essencial na estrutura de enzimas e no funcionamento da imunidade celular. Embora as quantidades de zinco disponíveis no leite humano sejam pequenas, ele é considerado uma boa fonte de zinco. Sua biodisponibilidade é expressivamente maior do que o leite de vaca e substitutos. O leite de vaca integral tem menor disponibilidade de zinco do que o leite humano (LAMOUNIER & LEÃO, 2008; LAMOUNIER, VIEIRA & GOUVEA, 2002).

O zinco é abundante nas plantas, microrganismos e animais. Existem 1,4 – 2,3 gramas de zinco no corpo de um adulto. O fígado, pâncreas, rins, ossos e músculos possuem a maior concentração. Significativa porção do zinco encontra-se nos ossos e dentes; 20% encontram-se na pele; cerca de 18% nos cabelos e nas unhas. Como o nível do zinco flutua nos cabelos, a taxa aí contida pode servir de indicador para a verificação de eventual deficiência do metal. A maior concentração de zinco está no

olho. Não é conhecida a função do zinco nos tecidos oculares. No sangue, o zinco está presente no plasma, nos eritrócitos, nos leucócitos e nas plaquetas. Alguns autores sugerem como taxa de zinco no sangue total o mínimo de 657 e o máximo de 880 microgramas por 100 mL. O zinco no plasma reflete até certo ponto a disponibilidade do organismo, oscilando de um indivíduo para o outro, mas muito pouco no mesmo indivíduo, mostrando que a queda da taxa só se torna aparente quando há uma repleção ou uma nítida depleção orgânica do metal (MAFRA & COZZOLINO, 2004).

A absorção do metal ocorre predominantemente no duodeno, sendo afetada pela quantidade presente nos alimentos ingeridos, pela forma na qual se encontra o zinco e pela presença de outros compostos ou metais na dieta. Pode-se admitir que, em média, cerca de um terço do zinco ingerido é absorvido (HENRIQUES, HIRATA & COZZOLINO, 2003).

A eliminação se dá principalmente pelas fezes, que levam o zinco não absorvido e pequena proporção de zinco endógeno. Foi detectado que 70% do metal administrado oralmente aparecem nas fezes e só pequenas quantidades na urina (KREBS et al., 2003)..

A deficiência de zinco causa algumas anormalidades encontradas em pacientes renais crônicos como atrofia testicular, depressão, deficiência imunológica, retardo de crescimento, alteração no paladar e olfato (VANHOLDER et al. 1997; MARTINS, 2001; CREMONESI & HESSEL, 2009).

Manganês

O nome manganês deriva do latim “magnes” (magnético) devido a sua semelhança com o cromo e o ferro. O manganês é um metal da família do ferro e participa com 0,09% em peso na crosta terrestre ocorrendo em formas combinadas (óxidos, silicatos, carbonatos, etc) (ROCHA et al., 2008).

Nutricionalmente, o Mn é um elemento muito importante em diversos sistemas enzimáticos, construindo uma parte da enzima arginase relacionada com a formação da uréia. Exerce papel importante na nutrição de plantas e animais. É essencial para o metabolismo do colesterol, o crescimento corpóreo e a reprodução (NIELSEN, 1990; BATELLO, 2002).

A descoberta de que a perose e a condrodistrofia, moléstias de galináceos, eram devidas à carência de manganês, impulsionou grandemente a pesquisa sobre a essencialidade do metal. Sucessivamente foram demonstrados os papéis do manganês no crescimento, reprodução e metabolismo dos glicídios e lipídios (CUPERTINO et al., 2005).

O máximo de 20 g de manganês é em média, encontrado no corpo de um homem adulto. A quantidade deste elemento tende a ser alta em tecidos ricos em mitocôndrias. O nível de manganês nos ossos pode oscilar de acordo com a quantidade consumida do elemento. A capacidade do fígado em armazenar manganês é limitada. O fígado de indivíduos adultos contém de 6 a 8 mg por grama de órgão dessecado (AMORIM & TIRAPEGUI, 2008).

O metabolismo do manganês vem sendo pesquisado a mais de 15 anos, e há indicação de que os níveis do metal são mantidos por mecanismo homeostático que

está mais ligado a uma excreção controlada que a uma absorção regulada. Os mecanismos de absorção no trato intestinal são desconhecidos, mas existe uma proteína plasmática específica transportadora do manganês, a transmanganina. O manganês absorvido aparece logo na bÍlis. O manganês que não é absorvido é excretado pelas fezes (BEYER, 2005).

A toxicidade do manganês foi observada em mineiros como resultado da absorção de manganês através do trato respiratório, após exposição prolongada a poeira. O excesso acumula-se no fÍgado e no sistema nervoso central. Os sintomas assemelham-se aos encontrados nos indivíduos com doenças de Parkinson (TAVARES, 1992). A falta de manganês no organismo ocasiona a redução de açúcar no sangue, problemas nos ligamentos e mau funcionamento do sistema reprodutivo (SANTOS JUNIOR et al., 2004).

1.9 - Procedimento de decomposição por via úmida

A decomposição de materiais biológicos por via úmida resulta em aquecimento da amostra na presença de um ácido mineral oxidante geralmente concentrado, de mistura de ácidos oxidantes, ou mistura de um ácido oxidante com peróxido de hidrogênio, sendo este o procedimento de pré-tratamento de amostra mais comum para a determinação de elementos por técnicas espectroanalíticas (KRUG, 2008).

Na escolha do ácido deve ser verificado sua força, potencial oxidante e complexante, ponto de ebulição, solubilidade dos sais resultantes, segurança na manipulação e pureza.

A digestão em sistema aberto utilizando energia térmica normalmente ocorre em placa de aquecimento ou em bloco digestor. Porém, é necessário considerar problemas como o tempo empregado na decomposição ser muito elevado, geralmente horas; alto consumo de reagentes; contaminação pelo ambiente; uso de fortes agentes oxidantes; além da necessidade de supervisão constante.

O ácido nítrico concentrado tem concentrações entre 65 – 69%, entretanto o ácido nítrico fumegante possui teor maior que 69%. Este ácido forma uma mistura azeotrópica com água a 67%.

O ácido nítrico (HNO_3) é um ácido forte e um poderoso agente oxidante, mas não destrói completamente a matéria orgânica, muitas vezes ele é utilizado em mistura com outros ácidos.

O ácido sulfúrico concentrado é encontrado comercialmente com pureza de 98%. Apresenta o mais alto ponto de ebulição entre os ácidos minerais concentrados mais comuns.

O ácido sulfúrico (H_2SO_4) não tem poder oxidante suficiente para ser usado sozinho na decomposição de compostos orgânicos, o que tornaria o processo muito lento, mesmo utilizando-se o ácido aquecido.

Este ácido tem como principal vantagem o fato de permitir a execução de processos de dissolução sob elevadas temperaturas. Ele é usado para dissolver óxidos, hidróxidos, carbonatos e muitos outros compostos. Entretanto, não é recomendado em amostras que possuam grande teor de cálcio, devido à baixa solubilidade do sulfato de cálcio.

Boa Morte et al. (2006), propõem a digestão ácida empregando forno de microondas em amostras de leite bovino, de cabra e o extrato de soja com

vantagens relacionadas ao menor tempo de digestão, volume de reagentes e risco de contaminação.

Licata et al. (2004), pesquisaram a digestão do leite bovino, em forno microondas com radiação focalizada com adição de $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ (5:2), e a concentração de vários metais foram determinadas por espectrometria de absorção atômica.

Milacic & Kralj (2003), estudaram a digestão de leite e outros alimentos, em forno de microondas com radiação focalizada com adição de HNO_3 , e HF foi utilizado apenas nas amostras de cebola. As soluções límpidas obtidas foram transferidas para um tubo graduado de polietileno e completadas com água destilada sendo posteriormente determinadas por espectrometria de absorção atômica em chama e espectrometria de absorção atômica eletrotérmica.

Martino, Sánchez & Sanz-Medel (2000), avaliaram a digestão de leite UHT e fórmulas de leite mediante ajuste de pH para 4,6 com adição de ácido hidrocloreídrico, e então as amostras eram centrifugadas 1400 rpm, durante 30 minutos e o precipitado separado da gordura e micelas de caseínas do leite integral.

Jeng, Lee & Lin (1993), analisaram a digestão do leite bovino mediante incubação da amostra a 28°C , por 48 horas até abaixamento do pH para 4,6, então a amostra era filtrada e as concentrações de Cd e Pb foram determinadas por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite.

1.10 - Espectrometria de Emissão Ótica por Plasma Indutivamente Acoplado

Em 1941, Babat foi o primeiro a aplicar em pesquisa conhecimentos baseado no uso de plasmas indutivamente acoplado (ICP) como vaporizador, atomizador e excitador.

Os primeiros equipamentos de ICP OES foram introduzidos comercialmente em 1974 e tornaram-se amplamente usados em análises de rotina (MONTASER & GOLIGHTLY, 1992; MERMET & POUSSSEL, 1995).

Encontram-se disponíveis em duas configurações: axial e radial. A configuração axial caracteriza-se por ter a tocha de quartzo na posição horizontal em relação ao sistema ótico, entretanto os sistemas radiais apresentam a tocha na posição vertical.

A configuração radial foi até recentemente considerada a configuração convencional para operação do ICP OES, apesar da idéia de posicionamento da tocha na posição horizontal ter iniciado em meados de 70 e apresentar melhores níveis de detecção (ADALLAH et al. 1976).

Sistemas axiais tinham seu desempenho reduzido devido a um aumento do número de interferências em comparação aos radiais. Entretanto, com o desenvolvimento nas últimas décadas de detectores de estado sólido, um avanço significativo na resolução espectral e na faixa de resposta linear dos sistemas axiais pode ser atingido, além da alternativa de leitura simultânea de uma ampla região do espectro eletromagnético (BRENNER & ZANDER, 1995).

A análise de ICP OES fundamenta-se no princípio de que átomos e íons excitados emitem radiação de comprimento de onda característico, quando o elétron

retorna ao mais baixo estado de energia (estado fundamental). Sob condições controladas, a intensidade de emissão de um elemento é proporcional ao número de átomos que tenham sido excitados, ou seja, a sua concentração na amostra.

O ICP OES demonstra ser uma técnica de alta sensibilidade e com capacidade de realizar determinações simultâneas da maioria dos elementos da tabela periódica.

Todavia podem ser verificadas interferências por efeito de matriz e espectrais. As interferências espectrais estão relacionadas com o espectrômetro, e as por efeito da matriz estão relacionadas com o sistema de introdução de amostras e fonte de excitação (SKOOG, WEST & HOLLER, 1996; GUINÉ, 1988).

O espectrômetro de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado é constituído por: um gerador de rádio frequência, tocha, sistema de introdução de amostra, sistema ótico, detector e processadores de sinal e leitura.

A amostra é transportada para dentro da câmara de expansão, e o líquido é convertido em aerossol pelo processo designado de nebulização. A amostra sob a forma de aerossol é transportada para o plasma, onde é vaporizada, atomizada e excitada e/ou ionizada. Os átomos e íons excitados emitem radiação de comprimento de onda característico, o detector então converte o sinal radiante em um sinal eletrônico que é transformado em informação de concentração para o analista.

OBJETIVO GERAL

Tendo em vista as várias funções que os nutrientes desempenham no organismo humano, o objetivo deste trabalho é determinar a composição físico-química e avaliar e comparar o conteúdo de minerais do leite além de verificar os fatores que influenciam entre a cadeia produtiva e de beneficiamento.

Para que o objetivo desse trabalho tenha sido alcançado, os seguintes objetivos específicos foram realizados:

Determinação da composição físico-química do leite bovino (gordura, proteínas, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado, densidade e índice crioscópico). Avaliação do processo de digestão ácida para abertura de amostras de leite bovino. Determinação do teor de minerais no leite provenientes das regiões de: Feira de Santana, Ipirá e Boquira/ Bahia. Verificação da existência de alterações no conteúdo de minerais do leite; entre a cadeia produtiva e de beneficiamento. Comparação da variação da composição mineral do leite nos municípios de Feira de Santana e Ipirá.

CAPITULO II – Material e Métodos

2. - Material e Métodos

2.1 - Procedência das amostras

No período de março a outubro de 2008, foram coletadas, em triplicata, 100 amostras de leite *in natura*, sendo 50 de animais mestiços no município de Ipirá e 50 provenientes de vacas holandesas da região de Feira de Santana-Bahia. As amostras foram colhidas em vasilhames esterilizados de vidro, com capacidade de 1000 mL, e em seguida acondicionadas em caixa de isopor com gelo, sendo imediatamente transferidas para o Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Leite, do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da Universidade Federal da Bahia, onde foram determinadas as seguintes características: gordura, proteína, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado, densidade e índice crioscópico.

No mesmo período, foram coletadas amostras de leite *in natura*, de vacas mestiças, no município de Ipirá - Bahia, as amostras foram retiradas em triplicata, em toda cadeia produtiva, desde o úbere do animal na propriedade rural, até a indústria de beneficiamento no latão transportador com capacidade de 50 litros cada, tanque de recepção, tanque de processamento de queijo e tanque do soro de queijo. Logo após estas amostras eram conservadas em caixa de isopor com gelo, em seguida congelada para posterior análise. No município de Boquira foram coletadas duas amostras em triplicatas, em duas fazendas, as quais comercializam o leite *in natura* na cidade sem nenhum beneficiamento, estas amostras foram resfriadas e congeladas em seguida transportadas ao laboratório do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia.

No município de Feira de Santana – Bahia, foram retiradas amostras de leite de vacas holandesas, em triplicata, do úbere, latão, tanque de recepção, tanque de imersão de vários produtores da microrregião, tanque de queijo e tanque do soro, em seguida procedeu-se a retirada de amostras do leite após o processo de esterilização e desidratação com a finalidade de acompanhar toda a cadeia industrial e verificar se o processo tecnológico aplicado ao leite, interfere no teor de minerais.

2.2 - Métodos utilizados para análise físico-química

A metodologia empregada seguiu as recomendações da Instrução Normativa n. 68, de 12 de dezembro de 2006 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2006).

Os equipamentos, soluções e reagentes preparadas para uso no ensaio dos métodos de referência preconizados pelo MAPA (BRASIL, 2006) estão discriminados em cada técnica.

2.2.1 - Lipídios - Método butirométrico para leite fluído

Consiste no ataque seletivo da matéria orgânica por meio de ácido sulfúrico, com exceção da gordura que deve ser separada por centrifugação, auxiliada pelo álcool amílico, que tem como função modificar a tensão superficial.

Para a determinação dos lipídios, Adicionou-se a um butirômetro de Gerber, 10 mL da solução de ácido sulfúrico, com densidade de 1,820-1,825 g/cm³, e transferiu-se lentamente 11 mL de amostra homogeneizada de leite. Acrescentou-se 1 mL de álcool isoamílico, com densidade 0,813-0,815 g/cm³. O butirômetro foi fechado com rolha apropriada, após as bordas serem limpas com papel de filtro. Envolveu-se o

butirômetro em uma flanela, colocando o bulbo maior na palma da mão de forma tal que o dedo polegar promoveu pressão sobre a tampa, impedindo sua projeção; agitou-se o butirômetro, de modo a promover a mistura completa dos líquidos no seu interior, tomando precauções para evitar acidentes e mantendo o polegar sobre a tampa. Centrifugou-se durante 5 minutos de 1000 a 1200 rpm e transferiu-se para banho-maria a 65°C por 5 minutos. Procedeu-se a leitura direta na escala do butirômetro.

2.2.2 - Nitrogênio total

A determinação do teor de nitrogênio total foi efetuada utilizando um bloco digestor macro-kjeldahl. Baseou-se na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico p.a. e posterior destilação com liberação da amônia, que é fixada em solução ácida e titulada. Os resultados foram expressos em protídios, multiplicando-se a porcentagem do nitrogênio total por fator específico.

Para a digestão: Pesou-se em torno de 1 g da amostra, em balança analítica, e transferiu-se para tubo de Kjeldahl. Adicionou-se 2,5 g de mistura catalítica e 7 mL de ácido sulfúrico p.a. Aqueceu-se em bloco digestor, a princípio, lentamente, mantendo a temperatura de 50°C por 1 hora. Em seguida, elevou-se gradativamente a temperatura até atingir 400°C. Quando o líquido se tornou límpido e transparente, de tonalidade azul esverdeada, retirou-se do aquecimento, deixou esfriar e adicionou-se 10 mL de água.

Destilação: Acoplou-se ao destilador um erlenmeyer contendo 20 mL de solução de ácido bórico a 4 % com 4 ou 5 gotas de solução de indicador misto

(mistura de quantidades iguais de solução de vermelho de metila a 0,2% em álcool etílico e solução aquosa de azul de metileno a 0,1%). Adaptou-se o tubo de Kjeldahl ao destilador e adicionou-se a solução de hidróxido de sódio a 50 % até que a mesma ficou negra (cerca de 20 mL). Procedeu-se a destilação coletando cerca de 100 mL do destilado. A solução receptora foi mantida fria durante a destilação.

Titulação: Titulou-se o destilado com solução de ácido sulfúrico 0,1 N até o ponto de viragem do indicador.

2.2.3 - Glicídios redutores em lactose

Fundamenta-se na quantidade de iodo liberada por uma amostra adicionada de cloramina-T e iodeto de potássio.

Para a determinação dos glicídios, em um béquer de 100 mL, pesou-se 10 g de amostra, adicionou-se água fervente e dissolveu-se bem a amostra com a ajuda de um bastão de vidro. Transferiu-se quantitativamente para balão volumétrico de 50 mL e adicionou-se aproximadamente 10 mL de água, 20 mL de solução de ácido Wolfrâmico e completou-se o volume. Agitou-se, deixou-se decantar e filtrou-se em papel de filtro. Recolheu-se o filtrado em erlenmeyer (codificou-se como A).

Inversão da sacarose: num balão volumétrico de 50 mL, colocou-se 10 mL do filtrado A, aproximadamente 10 mL de água e 5 mL de solução de ácido clorídrico 2 mol L⁻¹. Deixou-se em banho-maria a 60 °C por 15 minutos (agitou-se durante os três primeiros minutos). Esfriou-se a 20°C, adicionou-se 10 mL de solução de hidróxido de sódio 1 mol L⁻¹ e completou-se o volume com água (codificou-se como B).

Determinação do teor de lactose e sacarose: pipetou-se, em 3 erlenmeyers de 125 mL com tampa esmerilhada, 10 mL de filtrado A (lactose), no primeiro, 10 mL de B (sacarose), no segundo, e 10 mL de água (branco) no terceiro. Colocou-se 5 mL de solução de iodeto de potássio a 10 % e exatamente 20 mL de solução de cloramina-T $0,04 \text{ mol L}^{-1}$ (ocorreu uma coloração âmbar). Umedeceu-se as tampas dos erlenmeyers com solução de iodeto de potássio a 10 %, tampou-se e deixou-se em lugar escuro por 1 hora e 30 minutos. Decorrido esse tempo, adicionou-se 5 mL de solução de ácido clorídrico 2 mol L^{-1} , 10 mL de solução de tiosulfato de sódio $0,041 \text{ mol L}^{-1}$ e titulou-se com a mesma solução de tiosulfato de sódio, até a cor âmbar passar para amarelo. Neste ponto, colocou-se 4 a 6 gotas de solução de amido a 1 % (responsável pelo aparecimento da coloração azul). Continuou-se a titulação até a viragem para incolor (a leitura foi feita uma gota antes do ponto de viragem).

2.2.4 - Extrato seco total - Método Gravimétrico

Na determinação do extrato seco total foi utilizada uma estufa marca Fanem regulada para 102°C , e um dessecador e aqueceu-se a cápsula e tampa em estufa a $102 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por no mínimo 1 hora. Colocou-se a tampa na cápsula, esfriou-se em dessecador até temperatura ambiente (no mínimo 30 minutos) e pesou-se. Pesou-se exatamente cerca de 5 g de leite fluído homogeneizado e a cápsula foi pré-aquecida por 30 minutos em banho-maria e em estufa a $102 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 2 horas. Colocou-se a tampa sobre a cápsula, esfriou-se em dessecador à temperatura ambiente (no mínimo 30 minutos) e pesou-se. Repetiu-se a operação de aquecimento por 1 hora,

esfriou-se e pesou-se. Repetiu-se esta última operação até que a diferença entre as duas pesagens consecutivas não excedeu a 1 mg.

Esta determinação consistiu na perda da umidade e voláteis por dessecação e pesagem do resíduo assim obtido.

2.2.5 - Extrato seco desengordurado

A porcentagem de extrato seco desengordurado foi obtida, subtraindo da porcentagem de extrato seco total a porcentagem de gordura da amostra.

2.2.6 – Densidade

Para as determinações da densidade utilizou-se um densímetro aferido a 15°C. A imersão de um densímetro de massa constante no líquido provoca deslocamento de uma quantidade deste, que será, em massa, igual à do densímetro utilizado e, em volume, proporcional à densidade da amostra. Esse deslocamento fará o líquido alcançar um valor na escala graduada em graus densitométrico.

Para determinação da densidade, transferiu-se cerca de 1000 mL da amostra de leite para uma proveta de capacidade correspondente, evitando incorporação de ar e formação de espuma. Introduziu-se o termolactodensímetro perfeitamente limpo e seco na amostra, deixou-se flutuar sem que toque na parede da proveta. Verificou-se a densidade aproximada, ergueu-se cuidadosamente o termolactodensímetro e enxugou-se sua haste com papel absorvente, retornando-se o aparelho à posição anteriormente observada. Deixou-se em repouso por 1 a 2 minutos e observou-se a leitura da densidade na cúspide do menisco. Observou-se a temperatura sempre

que possível, fez-se a leitura da densidade a 15°C. Procedeu-se a correção para 15°C acrescentando à leitura 0,0002 para cada grau acima de 15°C.

2.2.7 - Índice crioscópico

Para as determinações do ponto de congelamento utilizou-se Crioscópio eletrônico marca LACTRON. O super congelamento de uma amostra de leite a uma temperatura apropriada e aplicação de uma agitação mecânica ocasiona um rápido aumento da temperatura até um patamar o qual corresponde ao ponto de congelamento da amostra.

Na determinação do índice crioscópico, procedeu-se a calibração do equipamento com as soluções padrões -0,422 °H e -0,621 °H na mesma temperatura das amostras. De modo geral o volume recomendado de solução de calibração e de amostra é de 2,5 mL para cada determinação. Efetuou-se três determinações para cada amostra em três tubos distintos. Os resultados dos testes foram próximos, com uma tolerância de mais ou menos 2 miligraus ($\pm 0,0002$ °H). Após cada leitura, limpou-se cuidadosamente o sensor e o agitador com água e secou-se delicadamente com papel absorvente fino. Uma vez obtida as três leituras, calculou-se a média aritmética.

2.3 - Amostras e reagentes

Todas as vidrarias usadas no experimento foram descontaminadas em banho de ácido nítrico 10% (v/v) por no mínimo 24 h e, logo depois lavadas com água desionizada.

Todos os reagentes usados neste experimento foram de grau analítico. Os digeridos das amostras foram preparados usando os seguintes reagentes: ácido sulfúrico (Merck), ácido nítrico (Merck), peróxido de hidrogênio (Merck).

As soluções estoque na concentração de 100mg L^{-1} de Al, As, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Fé, Mn, Mo, Se, Sr, Sn, Pb, Zn, foram usadas no preparo das soluções de trabalho multielementares, a partir de adequada diluição.

A solução multielementar contendo $100,0\text{ mg L}^{-1}$ de Ca, K, e P; $50,0\text{ mg L}^{-1}$ de Na, e $10,0\text{ mg L}^{-1}$ de Mg foi preparada por diluição em água da solução estoque de 1000 mg L^{-1} de P (Merck), Ca (CaCO_3 – Merck), K (KCl – Merck) e Na (NaCl – Merck).

2.3.1 – Instrumentação

Espectrômetro de emissão óptica com plasma de argônio indutivamente acoplado (VARIAN, Mulgrave, Austrália) simultâneo com arranjo axial e detector do estado sólido. O sistema óptico do ICP OES foi calibrado com solução estoque multielementar enquanto que para o alinhamento óptico usou-se uma solução contendo $\text{Mn } 5,0\text{ mg L}^{-1}$. O sistema óptico do ICP OES foi calibrado com solução estoque multielementar enquanto que para o alinhamento óptico usou-se uma solução contendo $\text{Mn } 5,0\text{ mg L}^{-1}$. As linhas espectrais foram selecionadas conforme a ausência de interferências espectrais e sensibilidade adequada para a determinação de elementos em baixas e altas concentrações. A tabela 5 demonstra as condições usadas nos experimentos.

Tabela 5. Condições experimentais usadas no ICP OES.

Potência RF (Kw)	1,3
Vazão do gás de nebulização (L min ⁻¹)	0,70
Vazão do gás auxiliar (L min ⁻¹)	1,5
Vazão do gás do plasma (L min ⁻¹)	15
Tempo de integração (s)	1,0
Tempo de estabilização (s)	15
Tempo de leitura (min)	1
Replicatas	3
Nebulizador	V-Groove
Câmara de nebulização	Sturman Master

As linhas de emissão - (I - linha de emissão atômica; II- linha de emissão iônica) selecionadas foram: Ca (II) 396,847, K (I) 766,468, Mg (I) 285,209, Na (I) 589,592, P (I) 177,434, Al (II) 396,152, Cd (II) 226,502, Cr (II) 267,716, Cu (I) 327,398, Fe (II) 238,203, Mn (I) 257,611 e Zn (I) 213,858.

Em todas as análises no ICP OES, o elemento usado como padrão interno (1,0 mg L⁻¹) foi o Ytrio (Y)

2.3.2 – Digestão

Procedimento 1. Digestão ácida das amostras.

O procedimento de digestão das amostras em bloco digestor ou placa de aquecimento consistiu da digestão de 5,0 mL de leite bovino integral, usando a

mistura composta por H_2SO_4 e HNO_3 concentrado e, ao final da digestão, a adição de H_2O_2 (30% vv^{-1}). O procedimento está mostrado na Figura 2.

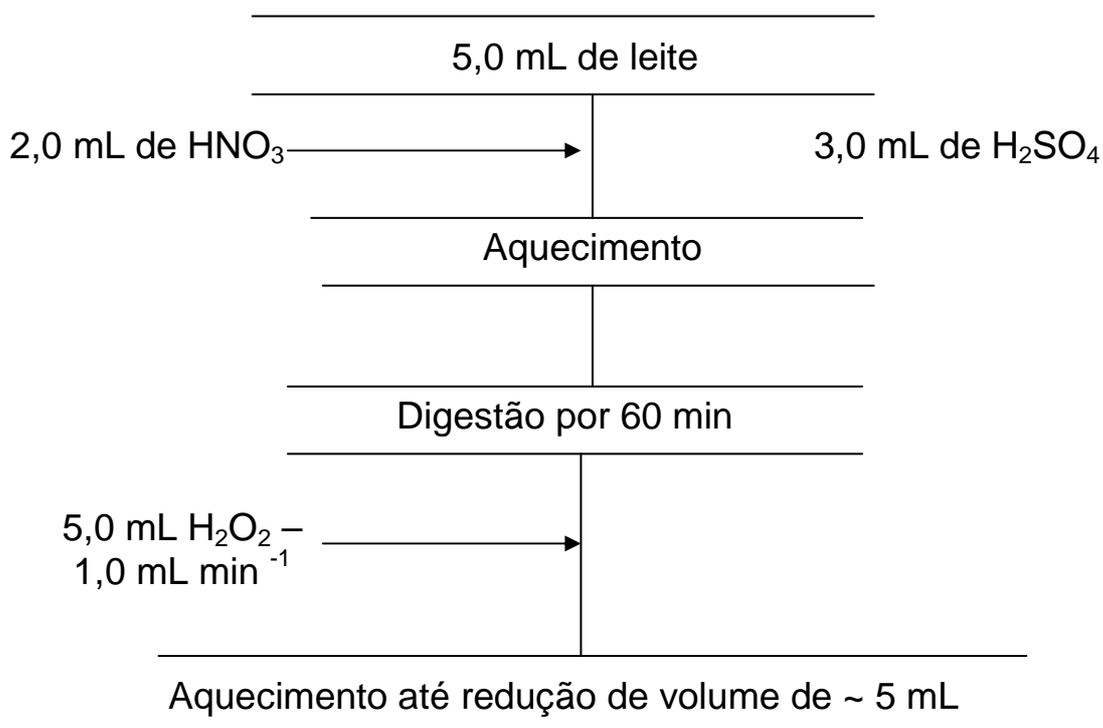


Figura 2. Fluxograma do procedimento de digestão.

Procedimento 2. Adição de enzimas no leite

Logo após a ordenha, adicionou-se a enzima renina em três amostras de leite, obtida do úbere dos animais, agitou-se a mistura, e manteve-se o leite em estufa regulada para temperatura de 35°C , até que o pH do leite atingiu, 4,6, procedeu-se a filtração, obtendo-se o soro, no qual foi determinado os macronutrientes.

Também, procedeu-se a retirada de mais três amostras do úbere, as quais foram mantidas em estufa regulada para 35°C , por 48 horas para que as bactérias

láticas presentes no leite pudessem fermentar a lactose e transformá-la em quatro moléculas de ácido láctico, em seguida procedeu-se a filtração em papel de filtro, obtendo-se o soro, no qual efetuou-se as determinações de macronutrientes.

Essas soluções foram levadas diretamente para o ICP OES onde foi realizada a determinação dos constituintes inorgânicos. A curva de calibração para esse procedimento foi a mesma utilizada para a digestão ácida.

2.3.3 Avaliação da acidez final dos digeridos

Para a avaliação da acidez final dos digeridos, utilizou-se 500 microlitros da amostra e titulou-se com uma solução de NaOH $0,09972 \text{ mol L}^{-1}$, usando solução de fenolftaleína (1,0% m/v em etanol) como indicador. Os padrões da curva analítica de calibração foram preparados com a mesma concentração ácida dos digeridos.

CAPITULO III APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O capítulo III está dividido em cinco seções, nas quais apresenta e discute os resultados.

SECÇÃO A – Composição físico-química dos leites de animais mestiços e animais da raça holandesa.

SECÇÃO B – Estudos para selecionar métodos para análise de amostras de leite.

SECÇÃO C – Estudo de macro e micronutrientes das amostras de leite obtidas nas regiões investigadas.

SECÇÃO D – Estudo de macro e micronutrientes na cadeia produtiva de Feira de Santana.

SECÇÃO E – Comparação de macro e micronutrientes das amostras de leite obtidas na cadeia produtiva.

SECÇÃO A

Composição físico-química dos leites de animais mestiços e de animais da raça holandesa

Os resultados médios observados para as características físico-químicas de gordura, proteína, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado, densidade relativa e índice crioscópico foram determinados em amostras de leite de bovino e serão discutidos nessa secção. Os resultados encontram-se apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Resultados médios das determinações das propriedades físico-químicas do leite *in natura* da microrregião de Ipirá, BA.

Parâmetros	Média e Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Legislação*
Gordura (%)	4,02±0,39	4,10	2,90	4,98	Teor original 3,0
Proteínas, g/100g	3,48±0,11	3,51	3,00	3,55	Mínimo 2,9
Lactose (%)	4,80±0,09	4,80	4,60	4,90	-
EST (%)	12,29±0,45	12,34	10,80	13,40	-
ESD, g/100g	8,27±0,15	8,31	7,84	8,45	Mínimo 8,4
Densidade relativa (g/mL)	1,031±0,001	1,031	1,026	1,033	1,028 a 1,034
Índice Crioscópico (°H)	-0,519±0,012	-0,517	-0,565	-0,498	Máximo -0,530

*Instrução Normativa n. 51 de 18 de setembro de 2002, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2002).

(-) Não tem parâmetros.

Verifica-se na Tabela 6, que o percentual de gordura variou de 2,90 a 4,98%, apresentando um valor médio $4,02 \pm 0,39\%$. Aproximadamente 4,0% das amostras não alcançaram o teor mínimo de gordura de 3,0 % exigido pela legislação. Enquanto, nos animais holandeses observa-se variação de 3,00 a 4,00%, com valor

médio $3,24 \pm 0,32\%$ (Tabela 7). Os baixos teores de gordura e extrato seco desengordurado, encontrados, sugerem a presença de animais com mamite no rebanho (FONSECA & SANTOS, 2000), tendo em vista que nesta região não se aplica manejo sanitário no rebanho.

Tabela 7. Resultados médios das determinações das propriedades físico-químicas do leite *in natura* da microrregião de Feira de Santana, BA.

Parâmetros	Média e Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Legislação*
Gordura (%)	$3,24 \pm 0,32$	3,30	3,00	4,00	Teor original 3,0
Proteínas, g/100g	$3,48 \pm 0,11$	3,51	3,00	3,51	Mínimo 2,9
Lactose (%)	$4,80 \pm 0,09$	4,90	4,70	4,90	-
EST (%)	$11,64 \pm 0,35$	11,50	11,41	12,00	-
ESD, g/100g	$8,40 \pm 0,08$	8,50	8,30	8,45	Mínimo 8,4
Densidade relativa (g/mL)	$1,030 \pm 0,001$	1,030	1,028	1,033	1,028 a 1,034
Índice Crioscópico (°H)	$-0,521 \pm 0,013$	-0,524	-0,522	-0,530	Máximo -0,530

*Instrução Normativa n. 51 de 18 de setembro de 2002, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2002).

(-) Não tem parâmetros.

A concentração de gordura no leite varia, geralmente, entre 3,5 e 5,3%. A gordura e o extrato seco desengordurado são os componentes do leite mais susceptíveis à influência do estágio de lactação e também do número de lactações, além da raça, a época do ano, a dieta e o manejo dos criadores de gado influem na concentração lipídica do leite (CHRISTIE, 1983).

Os teores obtidos para proteína estão situados entre 3,00 a 3,55%, sendo o valor médio $3,48 \pm 0,11\%$ (Tabela 6), e 3,00 a 3,51% e o valor médio $3,48 \pm 0,11\%$

(Tabela 7) que atendem a legislação (BRASIL, 2002) A variação observada pode ser creditada à temperatura do local onde os animais se encontram, que pode contribuir diminuindo o teor total, para regiões mais quentes. Além disso, a mastite é um fator que influencia diminuindo o conteúdo de caseína e aumentando o de proteína total. Esta variação no conteúdo de nitrogênio pode ser devido a atividade da plasmina, a qual pode hidrolisar α_s e β - caseínas (ORDÓNEZ et al. 2005). Também o estágio de lactação, sendo que no início ocorre uma diminuição rápida da concentração de caseína, com um aumento gradual no final do período de lactação. A partir da terceira lactação começa a declinar o conteúdo de caseína e aumentar o conteúdo de proteínas do soro. Além disso, observa-se também que a raça do animal e a dieta induzem em mudanças na produção de leite e no conteúdo protéico (FEGAN, 1979; MUNRO, GRIEVE & KITCHEN, 1984; FOX, 1981; Ng-KWAI-HANG et al. 1984; THOMAS, 1984).

As proteínas representam entre 3% e 4% dos sólidos encontrados no leite, sendo que esta porcentagem é proporcional à quantidade de gordura presente no leite. Isso significa que quanto maior a porcentagem de gordura no leite, maior será o teor de proteína. Existem vários tipos de proteína no leite. A principal delas é a caseína, que apresenta alta qualidade nutricional e é muito importante na fabricação dos queijos. A caseína é produzida pelas células secretórias da glândula mamária e encontra-se organizada na forma de micelas, que são agrupamentos de várias moléculas de caseína junto com cálcio, fósforo e outros sais. Cerca de 95% da caseína total do leite está nessa forma. As micelas de caseína junto com os glóbulos de gordura são responsáveis por grande parte das propriedades relativas à consistência e à cor dos produtos lácteos (FONSECA & SANTOS, 2000).

Os teores de lactose variaram de 4,60 a 4,90%, sendo que o valor médio encontrado para lactose foi de $4,80 \pm 0,09\%$ (Tabela 6), enquanto no leite proveniente de animais da região de Feira de Santana 4,7 a 4,90% e média de $4,80 \pm 0,09\%$ (Tabela 7), estando de acordo ao Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, que determina um valor mínimo de 4,3% (BRASIL, 1997).

A concentração de lactose no leite é de aproximadamente 5% (4,7 a 5,2%). É um dos elementos mais estáveis do leite, isto é, menos sujeito a variações, exceto quando há infecção na glândula mamária, no caso da mamite, que acarretará uma diminuição do teor de lactose (FONSECA & SANTOS, 2000).

O principal carboidrato do leite é a lactose. É produzida pelas células epiteliais da glândula mamária e é a principal fonte de energia dos recém-nascidos. Além da lactose, podem ser encontrados no leite outros carboidratos, como a glicose e a galactose, mas em pequenas quantidades. A lactose compreende aproximadamente 52% dos sólidos totais do leite desnatado e 70% dos sólidos encontrados no soro do leite e controla o volume de leite produzido, atraindo a água do sangue para equilibrar a pressão osmótica na glândula mamária. A quantidade de água do leite e, conseqüentemente, o volume de leite produzido pela vaca, depende da quantidade de lactose secretada na glândula mamária (TRONCO, 2008; FONSECA & SANTOS, 2000).

O extrato seco total (EST) do leite encontrado foi de 10,80 a 13,40%, e o valor médio de $12,29 \pm 0,45\%$ (Tabela 6), enquanto, observa-se variação de 11,41 a 12,00% e o valor médio $11,64 \pm 0,35\%$ (Tabela 7), atendendo as exigências do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

(BRASIL, 1997), que determina um valor mínimo de 11,5%. A determinação do EST é muito importante para averiguar fraude por aguagem no leite, pois na medida em que se adiciona água ao leite dilui-se a matéria seca, conseqüentemente irá reduzir o seu teor, prejudicando o rendimento industrial. Este é representado pela gordura, açúcar, proteínas e sais minerais (COELHO & ROCHA, 2005).

O extrato seco desengordurado compreende todos os componentes, menos a gordura. Por lei, o produtor não pode fazer a remessa dessa fração do leite para a indústria (BRASIL, 1997). Apenas as indústrias podem manejá-la, por meio de desnatadeiras, destinando-a à fabricação de leite em pó, leite condensado, doces, iogurtes e queijos magros. A variação obtida foi de 7,84 a 8,45, g/100g com um valor médio de $8,27 \pm 0,15$ g/100g (Tabela 6), e 8,30 a 8,45 g/100g, com valor médio de $8,40 \pm 0,08$ g/100g (Tabela 7). Verificou-se um percentual maior de amostras, em desacordo a legislação (70%), a qual preconiza um valor mínimo de 8,4 g/100g, no leite obtido da região de Ipirá, enquanto, no leite proveniente de Feira de Santana (2%) Entretanto, pode-se afirmar que não houve fraude por aguagem nas amostras de leite, tendo em vista que as amostras do leite foram coletadas diretamente da teta do animal. Segundo Oliveira (2005), estes constituintes podem ser afetados pela idade do animal. É importante destacar que a variação do ESD é decorrente, sobretudo, da variação do nível de proteínas do leite, o que evidencia a importância deste parâmetro para a avaliação do rendimento industrial do produto usado como matéria-prima (OLIVEIRA, FONSECA & GERMANO, 1999).

A densidade relativa observada foi de 1,026 a 1,033 g/L, enquanto que o valor médio encontrado foi de $1,031 \pm 0,001$ g/mL (Tabela 6), e 1,028 a 1,033 g/L, com valor médio $1,030 \pm 0,001$ g/L (Tabela 7), estão de acordo a Instrução Normativa

n.51 (BRASIL, 2002), e o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1997), que estabelece valores entre 1,028 a 1,034 g/L. Apenas 2% das amostras estavam fora do padrão no leite oriundo de vacas mestiças, enquanto que nas amostras de leite proveniente de vacas holandesas não foi encontrado amostras em desacordo a legislação. Segundo Brito et al. (1999), vacas com problemas nutricionais ou com problemas de saúde podem gerar leite com valores de densidade abaixo do limite permitido pela legislação.

O índice crioscópico é um dos parâmetros analíticos de precisão utilizados para determinar a qualidade físico-química do leite (BECCHI, 2004). Esta propriedade física apresenta pequenas variações de acordo com o período de lactação, estação do ano, clima, alimentação, raça do animal, doenças dos animais e processos de pasteurização (lenta, rápida) ou esterilização e UHT, estado de conservação da matéria prima, entre outros (TRONCO 2008).

O índice crioscópico está diretamente ligado ao extrato seco do leite, mais especificamente em relação à presença, maior ou menor, de lactose e cloretos. A adição de água ao leite, como mecanismo de fraude, altera os valores do índice crioscópico. Em virtude disto, o mesmo é utilizado como um dos critérios para desclassificação de leite. O problema se estabelece quando os padrões determinados em legislação não condizem com as características reais do leite produzido (COELHO & ROCHA, 2005).

O índice crioscópico variou de -0,565 a -0,498^oH, enquanto, o valor médio foi de -0,519 ± 0,012 ^oH (Tabela 6), e -0,522 a -0,530 ^oH, com média-0,521^oH (Tabela 7), encontrado no presente experimento, o resultado foi abaixo do padrão de leite cru refrigerado (IC=-0,531^oH), BRASIL (2002). Esta foi a prova que mais apresentou

amostras fora dos padrões (74%), no leite obtido de vacas mestiças, entretanto, não foi verificada amostras de leite em desacordo com a legislação na região de Feira de Santana.

Aspectos de manejo alimentar também podem afetar o índice crioscópico do leite. O acesso limitado ao alimento concentrado e a ingestão de água nos intervalos entre ordenhas, quando compensado pelo livre acesso aos mesmos antes da ordenha, podem ser causas da diminuição do índice crioscópico do leite (AQUINO et al., 2007).

Na análise dos valores dos componentes do leite abordados neste trabalho e descritos por outros autores (Tabela 8), comprova-se uma importante variação dos mesmos, inclusive dentro do mesmo local, devido a fatores intervenientes no momento de realizar os estudos, que foram comprovados e que podem afetar a composição do leite, tais como o estágio de lactação, alimentação, condições climáticas (KENNELLY, ROBINSON & KHORASANI, 1999; JENSEN, FERRIS & LAMMI-KEEFE, 1991; MACKLE et al., 1999; CROCKER et al., 1998) e a mastite (HAMANN e KRÖMKER, 1997).

Tabela 8. Composição química do leite de vaca, segundo distintos autores.

Local	Gordura %	Proteína %	Lactose %	EST.*%	Referências
Nicosia	3,28	3,13	-	11,20	Hadjipanayiotou, 1995.
Japão	3,30-3,80	3,00-3,20	4,30-4,50	-	Tsenkova et al., 2000.
Canadá	2,30-2,90	3,08-3,34	4,69-4,79	-	Kennelly, Robinson & Khorasani, 1999
Dakota	3,60	3,06	4,83	-	Schingoethe, Brouk & Birkelo, 1999.
Ohio	2,97-3,99	2,79-3,61	-	-	Beaulieu & Palmquist, 1995.
Brasil	3,63	3,23	4,51	12,34	Fonseca et al., 2001.

* Extrato seco Total

Vale ressaltar que é muito importante o conhecimento da composição química do leite, tendo em vista a elaboração de novos produtos, previsão de rendimento industrial, averiguação de fraudes seja por aguagem ou por adição de substâncias químicas, além de fornecer suporte aos órgãos governamentais com a finalidade de criar padrões regionais, devido aos fatores que fazem variar a composição do leite e que podem levar a interpretações errôneas na plataforma industrial, acarretando prejuízos aos produtores.

SECÇÃO B

Seleção do método para avaliação da composição mineral do leite

Métodos convencionais para preparação de amostras incluem a digestão ácida e incineração, que em algumas situações podem ser considerados demorados e sujeitos a contaminação. Enquanto que os métodos de digestão denominados incubados e por adição de enzimas ao leite podem ser obtidos sem adição de ácido ou outro reagente, contornando os problemas de contaminação.

Nesta seção, foram avaliados os resultados obtidos pela aplicação de diferentes procedimentos de digestão em amostras de leite para determinação da concentração dos macronutrientes, com o propósito de selecionar aquele a ser utilizado neste trabalho. Resultados da validação do método selecionado através da determinação dos limites de detecção e de quantificação e avaliação da exatidão com material de referência certificado serão apresentados.

B1 – Avaliação dos métodos para digestão das amostras de leite:

Para a digestão das amostras de leite, os seguintes procedimentos foram comparados: (a) digestão por via úmida com adição de ácidos, empregando aquecimento em placa aquecedora e bloco digestor; (b) abaixamento do pH (incubado); e (c) por adição de enzimas. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 3.

Pode-se observar que os resultados obtidos para os procedimentos de digestão ácida empregando bloco digestor e placa aquecedora, mostrados na Figura 4, são similares.

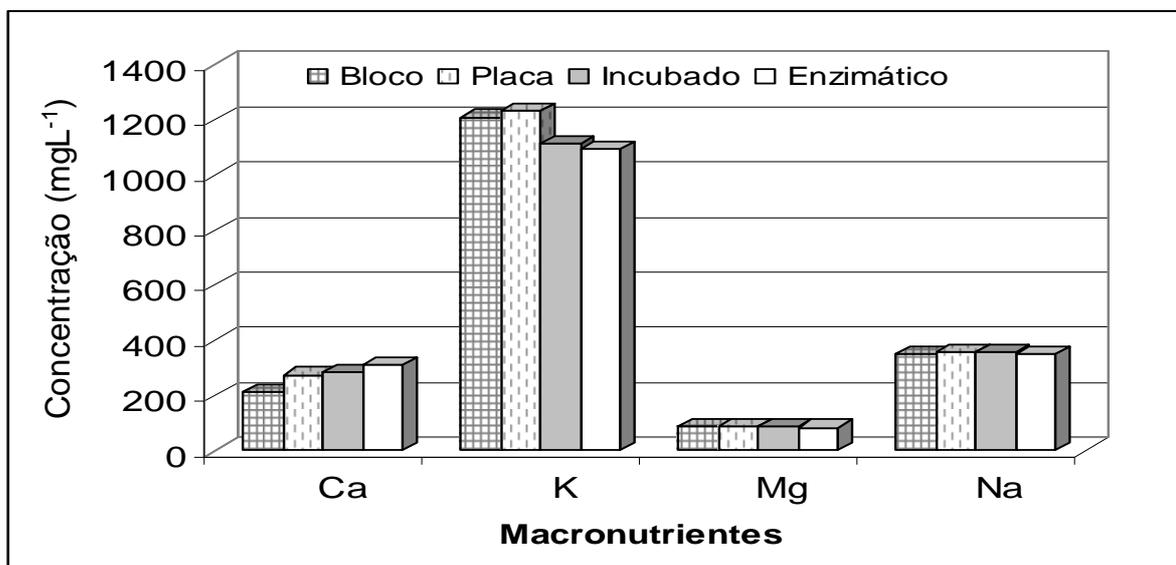


Figura 3 - Teor médio de **Ca**, **K**, **Mg** e **Na** em amostras de leite bovino digeridas pelos procedimentos de extração ácida utilizando bloco digestor, placa e pelos métodos incubado e enzimático.

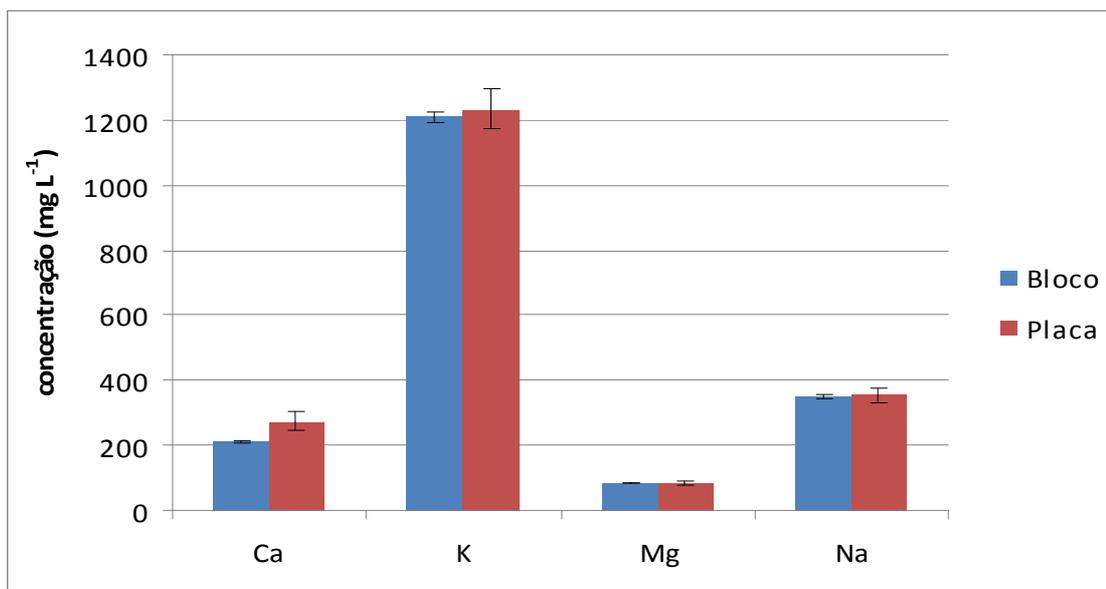


Figura 4 - Teor médio \pm desvio padrão de **Ca**, **K**, **Mg** e **Na** em amostras de leite bovino utilizando o procedimento de digestão ácida usando bloco digestor e placa.

Entretanto, o procedimento de adição de ácido usando o bloco digestor apresenta maior homogeneidade no controle da temperatura no processo de digestão das amostras, resultando em melhor precisão, em termos de desvio padrão relativo (%RSD), para os teores obtidos para **Ca**, **K**, **Mg** e **Na** (0,3; 1,3; 1,1 e 2,0 respectivamente).

Os procedimentos, incubado e enzimático, foram aplicados para as mesmas amostras retiradas direta do úbere* do animal. Os teores dos macronutrientes mostraram uma boa precisão, com RSD menor que 5% e em concordância com aqueles do procedimento de digestão ácida para um nível de 95% de confiança (Tabela 9 no anexo 1). Esses procedimentos são simples, rápidos, e apresentam baixo risco de contaminação além de serem especialmente seguros para determinação de um maior número de amostras de leite cru (JENG, LEE & LIN,

* úbere se refere à mama do animal

1993). Entretanto, não foi possível determinar os micronutrientes e duas explicações podem ser sugeridas para este fato: esses elementos não estavam disponíveis nessa fração do leite ou estavam abaixo do limite de quantificação desses métodos. Tendo em vista os resultados obtidos, foi selecionado o procedimento de digestão ácida pelo bloco digestor por apresentar as vantagens de serem simples, de baixo custo, fáceis de serem implantados em análise de rotina, e apresentarem melhor precisão (<10%).

B2- Validação do método

As características analíticas do método foram avaliadas através dos limites de detecção e de quantificação, faixa linear, repetibilidade e exatidão.

Limites de detecção e de quantificação

Os limites de detecção e quantificação foram determinados de acordo as seguintes fórmulas:

$$LD = 3 \sigma_{\text{bco}} / a$$

e

$$LQ = 10 \sigma_{\text{bco}} / a$$

Onde:

(= desvio padrão da intensidade do sinal de 10 brancos

a = coeficiente angular da curva analítica

Para a determinação do LOD e do LOQ, foram realizados 10 ensaios, ou seja, dez brancos foram submetidos ao processo de digestão e o sinal (absorbância ou intensidade) foi medido por ICP OES.

Os valores para os limites de detecção e de quantificação estão mostrados na Tabela 10.

Tabela 10. Determinação do LOD e LOQ para os elementos **Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, P e Zn.**

Elementos	LOD ($\mu\text{g L}^{-1}$)	LOQ ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Al	0,51	1,7
Ca	0,05	0,17
Cd	0,03	0,09
Cr	0,36	1,2
Cu	0,77	2,6
Fe	0,17	0,56
K	1,0	3,4
Mg	0,05	0,18
Na	0,83	2,8
P	15	51
Zn	2,9	9,7

B3 - Avaliação da Exatidão do Método

A exatidão do método proposto foi avaliada analisando-se um material de referência certificado de leite integral (NIST SRM 8435) pela metodologia aplicada às amostras. Os resultados obtidos foram comparados com os valores de referência, fornecidos pelo fabricante. Esses resultados estão mostrados na Tabela 11.

Tabela 11. Determinação da composição média do material de referência certificado NIST SRM 8435 por ICP OES após digestão pelo procedimento adotado.

Elementos	Amostra certificada	ICP OES
Cálcio (%)	0,922 ± 0,049	0,810 ± 0,019
Potássio (%)	1,363 ± 0,047	1,277 ± 0,044
Zinco (mg Kg ⁻¹)	28,0 ± 3,1	26,0 ± 0,7

As concentrações de **Cu** e **Mn** na amostra de leite bovino integral NIST SRM 8435 não puderam ser determinadas uma vez que, nas condições utilizadas para a digestão (0,1 g/10,0 mL), as concentrações finais destes analitos, nos digeridos, estavam abaixo dos limites de quantificação do método. Os resultados encontrados, aplicando-se a metodologia aplicada às amostras certificadas, concordam com os resultados certificados no nível de 95% de confiança aplicando-se o teste t - Student.

A precisão expressa como desvio padrão relativo (RSD) foi menor que 10% para todas as amostras.

SECÇÃO C

Estudo de macro e micronutrientes em amostras de leite

Estudou-se a influência da região no teor de macro e micronutrientes em amostras de leite obtidas direta do úbere do animal, em leite bovino com manejo alimentar diversificado, além de animais mestiços e animais de raça holandesa, em diferentes estágios de lactação.

C1- Avaliação de macronutrientes nas amostras de leite

Os macronutrientes Ca, K, Mg, Na e P foram determinados em amostras de leite bovino coletadas diretamente do úbere de animais nas regiões de Feira de Santana, Ipirá e Boquira e os resultados estão apresentados na Figura 5 e na tabela 12 (Anexo 1).

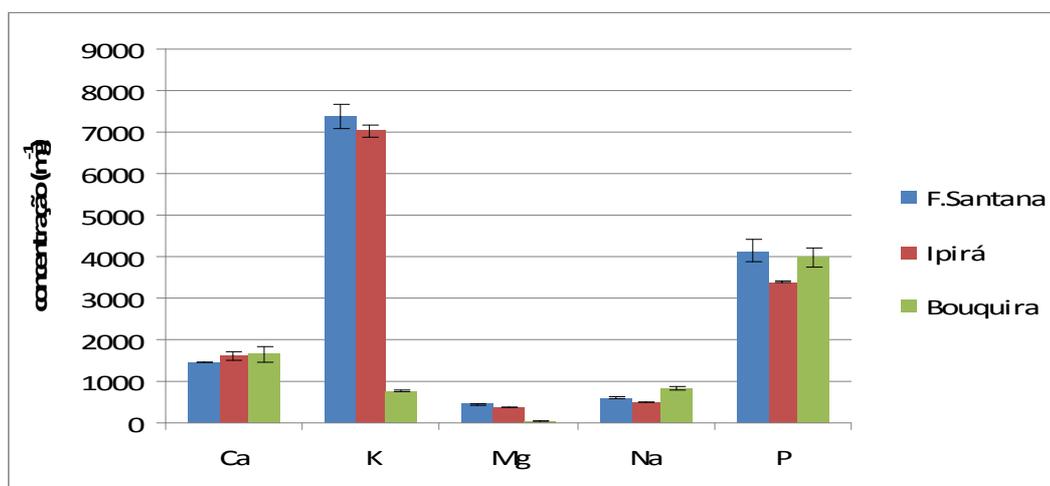


Figura 5. Teores médios \pm desvio padrão de **Ca, K, Mg, Na e P** por ICP OES em amostras de leite bovino das regiões investigadas.

C1.1 – Cálcio (Ca)

Os teores de **Ca** nas amostras de leite do úbere dos animais das regiões investigadas variaram de $1453 \pm 7 \text{ mg L}^{-1}$ a $1649 \pm 186 \text{ mg L}^{-1}$, sendo os menores valores observados nas amostras provenientes da região de Feira de Santana e os maiores em Ipirá e Boquira (Figura 5 a; tabela 12, anexo 1).

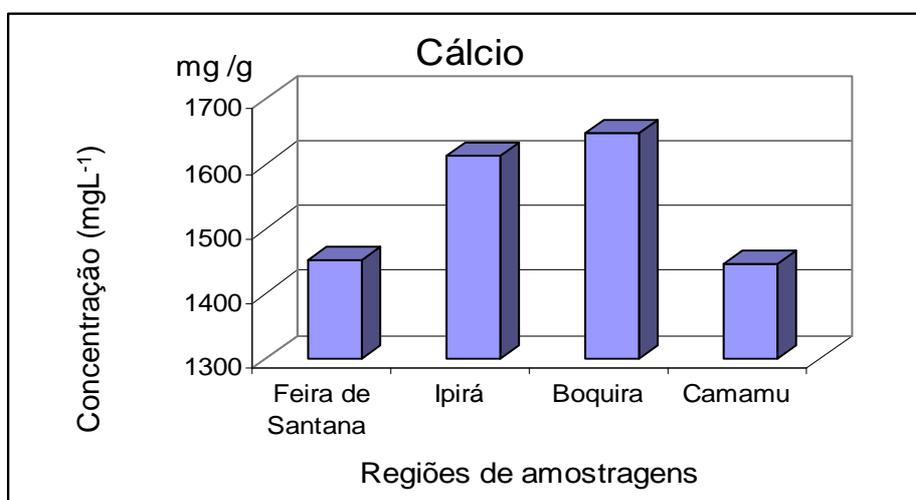


Figura 5.a - Resultados para cálcio nas amostras de leite das regiões investigadas.

Embora os animais procedentes da região de Ipirá apresentassem maior capacidade de produção, manejo alimentar mais adequado e fossem mantidos em regime extensivo de pastagens, além de suplementação mineral no cocho, os teores médios de **Ca** nas amostras de leite dessa região foram similares aos encontrados na região de Boquira, onde os animais apresentaram menor capacidade de produção de leite e recebiam apenas gramíneas como alimento (Figura 5a). Por outro lado, para as amostras de leite coletadas na região de Feira de Santana encontrou-se menor teor médio de **Ca**, apesar dos animais serem de raça Holandesa, com maior potencial de produção e com manejo alimentar adequado,

constituído de gramíneas, suplementação mineral, além de receberem uma complementação alimentar com *Hordeum vulgares p. vulgare* (cevada).

Existem quantidades significativas de fosfato e citrato de cálcio nas micelas de caseína. Este fosfato de cálcio micelar está associado às caseínas do leite, principalmente a αS_1 -, αS_2 -, e β - caseínas, e é responsável pela estrutura e estabilidade das micelas de caseína (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Geralmente, uma parte do cálcio, e a totalidade do fosfato inorgânico é solubilizado, em leite a pH 5,2. Isto pode sugerir que o fosfato de cálcio micelar (inorgânico) é completamente destruído neste valor de pH. Observa-se entre o pH inicial do leite e o pH de 5,2, uma correlação entre cálcio solubilizado e o fosfato inorgânico solubilizado. O cálcio é totalmente solubilizado apenas a pH 3,5 (Le GRAËT & BRULÉ, 1993).

O cálcio é vital para o crescimento e manutenção dos ossos e dos dentes e ajuda na coagulação do sangue e na contração muscular (DUTRA-de-OLIVEIRA & MARCHINI, 2003). Portanto, a avaliação dos teores deste elemento em alimentos, em especial em leite, é de grande interesse em termos nutricionais, de forma a dar informações para a ingestão de quantidades mínimas necessárias, garantindo assim o bom funcionamento do organismo.

Os resultados encontrados neste trabalho são de grande relevância, considerando que a informação do teor de cálcio no leite bovino é de importância sob o ponto de vista nutricional e tecnológico, na elaboração de produtos lácteos.

C1.2 – Potássio (K)

O teor médio de **K** (Figura 5.b) verificado na amostra de leite bovino obtido na região de Feira de Santana foi o mais elevado ($7385 \pm 296 \text{ mg L}^{-1}$), seguido pelo leite da região de Ipirá ($7032 \pm 148 \text{ mg L}^{-1}$). Para a região de Boquira, foi observado o menor teor ($754 \pm 20 \text{ mg L}^{-1}$), o que pode ser creditado a presença de infecção na glândula mamária dos animais (mastite), tendo em vista não haver manejo sanitário dos animais nesta região.

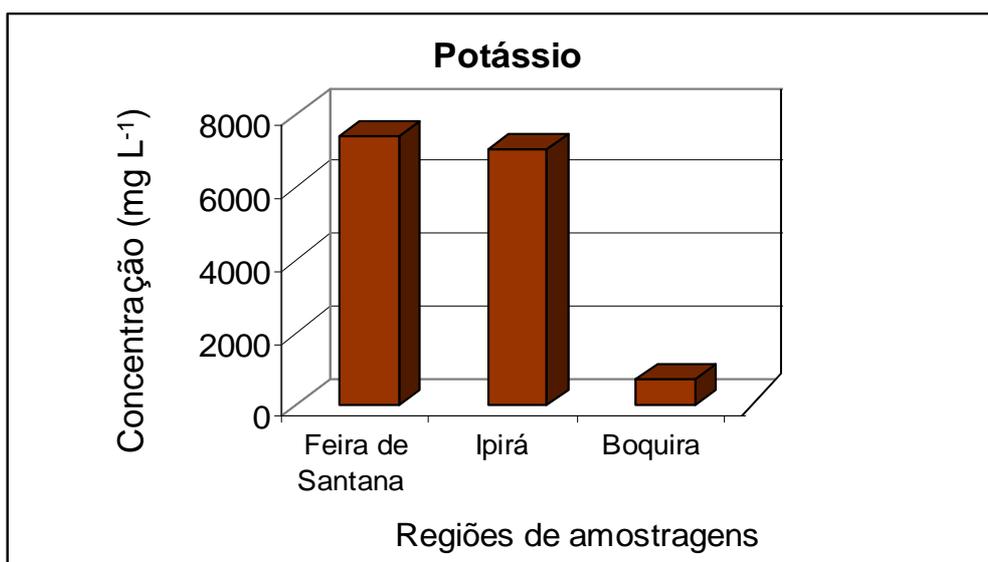


Figura 5.b - Resultados para potássio nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas.

O potássio transporta oxigênio como oxi-hemoglobina potássica, facilita o deslocamento do dióxido de carbono por intermédio do bicarbonato das hemácias, diminui a viscosidade protoplasmática, antagonizando-se com o cálcio. Além disso, facilita a conversão da glicose em glicogênio pelo fígado (DUTRA-de-OLIVEIRA & MARCHINI, 2003).

C1.3 - Magnésio (Mg)

Os resultados obtidos, mostrados na Figura 5.c, indicam que foi encontrada a maior concentração, de $448 \pm 23 \text{ mg L}^{-1}$, nas amostras coletadas em Feira de Santana. Para as amostras coletadas na região Ipirá os valores foram $385 \pm 3,2 \text{ mg L}^{-1}$, enquanto que em Boquira foi evidenciada uma menor concentração, de $42,6 \pm 1,4 \text{ mg L}^{-1}$, chamando a atenção por apresentar a mesma tendência do **K** nesta região.

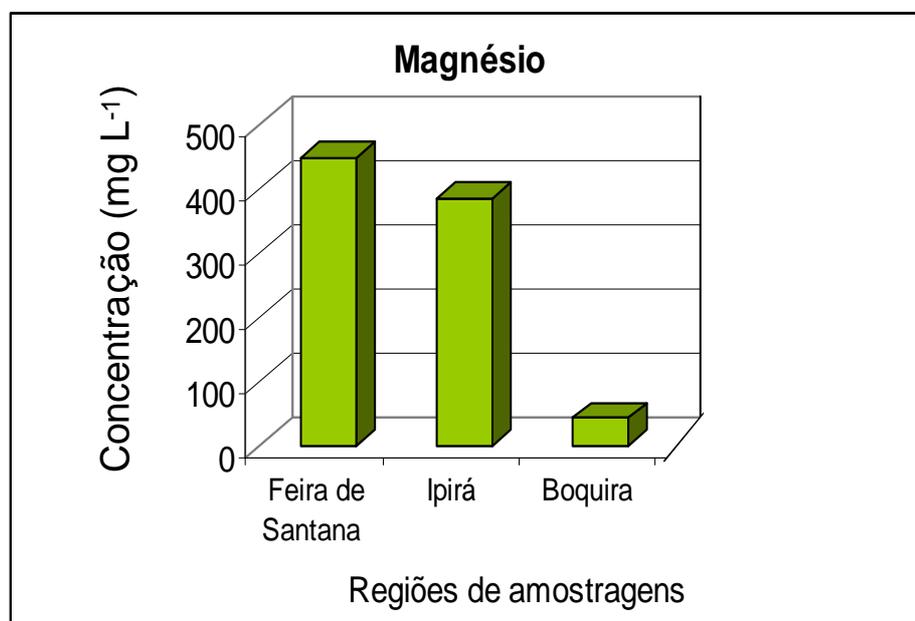


Figura 5.c - Resultados para magnésio nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas.

O magnésio desempenha um papel fundamental no organismo em uma série de reações como o metabolismo dos hidratos de carbono, lípides, proteínas e ácidos nucléicos (DUTRA-de-OLIVEIRA & MARCHINI, 2003).

C1. 4 – Sódio (Na)

A maior concentração de **Na** (Figura 5. d) foi observada nas amostras coletadas em Boquira, na faixa de $834 \pm 37 \text{ mg L}^{-1}$, enquanto que as amostras de leite proveniente da região de Feira de Santana apresentaram valor médio, $599 \pm 35 \text{ mg L}^{-1}$. O menor teor desse elemento foi verificado na região de Ipirá, na faixa de $490 \pm 9,3 \text{ mg L}^{-1}$.

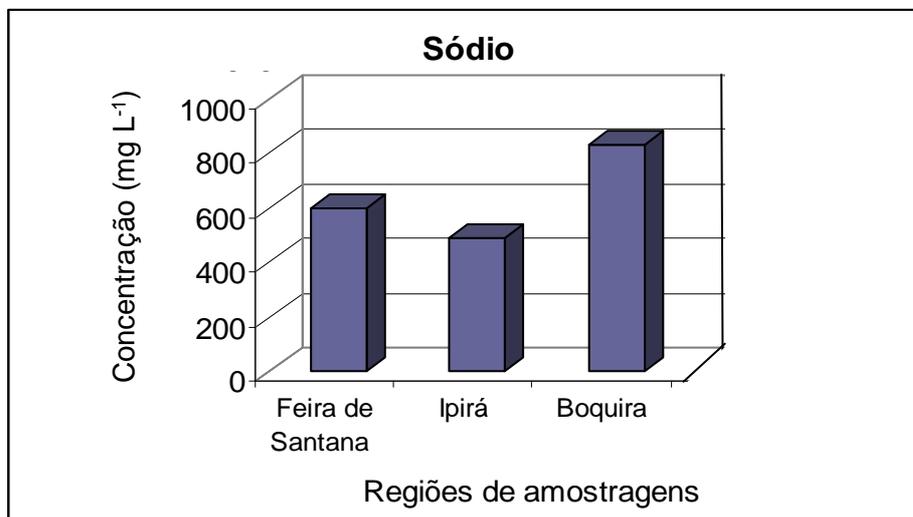


Figura 5.d - Concentrações de sódio nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas.

O sódio possui responsabilidade especial pela manutenção do volume circundante e da circulação. É responsável por cerca de 92 % das bases fixas do organismo, por isso facilita o transporte de dióxido de carbono ao doar bicarbonato, o que permite participar ativamente da manutenção do equilíbrio ácido-básico do organismo. Entretanto, a ingestão de alimentos com altas concentrações de Na deve ser evitada, principalmente para pessoas portadoras de doenças renais e

hipertensão. Assim, a sua concentração deve ser monitorada, para propiciar uma ingestão adequada dos alimentos (DUTRA-de-OLIVEIRA & MARCHINI, 2003).

C1. 5 – Fósforo (P)

O teor de **P** (Figura 5 e) obtido do leite proveniente do úbere na região de Boquira ($3981 \pm 229 \text{ mg L}^{-1}$), evidenciando menor concentração na região de Ipirá ($3385 \pm 24 \text{ mg L}^{-1}$) e maior em Feira de Santana ($4135 \pm 270 \text{ mg L}^{-1}$).

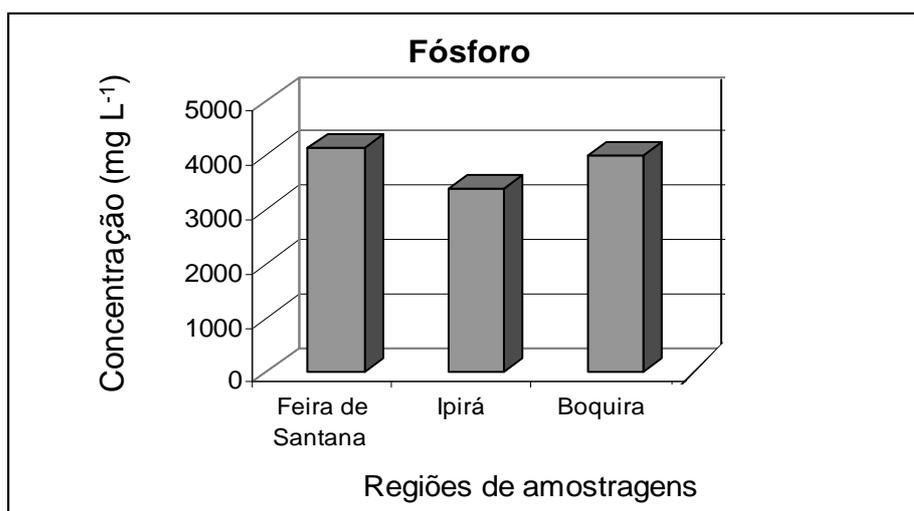


Figura 5.e - Resultados para fósforo nas amostras de leite coletadas nas regiões investigadas.

O fósforo é também um importante constituinte dos ossos e dentes, além de ser necessário para a formação de ácidos nucleicos, e participar decisivamente na formação, estoque e utilização da energia corpórea (DUTRA-de-OLIVEIRA & MARCHINI, 2003).

Os resultados obtidos nas diferentes regiões investigadas para **Ca**, **K**, **Mg**, **Na**, e **P** em leite bovino (Tabela 12, anexo 1) obtido do úbere do animal estão consistentes com àqueles reportados por outros pesquisadores (LANTE et al., 2004; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, SANZ ALAEJOS & DIAZ ROMERO, 2001; SOARES et al., 2009).

A alimentação do animal e as mudanças estacionais não influem de maneira significativa na concentração de minerais do leite, tampouco o conteúdo mineral apresenta grandes variações durante o ano. O conteúdo de **Ca**, **P** e **Mg** não dependem somente da alimentação porque o animal pode recorrer a suas reservas ósseas (CLOSA et al., 2003).

Os teores médios de **Ca**, **Na** e **P** (Figuras 5 e 5a, 5d e 5e) encontram-se comparáveis para as regiões de Feira de Santana e Ipirá demonstrando que não houve interferência da raça, do clima e nem do período de lactação. No entanto, teores mais elevados de **K** são observados nos municípios de Feira de Santana e Ipirá. Este aumento pode ser devido os animais se encontrarem no período final de lactação (GAUCHERON, 2005) e uma queda significativa no teor de **K** na região de Boquirá. A redução do teor potássio no leite pode estar relacionada a infecção da

glândula mamária, ou quando os animais são expostos a temperaturas elevadas (KAMAL, JOHNSON, & RAGSDALE, 1961).

Segundo a literatura, a composição mineral do leite é também modificada durante a infecção da glândula mamária, a mastite, especialmente a concentração de íons **Cl** e **Na** os quais aumentam fortemente. Dependendo da causa e severidade da infecção, essas mudanças na composição podem ser mais ou menos importantes (GAUCHERON, 2005). Na presença de mastite há também uma redução considerável das quantidades de cálcio, fósforo, e potássio, em torno de 5%, 8% e 9% respectivamente, quando comparados com animais sadios. Com a diminuição nos teores de lactose o equilíbrio osmótico do leite se altera, e para manter o balanço, os níveis de sódio e cloretos aumentam, podendo aumentar até dez vezes (FONSECA & SANTOS, 2000; BRITO & BRITO, 2000).

Apesar disso, de um modo geral, os resultados encontrados indicaram que a raça do animal não interferiu nos resultados. Isto porque em Feira de Santana as amostras de leite foram obtidas de animais de melhor linhagem, enquanto em Ipirá de animais mestiços.

C2- Avaliação de micronutrientes nas amostras de leite bovino

Os micronutrientes **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe** e **Zn** foram avaliados em amostras de leite coletadas diretamente do úbere de animais nas regiões de Feira de Santana, Ipirá e Boquira e os resultados estão apresentados na Figura 6 e na tabela 13 (Anexo 1).

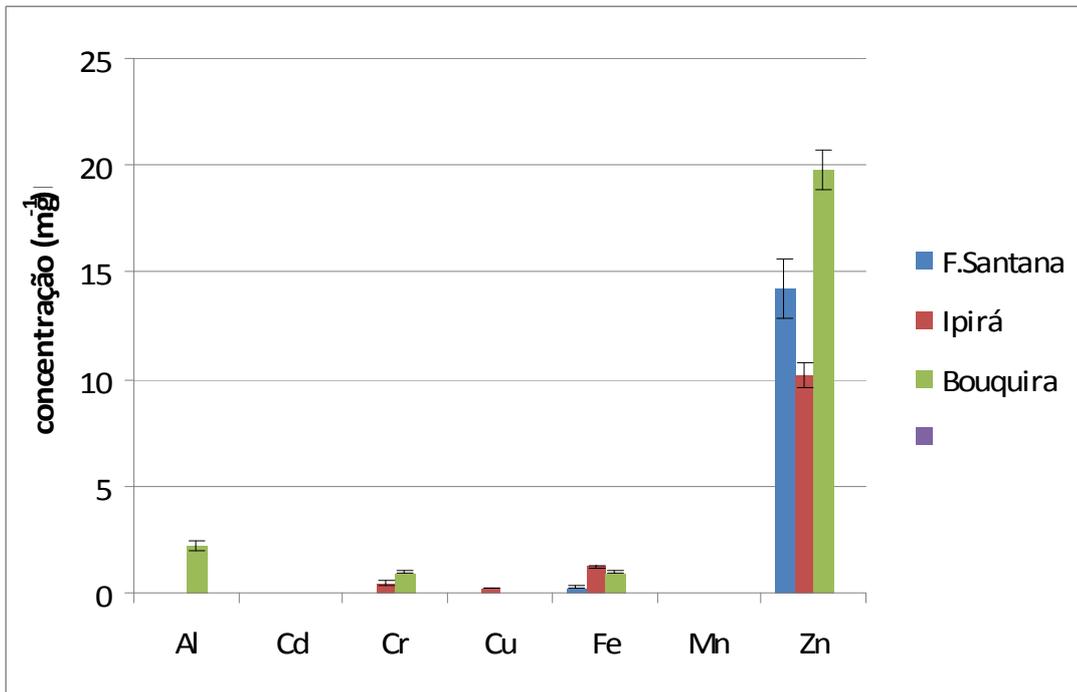


Figura 6. Teor médio \pm desvio padrão de **Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn e Zn** por ICP OES em amostras de leite bovino coletadas nas regiões investigadas.

C2.1 – Alumínio (Al)

O teor médio de **Al** nas amostras de leite provenientes do úbere do animal foi de $2,19 \pm 0,19 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 13, Anexo1, Figura 6) na região de Boquira, enquanto nas demais regiões investigadas não foi observada a presença desse elemento.

Alumínio está presente em quantidades mínimas nos tecidos de animais, sangue e urina. As maiores concentrações encontram-se nos pulmões. O excesso de alumínio no organismo provoca constipação intestinal, anorexia, cefaléia, esquecimento, incoordenação motora, diminuição das funções hepáticas e renais.

Os resultados encontrados podem estar relacionados com a localização da fazenda, ou contaminações por elementos tóxicos durante o processo de obtenção do leite com o equipamento (MARTINO, SANCHEZ & MEDEL, 2000).

C2.2 - Cádmió (Cd)

Não foi constatada a presença de cádmio no leite das diversas regiões investigadas. Provavelmente, os resultados se encontravam abaixo do LOQ do método.

Jeng, Lee & Lin (1993), em Taiwan e Narres, Mohl & Stoeppler (1985), na Alemanha, pesquisaram chumbo e cádmio em leite e observaram as seguintes concentrações, 0,44 ng/mL e 0,048 ng/mL respectivamente.

Concentrações de Pb e Cd, na faixa de 0,20 a 30 µg/kg foram detectadas nos estudos realizados em diversos países, tais como Espanha, Turquia, Paquistão e Alemanha (BALDINI et al., 1990; WOJCIECHOWSKA-MAZUREK et al., 1995; CERUTTI, 1999; TRIPHATHI et al., 1999; ALAIS, 2000; SIMSEK et al., 2000; MARTINO, SÁNCHEZ & SANZ-MEDEL, 2001).

Alguns estudos preliminares (MILLER et al. 1967; NEATHERY et al. 1974; LUCIS, LUCIS & SHAIKH, 1972) tem apontado que pequena quantidade de **Cd** é secretado dentro do leite (0,00008% por dia) devido a apreensão pelas frações alfa

lactoalbumina e beta lactoglobulina do leite humano, as quais são fixadoras do **Cd** *in vitro* e de **Cd** por proteínas semelhantes a metalotioneína, que tem sido isolada em placenta e tecido mamário. Por outro lado, sabe-se também que níveis mais elevados de absorção de **Cd** ocorrem quando a dieta contém elevado teor de caseína (KANTIKAS, 2007), a lactoferrina do leite tem baixa afinidade por esse metal, porém sabe-se que a lactoferrina tem efeito inibidor sobre a captação intestinal do **Cd**. Também as proteínas do soro sanguíneo podem sofrer interação com o **Cd** quando presente no leite, especificamente a albumina que apresenta grande afinidade por este elemento. Segundo Kuiters (1966) e Fasset (1975), em espécies de ruminantes, geralmente, o **Cd** acumula-se no fígado e rim, e nestes tecidos, a concentração de metal aumenta com a idade.

O chumbo e o cádmio são amplamente distribuídos no ambiente como metais pesados tóxicos. Nas áreas urbanas várias atividades tais como combustível, fundições, processamento de ligas, mineração, descarte de baterias e tintas contribuem para a contaminação ambiental com **Pb** e **Cd**, e animais podem ingerir estes metais através forragem contaminada e água (SHARMA et al. 1982).

O leite como parte da dieta é uma das fontes responsáveis pela ingestão de **Cd** pelo homem. Mesmo não apresentando níveis elevados de concentração do metal, o leite é responsável por maior retenção de **Cd** em grupos com dieta láctea exclusiva, quando comparados a outros grupos submetidos à dietas variadas. Lactentes podem estar sujeitos ao efeito cumulativo de baixas doses repetidas de **Cd**.

A ingestão aguda de **Cd** atinge os órgãos do trato gastrintestinal e o indivíduo pode apresentar sintomas como a náusea severa, vômito, salivação, cólicas abdominais e diarreia. No caso de intoxicação fatal estes sintomas são seguidos de

paralisa devido a deficiência renal aguda, além de debilidade cardiopulmonar (LAUWERYS, 1978). A vida média do cádmio no organismo é de 10 a 30 anos e com exposição constante, essa concentração do metal nos tecidos tende a aumentar.

Devido a elevada toxicidade de **Cd**, mesmo em nível de traços, as autoridades sanitárias mundiais estão preocupadas em estabelecer medidas para reduzir a concentração desse elemento nos alimentos, uma vez que é considerado a principal fonte de ingestão desse contaminante (SCHAFFNER, 1981).

No Brasil, o limite estabelecido para **Cd** é de 1,0 mg/Kg (BRASIL, 1965).

C2.3 – Cromo (Cr)

As concentrações obtidas para **Cr** nas amostras de leite coletadas no úbere das vacas das regiões de Boquira e Ipirá foram $0,958 \pm 0,068$ a, $456 \pm 0,110$ mg L⁻¹, respectivamente. Os valores obtidos para as amostras coletadas na região de Feira de Santana estavam abaixo do limite de quantificação do método (Figura 6; Tabela 13 no Anexo 1).

O **Cr** é encontrado em forma trivalente, não tóxica, e tem sido recomendada como suplemento comercial no abastecimento para nutrição de gado de leite no período seco, no entanto, existem controvérsias em relação a origem de **Cr** no leite de vaca, segundo vários pesquisadores sua presença está associada a poluição ambiental (DOBRZARNSKI et al., 2005; LICATA et al., 2004; SIMSEK et al., 2000).

C2.4 – Cobre (Cu)

O teor médio de **Cu** observado nas amostras de leite proveniente do úbere das vacas na região de Ipirá foi $0,219 \pm 0,027 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 13, Anexo 1). Nas demais regiões do estudo, os resultados se encontraram abaixo do LOQ do método. O resultado médio encontrado para esse elemento foi similar aos reportados por Milacic & Kralj (2003). As baixas concentrações de **Cu** nas amostras de leite podem ser devido ao conteúdo de **Zn** presente no alimento, que, segundo a literatura, interfere com o sistema de absorção de **Cu** pelo organismo (CASARETT, 2000).

O teor de **Cu** no leite varia, também, conforme a espécie animal. Este elemento é um constituinte metabólico, co-fator que envolve enzimas no metabolismo de colágeno, fosfolipídeos, hemoglobina e glicose (DAVIS & MERTZ, 1986).

Ramonaitytê (2001), relata concentrações elevadas de **Cu** no leite coletado no período de 1983 a 1990 na Lituânia, devido ao uso de substâncias tóxicas na agricultura e o controle inadequado da dosagem utilizada.

C2.5 – Ferro

O teor médio de **Fe** obtido no leite do úbere nas regiões de Feira de Santana, Ipirá e Boquira variou de $0,96 \pm 0,03 \text{ mg L}^{-1}$ a $1,23 \pm 0,09 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 13, Anexo 1), conforme apresentado na Figura 6. Pode-se observar que, para as amostras coletadas na região de Ipirá, foram encontradas as maiores concentrações. Estes resultados podem ser creditados ao aumento da concentração de metais nas águas, solo e pastagens, ou de suplementação aos animais.

O **Fe** é necessário para o desenvolvimento dos neonatos para incorporação da hemoglobina dentro dos eritrócitos.

C2.6 – Zinco (Zn)

Dentre todos os microelementos estudados nas amostras de leite obtido do úbere de vacas, o teor **Zn** foi o mais elevado, variando de $10,2 \pm 0,6 \text{ mg L}^{-1}$ a $19,8 \pm 0,9 \text{ mg L}^{-1}$ nas regiões investigadas - Feira de Santana, Ipirá e Boquira (Figura 6; Tabela 13, Anexo 1). A maior concentração desse elemento foi observada nas amostras da região de Boquira, a qual é uma propriedade rural que está localizada dentro de uma indústria de mineração. No entanto, teores de **Zn** similares aos desse estudo foram relatados por outros autores (ALAIS, 2000; SIMSEK et al., 2000; TIECCO, 2000; MARTINO, SÁNCHEZ & SANZ-MEDEL, 2001).

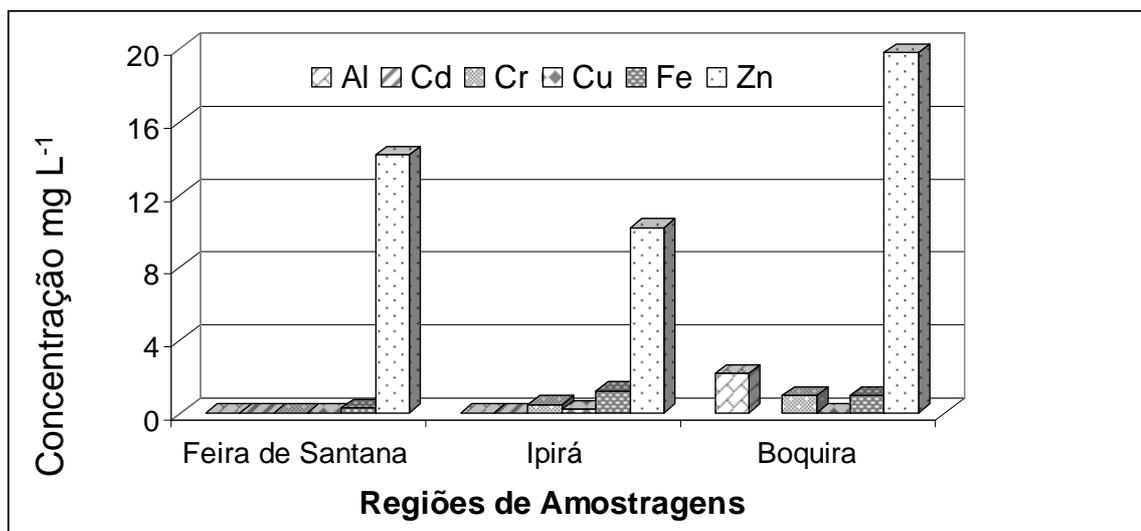


Figura 6.1 - Distribuição dos microelementos das amostras de leite investigados por regiões: Feira de Santana, Ipirá, Boquira

Nas regiões onde foram realizadas as amostragens (Figura 6.1), Boquira foi a que apresentou teor mais elevado de **Al**, enquanto maior concentração de **Fe** no leite foi observada na região de Ipirá. O elemento zinco está em maior proporção na

região de Boquira, isto pode está relacionado com a falta de manejo sanitário no rebanho.

O **Zn** apresenta diversas funções metabólicas nos animais, como o crescimento dos ossos que requer tanto o zinco como outros minerais. Além disso, exerce papel importante em mais de cem enzimas, entre as quais a fosfatase alcalina, anidrase carbônica e dehidrogenase láctica. Também está envolvido na síntese de colágeno, desenvolvimento sexual e metabolismo hormonal. Torna-se importante reforçar a presença de zinco no leite para as necessidades endócrina e nutricional para o crescimento do recém-nascido (PRASAD, 1979). A absorção do **Zn** é regulada pela síntese de metalotioneína no enterócito. Maior ingestão de zinco induz maior síntese da proteína metalotioneína que se liga ao zinco, inibindo nova absorção. É importante verificar a circulação entero-pancreática do zinco que atua também como fator regulador (DUTRA-de-OLIVEIRA e MARCHINI, 2003). Não há duvida da relevância desse elemento para o organismo. Contudo como acontece com todos os constituintes essenciais no organismo, a ingestão deste elemento em excesso, não é recomendada.

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1997), juntamente com a Instrução Normativa n. 51(BRASIL, 2002), não preconizam padrões regulamentares para composição mineral do leite, embora seja de importância relevante tendo em vista as várias funções que exercem estes constituintes no organismo. Os minerais garantem a manutenção, crescimento e atividades produtiva e reprodutiva normais. Enquanto os macroelementos (cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre) são

necessários em maiores quantidades, os microelementos (ferro, cobre, cobalto, iodo, manganês, zinco e selênio) são exigidos em quantidades menores nas dietas.

A RDC n. 360 da ANVISA (Anexo 1, Tabela 14), determina que as indústrias coloquem na embalagem a informação nutricional dos seus produtos, e esta fiscaliza apenas o comércio varejista (BRASIL, 2003), enquanto que o Ministério da Agricultura que é responsável pela inspeção na indústria de laticínios não preconiza o teor de minerais do leite, preocupando-se apenas com os percentuais de proteína, lactose e gordura do leite.

Vale ressaltar que os padrões regulamentares são criados em cima de trabalhos científicos, é necessário que os órgãos governamentais tomem conhecimentos das perdas que ocorrem com o leite desde a sua obtenção, devido a contaminação durante a ordenha, durante o processamento e também pela

presença de doenças infecciosas como a mastite, principalmente por ser o leite um alimento de primeira necessidade.

Os teores de macro e microelementos no leite *in natura* podem variar de acordo com fatores ligados a secreção da glândula mamária tais como o estágio de lactação, espécie animal e status de saúde, também fatores extrínsecos como estações do ano, estado nutricional das vacas e ambiente (natureza do solo e localização da fazenda).

Segundo Verheijden et al. (1983), em vacas com mastite natural ou induzida, pode ocorrer um declínio nas concentrações do zinco plasmático e no zinco do leite dos quartos afetados. Esses autores afirmam ainda que as alterações no metabolismo do zinco, nos quartos acometidos pela mastite, devem ter um importante papel no mecanismo de defesa local do úbere.

Animais com mastite apresentam teores médios de **Fe**, **Cu** e **Zn** variando de 3 a 20% mais elevados, possivelmente causa mudanças na dispersibilidade das membranas mamárias (ASHTON & YOUSEF, 1966). A concentração de **Cu** no leite de vacas com mastite é um importante catalisador de flavour oxidado, (KING & DUNKLEY, 1959). Pequenas variações de **Cu** no leite estão associadas aos regimes alimentares variados e oxidação lipídica.

Machado (2009) relata que a presença de mastite no rebanho bovino leiteiro acarreta redução nos componentes nobres do leite como caseína, lactose e gordura e aumento de proteína sérica, sódio e cloro. Tais alterações reduzem o rendimento da fabricação de queijo em cerca de 5%, prolongam o seu tempo de coagulação e reduzem sua composição em gordura, proteína e sólidos totais. Há, também, redução no tempo de estocagem do leite devido a presença de plasmina do sangue

e aumento de pH. Alguns autores relacionaram a alta contagem de células somáticas (CCS) com a qualidade do coagulo de queijo, observando uma redução de 70% na sua firmeza.

SECÇÃO D

Estudo de macro e micronutrientes na cadeia produtiva

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados dos macronutrientes e micronutrientes de amostras de leite bovino e bubalino ao longo de toda a cadeia produtiva de uma das regiões investigadas. O propósito foi avaliar as perdas que ocorrem no leite desde a sua obtenção na fazenda até a indústria, quando é submetido às técnicas de beneficiamento. A Região selecionada foi a de Feira de Santana porque contém o maior rebanho leiteiro, constituído na maioria de animais puros, onde se encontra instalada duas grandes indústrias de leite, que tem contribuído para o desenvolvimento do agronegócio. Além disso, foi possível acompanhar os caminhos do leite desde a fazenda produtora até o seu beneficiamento final, ou seja, a sua desidratação.

D.1 – Macronutrientes de leite bovino na cadeia produtiva

Os teores encontrados de macronutrientes em amostras de leite bovino do município de Feira de Santana, obtidas na cadeia produtiva - Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro, Leite resfriado, Leite **UHT** (Ultra Alta Temperatura) e Leite em pó - estão apresentados na Figura 7 e na Tabela 15 (Anexo 1).

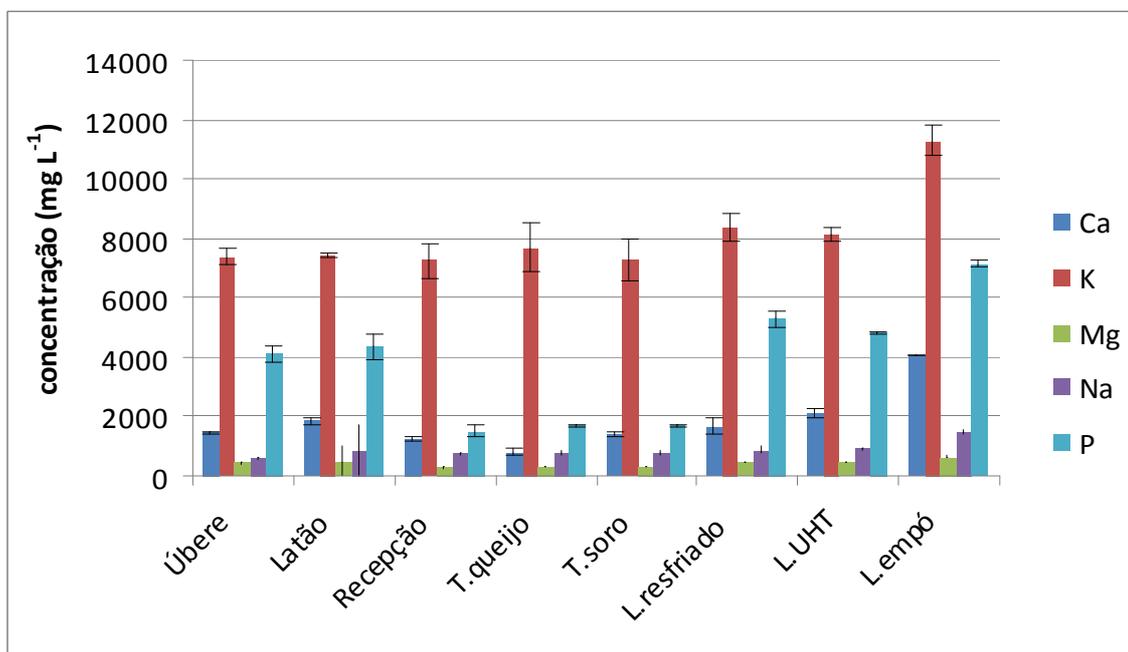


Figura 7. Teor médio \pm desvio padrão de **Ca, K, Mg, Na e P** por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana - Bahia.

D.1.1 – Cálcio (Ca)

Na saída do úbere, o leite apresentou um teor de **Ca** de 1453 ± 7 mg L⁻¹ (Tabela 15; Anexo 1).

No latão transportador observou-se um aumento com um teor médio de 1850 ± 105 mg L⁻¹ de cálcio, tendo em vista o desenvolvimento da acidez do leite, que

ocorre durante o período entre sua obtenção na fazenda e o transporte em temperatura ambiente até a plataforma industrial, ocorrendo alteração da lactose e da proteína, ou seja, degradação da lactose em quatro moléculas de ácido lático e precipitação protéica, uma vez que os microrganismos presentes no leite produzem enzimas, que são responsáveis pela degradação desses constituintes (TRONCO, 2008).

A titulação da acidez é de amplo uso na inspeção sanitária do leite de vaca, permitindo avaliar o estado de conservação e eventuais anormalidades do produto. O leite de vacas sadias é considerado ácido se apresentar acidez maior que 18° D (Dornic). Um valor acima deste é proveniente da acidificação do leite causada pela degradação da lactose pelas enzimas produzidas por microrganismos. Assim, a acidez do leite pode aumentar, por influência da temperatura e, principalmente, pela falta de higiene com os equipamentos usados durante a coleta ou ordenha do leite (FONTELES et al., 2002).

Ordóñez et al.(2005), relataram que a concentração dos sais entre as fases solúvel e coloidal depende do pH, e dois terços do cálcio e um pouco mais da metade do fósforo do leite encontram-se em suspensão coloidal, formando parte da micela caseínica. A acidificação aumenta a solubilidade do fosfato de cálcio. À medida que o pH diminui, o fosfato de cálcio coloidal (CCP) vai se solubilizando, de tal forma que, em pH menor que 4,9, praticamente todo o CCP já estará em fase aquosa, ocorrendo desestabilização micélica (Tabela 15, Figura 7A).

O cálcio iônico (Ca^{2+}) tem um papel chave na regulação do metabolismo adipócito, resultando na modulação do armazenamento de triglicerídeos ao adipócito. O Ca^{2+} intracelular é regulado pelos hormônios calcitrópicos, sendo essa a

base do mecanismo primário para o efeito anti-obesidade do cálcio. Estudos sugerem que esse efeito é ainda maior nos lácteos quando comparados a suplementos de cálcio. Essa atividade adicional pode estar relacionada com a fração do soro e o conteúdo protéico (ZEMEL, 2005).

A deficiência de cálcio no organismo pode causar sintomas de hiperexcitabilidade neuromuscular, em relação ao esqueleto a redução da taxa do cálcio no corpo pode retardar o crescimento. Produtos lácteos são rica fonte de fatores potencialmente anticarcinogênicos que podem desempenhar um papel na prevenção de câncer colo-retal. E de todos os constituintes presentes nesses produtos, o cálcio é quem tem atraído maior atenção (LARSSON et al., 2005).

Larsson et al. (2006), encontraram em um estudo de coorte uma associação entre o alto consumo de cálcio e de produtos lácteos, em especial o leite, com um significativo menor risco de câncer colo-retal, independente de outros fatores de risco conhecidos. Também foi observado um possível efeito residual da ingestão total de cálcio e consumo de leite.

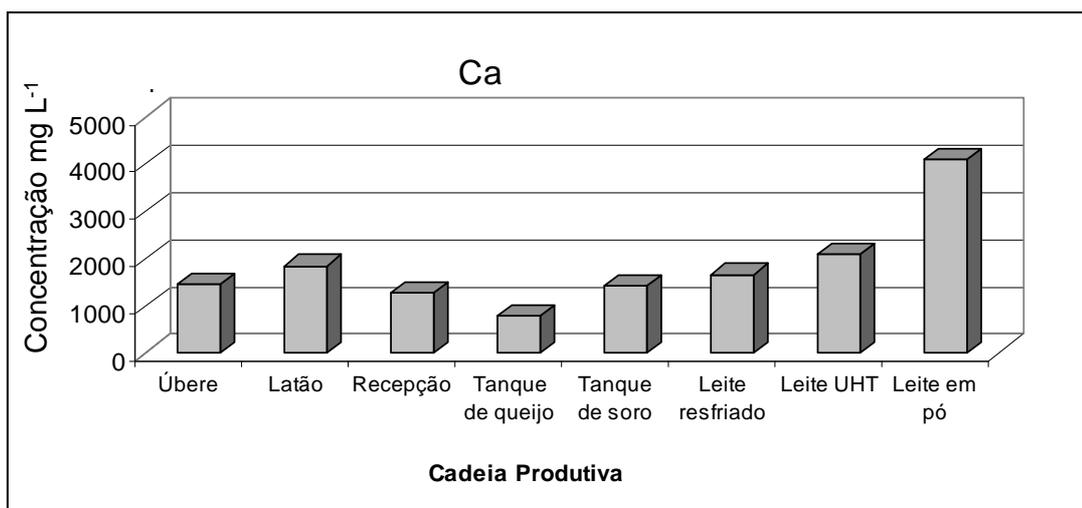


Figura 7 A - Variação do teor médio de **Ca** na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana - Bahia.

No tanque de queijo o teor de **Ca** foi de $796 \pm 107 \text{ mg L}^{-1}$, a menor concentração desse elemento observado na cadeia produtiva. Isto, pode ser influencia do processo de pasteurização rápida, para atender o Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos e prolongar a vida de prateleira do produto (BRASIL, 1996).

A pasteurização rápida consiste no aquecimento do leite em camada laminar a $72-75^{\circ}\text{C}$ por 15 a 20 segundos em aparelhagem própria. A pasteurização tem como finalidade destruir totalmente a microbiota patogênica sem alteração sensível da constituição física e do equilíbrio do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos, assim como de suas propriedades organolépticas normais (BRASIL, 1997). No entanto, o aquecimento do leite afeta o teor de cálcio, magnésio, citrato e fosfato, modificando o equilíbrio de sais de cálcio, produzindo uma diminuição no cálcio solúvel e a precipitação do fosfato de cálcio (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

O processo de pasteurização (Quadro 1, no Anexo 2) e homogeneização reduzem a biodisponibilidade do cálcio no leite (Battestin et al., 2002). Desde que ocorra desnaturação de albumina e menor quantidade de cálcio coloidal, menor será o teor de cálcio contido no leite associado a micela de caseína, gerando íon Ca^{2+} (Pohl & Prusisz, 2007). Nestas circunstâncias, o organismo necessita usar a mesma quantidade de cálcio para neutralizar a acidez e gerar mucos ácidos pela ingestão de leite (Battestin et al., 2002). Esta deficiência de cálcio pode causar sintomas de

hiper excitabilidade neuromuscular. A falta de cálcio pode gerar raquitismo, retardar o crescimento e pode ocorrer a osteoporose (SOARES et al. 2009).

A homogeneização do leite ou produtos lácteos pode ser considerada um processo físico e químico que consiste em forçar o leite a pressões elevadas, através de um ou mais caminhos, a velocidades elevadas. Isto resulta no rompimento dos glóbulos de gordura, subdividindo-os em glóbulos de menor diâmetro de 0,5 mm a 1 mm e permitindo a dispersão da fase descontínua em fase contínua (OLIVEIRA & SANTOS, 2008). No entanto, Walstra, Wouters & Geuters (2006), relatam que esse rompimento e coalizão ocorrem várias vezes durante a homogeneização para cada glóbulo, se a concentração de proteínas no meio for menor que a área a ser coberta ao redor dos novos pequenos glóbulos, devido a alto teor de gordura (3 - 4%) do leite.

No processo de elaboração do queijo (Quadro 2, no Anexo 2), faz-se adição de uma enzima, chamada quimosina, cuja ação é clivar proteoliticamente e inativar a caseína kappa, convertendo esta em uma para-kappa caseína e uma pequena proteína chamada macropeptídeo. A para-kappa caseína não tem a propriedade de estabilizar a estrutura micelar e pela presença de cálcio insolúvel as proteínas precipitam formando um coágulo. A quimosina cliva a ligação peptídica Phe105 – Met 106 (fenilalanina (Phe) – metionina (Met)) da caseína kappa iniciando o processo de coagulação do leite (NAKANO & OZIMEK, 1998,2000).

No tanque de soro, observou-se um aumento do teor médio de **Ca**, 1410 ± 84 mg L⁻¹, o que pode está associada a adição de cálcio, que leva a formação de fosfato de cálcio, que passa a fazer parte da micela em forma de CCP, diminuindo a

concentração de íons fosfato na fase aquosa (McMAHON et al. 1984). O soro é resultante do processo de elaboração de queijo.

Leite resfriado. No tanque de expansão, na fazenda produtora ocorre o resfriamento do leite a 4°C. Nas amostras coletadas nesta etapa do processo foi encontrado um teor médio de **Ca** de $1661 \pm 287 \text{ mg L}^{-1}$. Quando se resfria o leite, parte do CCP se dissolve, passando para a fase aquosa, com isso, aumenta a concentração de fosfatos em forma iônica, e o pH aumenta ligeiramente.

Os elementos cálcio e fósforo estão em grande parte ligados aos aminoácidos das micelas de caseína (GONZÁLEZ & CAMPOS, 2003), por isso o soro do leite contém pouca quantidade desses minerais (GONZÁLEZ, 2001).

A legislação brasileira preconiza que o leite deve ser resfriado na fazenda até três horas após sua obtenção, para evitar a degradação dos constituintes do leite e com isso melhorar o aroma e sabor, conseqüentemente a vida de prateleira (BRASIL, 2002). O fosfato de cálcio micelar aumenta quando a temperatura do leite diminui e conseqüentemente o resfriamento do leite induz a dissolução de fosfato de cálcio micelar (PIERRE & BRULE, 1981).

Ichilczyk–Leone et al. (2000), resfriaram leite desnatado e verificaram que uma parte do fosfato de cálcio micelar foi transferido na fração dispersa no período de 24 horas. Quantitativamente, foi observado aumento de cerca de 10% de fosfato cálcico inorgânico na fração dispersa. Estas mudanças são reversíveis e a partição prévia pode ser re-estabelecida no re-aquecimento do leite.

Leite UHT. O teor médio de **Ca** no leite UHT foi de $2079 \pm 151 \text{ mg L}^{-1}$. Este aumento observado é devido a uma adição complementar de cálcio, que provoca aumento na concentração do Ca^{2+} na fase aquosa, formando fosfato de cálcio, que

passa a fazer parte da micela. É necessário esse enriquecimento devido às perdas que ocorrem durante o processo de esterilização (Tabela 15, Figura 7 A).

Entende-se por leite UAT, Ultra Alta Temperatura / UHT (Quadro 3, no Anexo 2), o leite homogeneizado que foi submetido, durante 2 a 4 segundos, a uma temperatura 130° C, mediante um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32° C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas (BRASIL, 1997).

Os tratamentos UHT produzem um movimento reversível de íons cálcio, magnésio, citrato e fosfato entre as caseínas e as proteínas do soro, podendo ocasionar redução do cálcio solúvel após o processo (ORDÓÑEZ et al., 2005). No tratamento UHT, 40-50% do cálcio solúvel aparece na fase coloidal, e os experimentos em animais de laboratório, utilizando o leite UHT como fonte de alimentação sugerem que há uma diminuição na adsorção do cálcio. Por isso, conforme recomendação do Ministério da Saúde, o leite UHT não deve ser a fonte exclusiva de cálcio para crianças e para mulheres na pré-menopausa (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

Leite em pó – Para esta amostra, a concentração média de **Ca** foi de 4101±1 mg L⁻¹. O aumento da concentração nesta etapa está relacionado com a concentração dos sólidos do leite devido a evaporação da fase aquosa, que está sobressaturada de fosfato de cálcio. Torna-se evidente que, ao se concentrar o leite, parte do fosfato de cálcio passará a micela em forma de CCP (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A legislação brasileira define leite em pó como o produto obtido por desidratação (Quadro 4, no Anexo 2) do leite de vaca integral, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para a alimentação humana, mediante processos tecnologicamente adequados (BRASIL, 1997).

Vale salientar que, no leite, aproximadamente 33% do cálcio encontra-se em solução verdadeira, 45% em suspensão coloidal e 22% unido a micela de caseína (REVILLA, 1982). No leite bovino 66% de cálcio apresenta-se associado à caseína, a qual é uma fosfoproteína que constitui em torno de 80% das proteínas totais do leite. No leite humano, a distribuição do cálcio fica em torno de 80% no soro e somente 10% ligado à caseína (GONÇALVES, ANTUNES & ANTUNES, 2001).

Cerca de 95% das caseínas formam partículas coloidais, ficando as restantes molecularmente dispersas no leite. A micela não é formada apenas por caseínas, mas, em termo de extrato seco, aproximadamente 7% são componentes de baixo peso molecular, e recebem o nome de fosfato de cálcio (esta fração é conhecida com a sigla CCP – fosfato de cálcio coloidal). Apesar do seu nome, o CCP é composto não apenas por fosfato de cálcio, mas também por citrato, magnésio e outros elementos minerais (ORDÓÑEZ et al., 2005).

C.1.2 – Potássio (K)

O teor de **K** obtido no leite na cadeia produtiva do leite amostrados dos animais do município de Feira de Santana variou de $7250 \pm 593 \text{ mgL}^{-1}$ a $11292 \pm 524 \text{ mgL}^{-1}$. As maiores concentrações de **K** foram observadas para as amostras de leite resfriadas, leite UHT e leite em pó, enquanto que nas amostras de leite obtido do úbere, latão,

tanque de recepção, tanque de queijo e tanque do soro os resultados apresentaram-se similares (Figura 7 B).

O **K** é o terceiro mineral mais abundante no organismo animal e o principal cátion do fluido intracelular exercendo uma série de funções indispensáveis ao organismo como o equilíbrio osmótico, equilíbrio ácido - base, vários sistemas enzimáticos e balanço hídrico, constituindo também o fluido extracelular, onde exerce influência sobre a atividade muscular (McDOWELL, 1999).

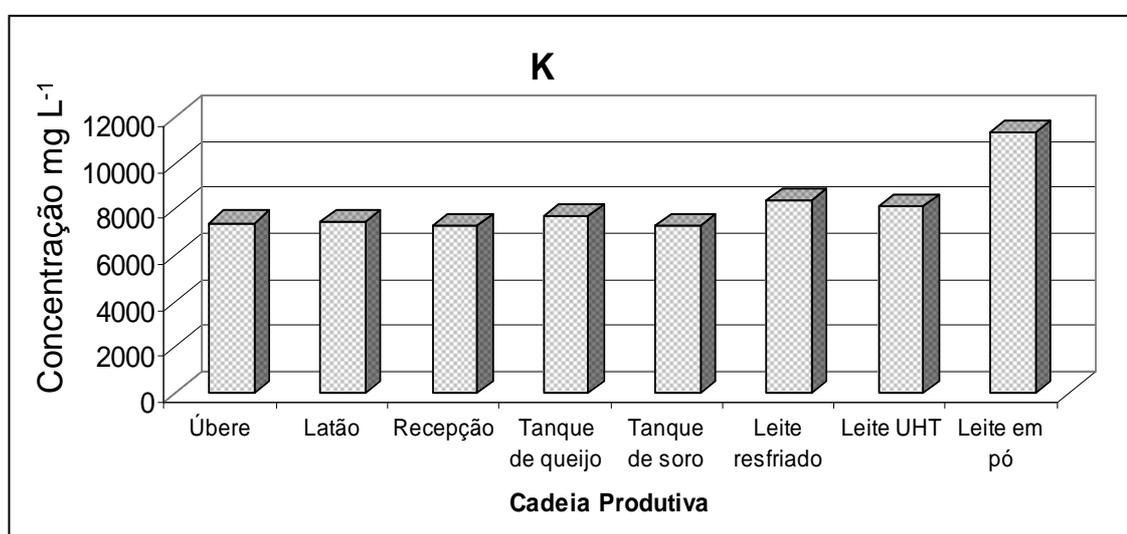


Figura 7 B - Variação do teor médio de **K** na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana - Bahia.

C.1.3 – Magnésio (Mg)

Na Figura 7 C, pode ser observado um maior teor de **Mg** no leite em pó devido a concentração de sólidos do leite pela desidratação e um menor no tanque de recepção, provavelmente, influenciado pela exposição do leite por um período longo neste equipamento. Ramin, Asri & Salamat (2005), relatam que o teor de magnésio

do leite varia de acordo com as condições climáticas, estações do ano e período de lactação, sendo mais elevado no colostro (HIDIROGLOU & PROULX, 1982).

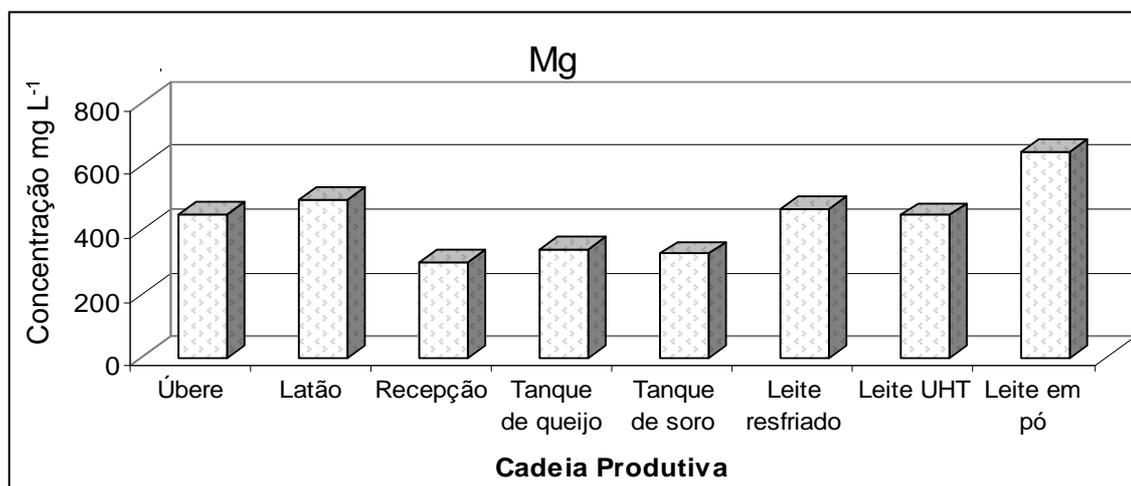


Figura 7 C - Variação do teor médio de **Mg** na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana - Bahia.

Na cadeia produtiva, as concentrações obtidas para **Mg** nas amostras do leite dos animais do município de Feira de Santana variaram de 299 ± 32 mg L⁻¹ a 645 ± 23 mg L⁻¹. De um modo geral, os resultados encontrados demonstraram pouca variação, exceto para o leite em pó, tendo em vista a baixa umidade (Figura 7 C, Tabela 15 no Anexo 1).

C.1.4 – Sódio (Na)

O teor médio de **Na**, na cadeia produtiva, variou de 599 ± 35 mg L⁻¹ a 1503 ± 59 mg L⁻¹ (Tabela 15 no Anexo 1). Os valores observados apresentaram, relativamente pouca variação, sendo o maior valor encontrado no leite em pó. (Tabela 15; Figura 7 D), devido a concentração pela desidratação.

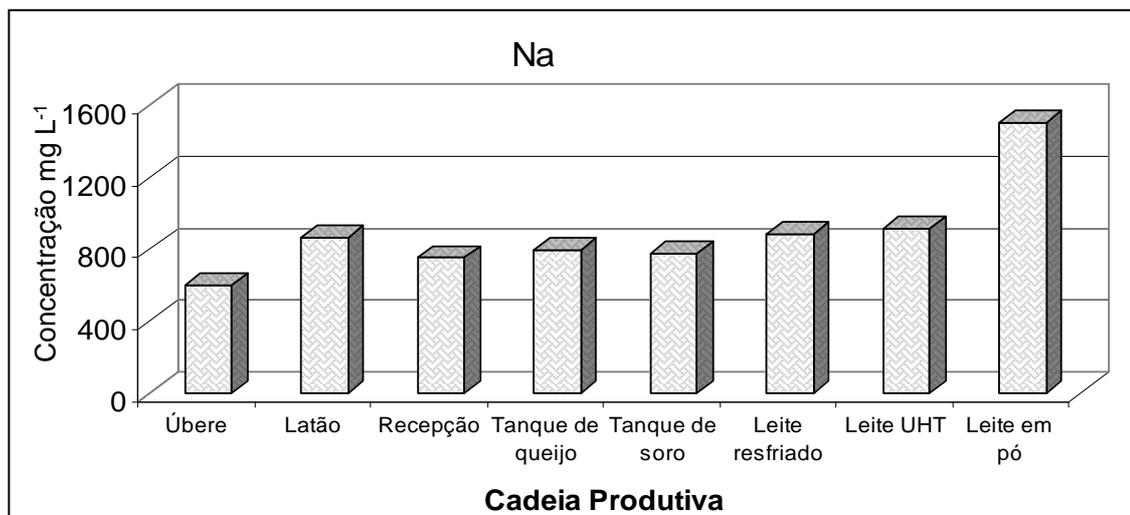


Figura 7 D - variação do teor médio de **Na** na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana - Bahia.

C.1.5 – Fósforo (P)

O teor médio de **P** na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana variou de 1512 ± 212 mg L⁻¹ a 7147 ± 106 mg L⁻¹ (Tabela 15 no Anexo 1). Os resultados obtidos para fósforo ao longo da cadeia produtiva apresentou um perfil similar ao do Mg.

Pelos dados obtidos, observou-se uma redução dos teores no tanque de recepção, que se manteve no tanque de queijo e tanque de soro e então um aumento da concentração no leite resfriado, leite UHT e leite em pó (Tabela 15, Figura 7 E). O maior teor foi observado no leite em pó.

De acordo com a Tabela 15 (no Anexo 1) e a Figura 7 percebe-se que os teores de **Ca**, **K**, **Na** e **P** são maiores no leite em pó (desidratado), demonstrando que a técnica de beneficiamento influi no conteúdo desses minerais. O resultado é coerente tendo em vista que no processo de desidratação do leite por “spray dried” é

retirada quase toda a água do leite, permanecendo apenas 3%, havendo maior concentração dos sólidos totais do leite.

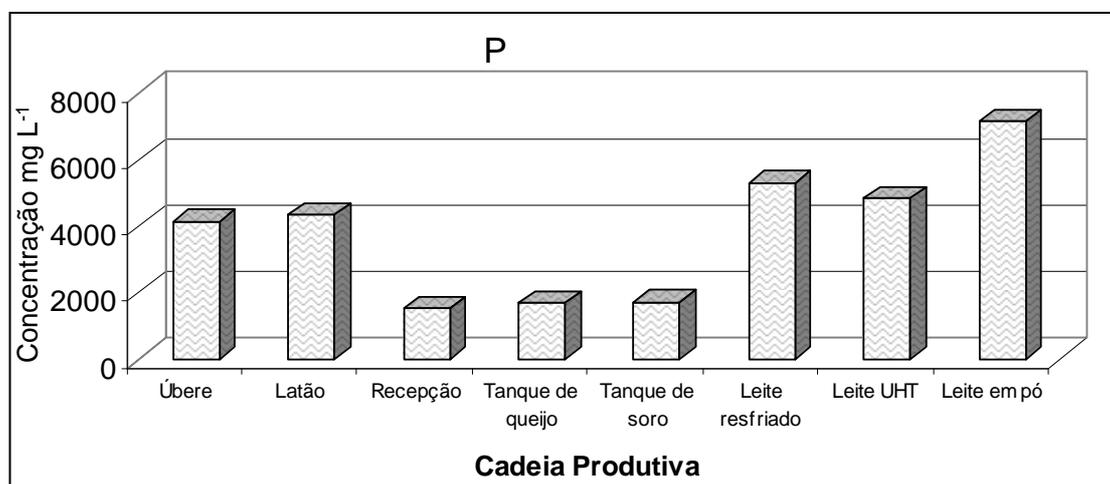


Figura 7 E - Variação do teor médio de **P** na cadeia produtiva do leite do município de Feira de Santana - Bahia.

Ainda na Figura 7 e Tabela 15, no Anexo 1, observa-se um teor médio de cálcio mais elevado (2079 ± 151 mg L⁻¹) no leite UHT, o que pode ser creditado ao fato deste produto ser enriquecido antes do processamento. A menor concentração de cálcio foi observada no tanque de queijo.

A concentração do fosfato de cálcio no leite é consideravelmente maior na solubilidade desses sais, encontrando-se em sobressaturação na fase aquosa do leite. O excesso encontra-se em estado coloidal na micela de caseína. Existe um equilíbrio, denominado equilíbrio salino do leite, entre os fosfatos de cálcio em fase aquosa e em fase coloidal (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Battestin et al. (2002), afirmaram que o processo de pasteurização, homogeneização e esterilização reduzem a biodisponibilidade do cálcio no leite. Isto devido a desnaturação da albumina (20%) e perda do íon cálcio, correspondendo a

um total de perda de 67% aproximadamente, contido no leite e associado as micelas de caseína (MORENO-ROJAS, ZURERA-COSANO & AMARO LÓPEZ, 1991; MORENO-ROJAS, AMARO-LÓPEZ & ZURERA-COSANO, 1993; POHL & PRUSISZ, 2007).

O aquecimento severo do leite a 120°C por 20 minutos causa mudanças irreversíveis nas micelas de caseínas, na partição de sais. Resíduos de fosfoserina da caseína podem ser parcialmente hidrolisados e o conteúdo de fosfato de cálcio diminui na fração dispersa, não correspondendo a precipitação simples de fosfato de cálcio disperso. Entretanto, observam-se mudanças na estrutura e composição do fosfato de cálcio micelar original na forma mais insolúvel (HOLT, 1995).

Os resultados encontrados para magnésio são comparáveis em toda cadeia produtiva do leite. **Mg** é elemento necessário a fosforilação oxidativa, ativador de várias reações enzimáticas. A concentração de **Mg** no leite varia em função de diversos fatores como a estação do ano, stress provocado pelo calor no verão, e enfermidades do animal como micoplasmose, mastite produzida por fungos filamentosos e leucemia bovina. Além disso, animais com elevada produção de leite, resultarão em diminuição da concentração desse elemento no leite, embora seja encontrada maior variação durante o estágio de lactação, sendo observada maior concentração no primeiro dia da fase colostrar (RAGHEB et al., 1998; MADEJ et al., 1994; KUME, 1992; RAMIN, ASRI & SALAMAT, 2005).

Conforme evidenciado, na Figura 7 F, os teores médios de **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** do leite bovino apresentaram coeficientes de correlação relativamente elevados entre os teores obtidos para **Ca** e aqueles obtidos para os outros

quatro minerais (cálcio - **K**: $R = 0,8528$, cálcio - **Mg**: $R = 0,7768$, cálcio - **Na**: $R = 0,8576$, cálcio - **P**: $R = 0,6949$),

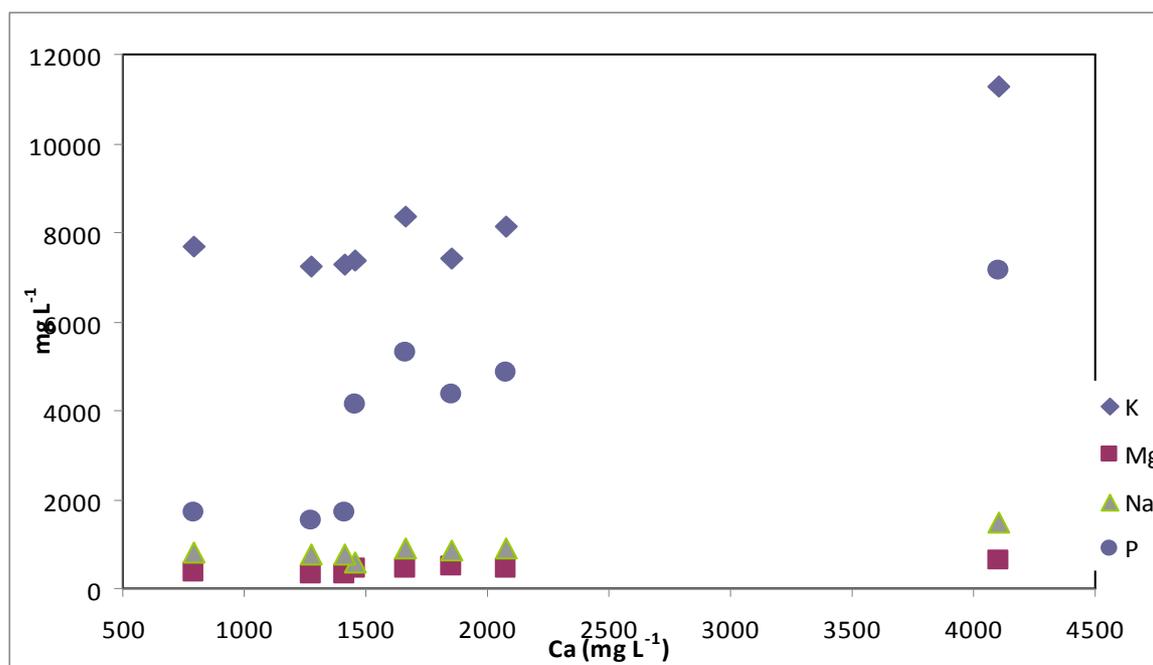


Figura 7 F. Coeficientes de correlação encontrados para os minerais avaliados na cadeia produtiva de leite: a) **Ca** e **K**; b) **Ca** e **Mg** c) **Ca** e **Na**; d) **Ca** e **P**.

C.2 – Micronutrientes de leite bovino na cadeia produtiva

Os teores dos micronutrientes que foram encontrados em amostras de leite bovino, do município de Feira de Santana, obtidas da cadeia produtiva - Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro, Leite resfriado, Leite esterilizado (**UHT** - Ultra Alta Temperatura) e Leite em pó - estão apresentados na Figura 8 e na tabela 16 (Anexo 1).

Os micronutrientes variaram em concentração e presença nas etapas da cadeia produtiva (Figuras 8, e 8.1a, 8.1b e Tabela 16 no Anexo 1). Não foi possível determinar a concentração dos micronutrientes nas amostras coletadas no tanque

de soro, considerando que os valores obtidos nos digeridos se encontravam abaixo do LOQ do método. Também não foi possível determinar a concentração de **Cu** em todos as etapas da cadeia produtiva.

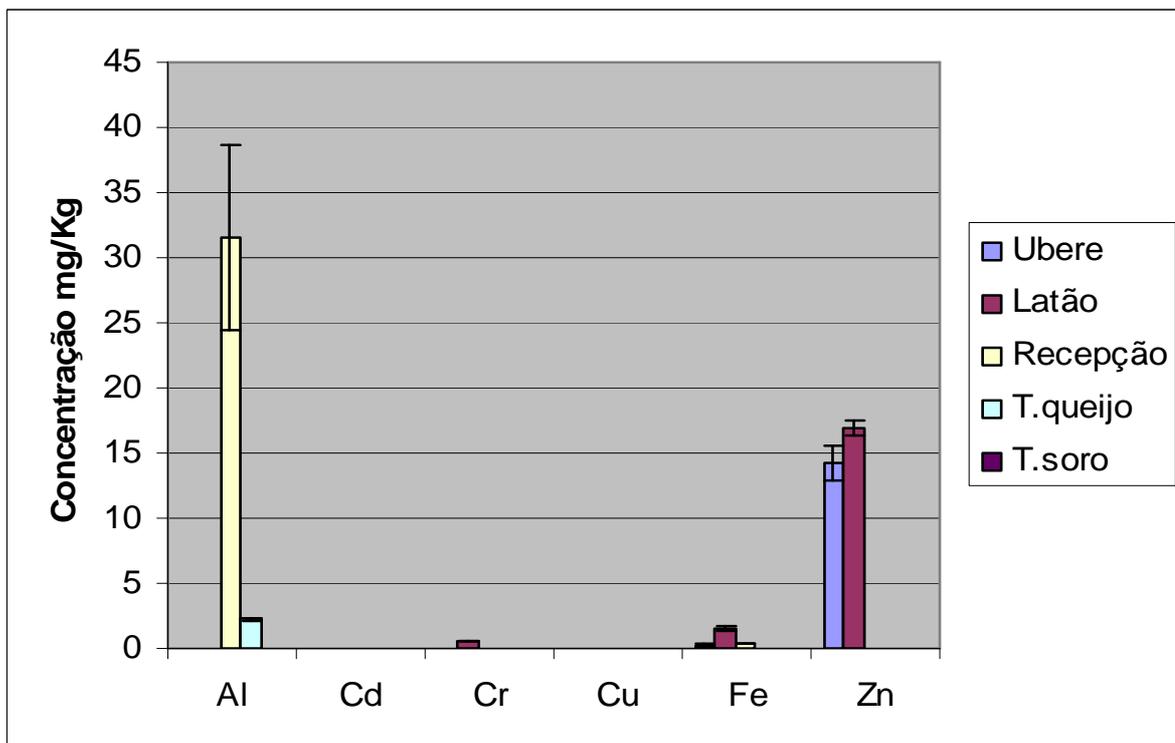


Figura 8 - Teor médio \pm desvio padrão de **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe** e **Zn** em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana - Bahia.

No Úbere, somente foram determinadas as concentrações de **Fe** ($0,258 \pm 0,055$ mg L⁻¹) e de **Zn** ($14,2 \pm 1,4$ mg L⁻¹), enquanto que no latão, além desses foi possível determinar a concentração de **Cr** ($0,579 \pm 0,064$ mg L⁻¹).

Na etapa de Recepção foram determinados **Al** ($31,6 \pm 7,1 \text{ mg L}^{-1}$) e **Fe** ($0,468 \pm 0,010 \text{ mg L}^{-1}$). Já no Tanque de queijo, só foi determinada a concentração de **Al** ($2,26 \pm 0,09$).

No Leite resfriado, foi possível determinar **Al** ($4,89 \pm 0,83 \text{ mg L}^{-1}$), **Cr** ($1,32 \pm 0,23 \text{ mg L}^{-1}$), **Fe** ($0,745 \pm 0,070 \text{ mg L}^{-1}$) e **Zn** ($21,8 \pm 0,7 \text{ mg L}^{-1}$). No Leite esterilizado (UHT), além de **Cr** ($7,62 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$), **Fe** ($2,16 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$) e **Zn** ($206 \pm 20 \text{ mg L}^{-1}$) foi detectado, também o **Cd** ($0,100 \pm 0,002 \text{ mg L}^{-1}$) que somente esteve presente nesta etapa, sugerindo contaminação provavelmente por meio da embalagem do leite (Figura 8; Tabela 16, no Anexo 1). O cádmio é um dos minerais considerados tóxicos encontrado em ambiente poluído. Esses contaminantes ambientais, geralmente, causam impactos negativos e se acumula em leite e outros alimentos (VIDOVIC et al., 2005).

No Leite em pó, os micronutrientes observados foram **Al** ($2,33 \pm 0,42 \text{ mg L}^{-1}$), **Cr** ($1,43 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$) **Fe** ($1,71 \pm 0,36 \text{ mg L}^{-1}$) e **Zn** ($30,1 \pm 2,1 \text{ mg L}^{-1}$) qualitativamente similares aos observados no leite resfriado.

O **Cr** é um importante metal para a homeostase do colesterol e da glicose do soro. Sua inabilidade pode causar atraso no crescimento e interferir no metabolismo da proteína e de lipídios (PICCIANO, 1985). De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, o máximo de **Cr** em todo o alimento é de $0,1 \text{ mg/L}$. Em todas as etapas da cadeia produtiva em que **Cr** foi determinado (Tabela 16, no Anexo 1) observou-se que os valores obtidos estavam acima do limite preconizado pela legislação.

Não foi possível determinar a concentração de **Fe** no tanque de queijo e no tanque de soro (Tabela 16). A diminuição observada na fração de **Fe** pode ser

devido ao cálcio extra, na suplementação do leite e também a outros fatores que afetam a composição do leite (FOX, 1985). Quantidades elevadas de cálcio em leite e em derivados lácteos podem baixar a solubilidade do **Fe** (NCR, 1989). Quando o teor de cálcio aumenta, observa-se também aumento na concentração do fósforo (AMIOT, 1991).

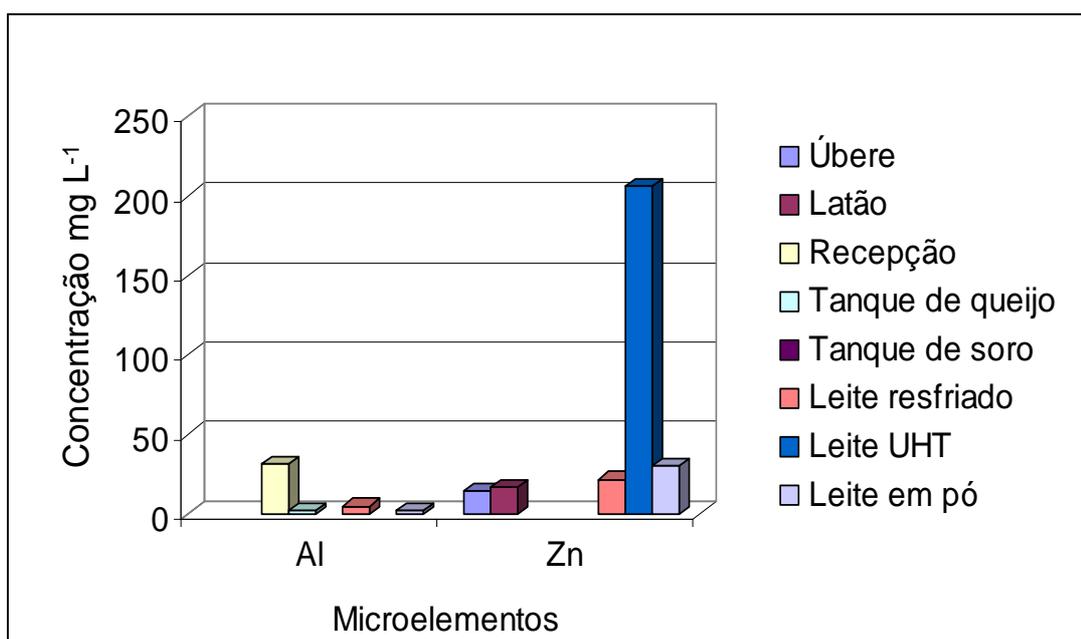


Figura 8.1a – Micronutrientes (Al e Zn) nas diversas etapas da cadeia produtiva do leite bovino - Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro, Leite resfriado, Leite esterilizado (UHT) e Leite em pó. do município de Feira de Santana - Bahia

Os teores mais elevados de **Zn**, **Cr** e **Fe** foram encontrados no leite esterilizado, enquanto para **Al** foi no tanque de recepção, que pode ser atribuído a contaminação do leite com o equipamento.

Existem pronunciadas modificações na concentração de **Fe**, **Cu** e **Zn** durante o período de lactação (PEABODY, 1981), sendo que no período inicial de lactação é mais acentuada. A maior parte do **Fe** contido no leite na fração gordurosa é encontrada na enzima xantinoxidase (ROSENKRANTZ & OH, 1982). Em adição,

outros estudos preliminares indicam que **Zn** nesta fração é encontrado na fosfatase alcalina (HILL & VOLPE, 1982).

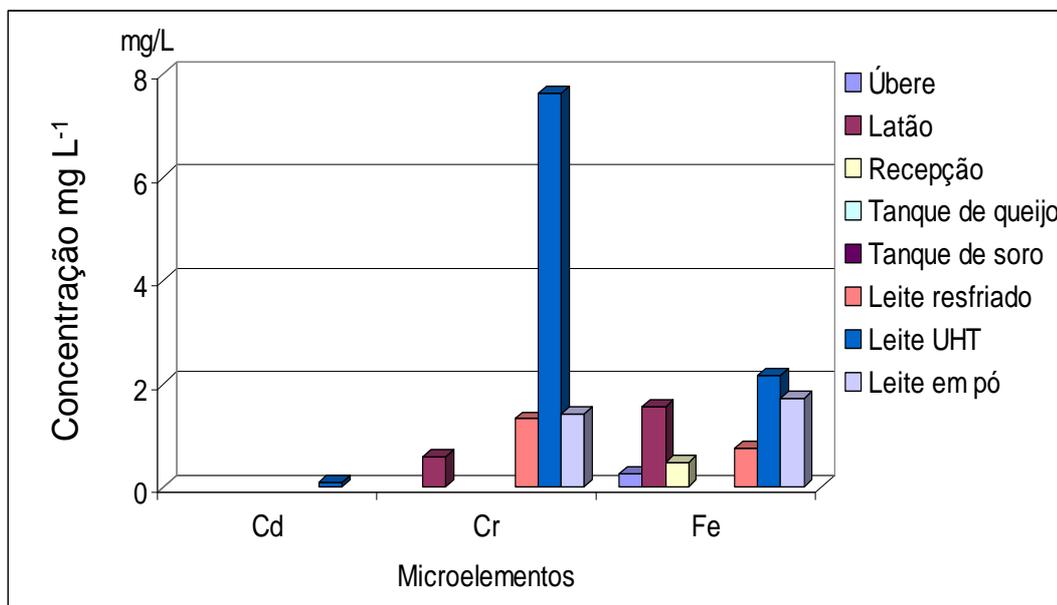


Figura 8.1b – Micronutrientes (Cd, Cr e Fe) nas diversas etapas da cadeia produtiva do leite bovino - Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro, Leite resfriado, Leite esterilizado (**UHT**) e Leite em pó - do município de Feira de Santana - Bahia.

Rodriguez Rodriguez, Sanz Alaejos & Diaz Romero (1999), encontraram em leite esterilizado concentração média de **Fe** e **Zn** similares ao leite cru, enquanto o teor de **Cu** foi elevado no leite esterilizado.

Coni et al. (1995), relataram que a concentração de **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe**, **Mn** e **Ni** pode ser aumentada devido ao contato do leite com os *containeres* e equipamentos. Os autores afirmam, ainda, que as concentrações de **Al**, **Cr**, **Cu**, **Fe**, **Mg**, **Ni**, **Pb**, **Pt** e **Zn** podem variar de acordo com as estações do ano e que no inverno observa-se valores mais elevados desses elementos.

SECÇÃO E

Estudo comparativo de cadeias produtivas

Nesta seção, será apresentado e discutido um estudo comparativo dos macronutrientes e micronutrientes de cadeias produtivas de leite bovino de duas regiões: Feira de Santana e Ipirá.

Pesquisou-se a influência das condições climáticas, manejo alimentar e genético, técnica de beneficiamento, como também a raça dos animais, do leite das regiões de Feira de Santana e Ipirá, tendo em vista que estes fatores interferem na concentração de minerais do leite e de seus derivados.

D.1 – Estudo comparativo dos macronutrientes em amostras de leite bovino das cadeias produtivas dos municípios de Feira de Santana e Ipirá.

Os teores de macronutrientes encontrados em amostras de leite nas etapas (Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro) das cadeias produtivas de Feira de Santana e de Ipirá estão apresentados na Figuras **9** e **10** e na tabela 17.

De um modo geral, as cadeias produtivas de Feira de Santana e Ipirá apresentaram perfis similares para todas as etapas. Sendo o macronutriente de teor mais elevado o **K**, seguido pelo **P**, então pelo **Ca**, seguido pelo **Na** e por último o **Mg**. (Figuras **9** e **10**; Tabela 17).

Na avaliação do leite obtido direto do **úbere** das duas cadeias produtivas, o **Ca** na amostra de leite obtida na região de Feira de Santana apresentou o teor médio

menor, na concentração, com relação a esse elemento da região de Ipirá. Enquanto que para **K**, **Mg**, **Na** e **P** foram encontrados maiores teores (Figura 11; Tabela 17).

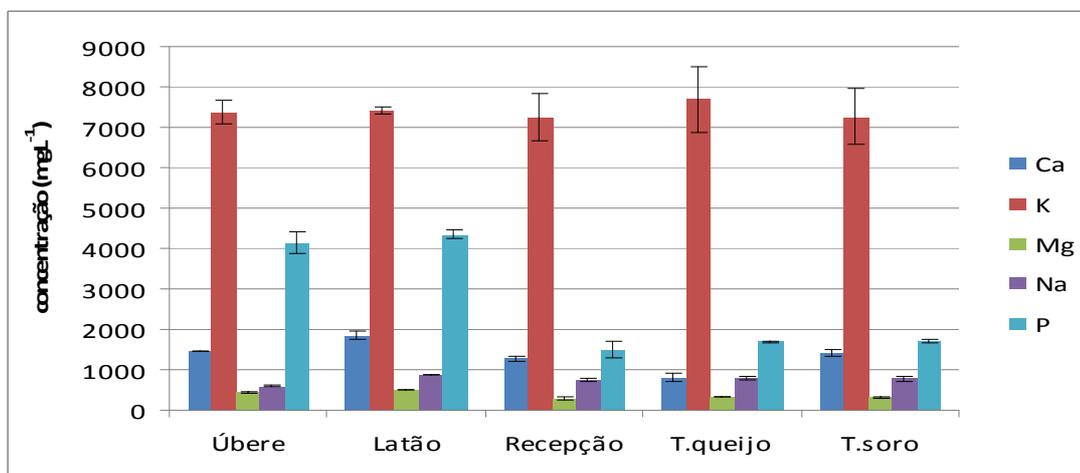


Figura 9. Teor médio \pm desvio padrão de **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana - Bahia.

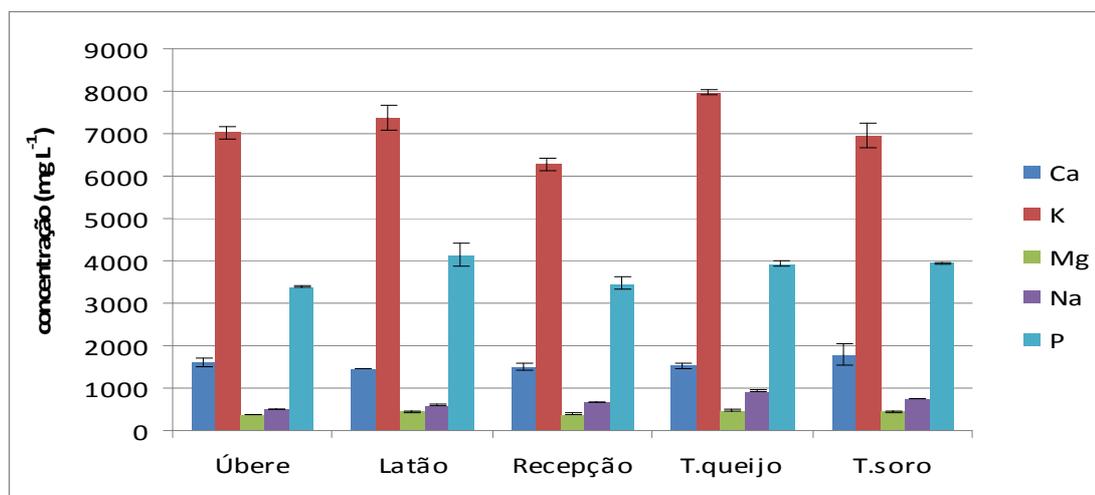


Figura 10. Teor médio \pm desvio padrão de **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Ipirá - Bahia.

Tabela 17. Teores médios \pm desvio padrão de Ca, K, Mg, Na e P (mg L⁻¹) por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva dos municípios de Feira de Santana e Ipirá.

Origem	Amostras	Ca	K	Mg	Na	P
F.Santana	Úbere	1453 \pm 7	7385 \pm 296	448 \pm 23	599 \pm 35	4135 \pm 270

Ipirá	Úbere	1612 ± 107	7032 ± 148	385 ± 3,2	490 ± 9,3	3385 ± 24
F.Santana	Latão	1850 ± 105	7427 ± 77	494 ± 4	862 ± 7	4345 ± 99
Ipirá	Latão	1453 ± 7	7385 ± 296	448 ± 23	599 ± 35	4136 ± 270
F.Santana	Recepção	1273 ± 70	7250 ± 593	299 ± 32	752 ± 39	1512 ± 212
Ipirá	Recepção	1500 ± 64	6278 ± 157	390 ± 12	667 ± 17	3478 ± 137
F.Santana	T.de queijo	796 ± 107	7691 ± 807	339 ± 1	796 ± 55	1688 ± 18
Ipirá	T.de queijo	1526 ± 52	7977 ± 59	462 ± 22	937 ± 30	3932 ± 76
F.Santana	T.de soro	1410 ± 84	7263 ± 684	325 ± 16	775 ± 63	1707 ± 50
Ipirá	T.de soro	1790 ± 233	6946 ± 290	446 ± 20	761 ± 3	3953 ± 22

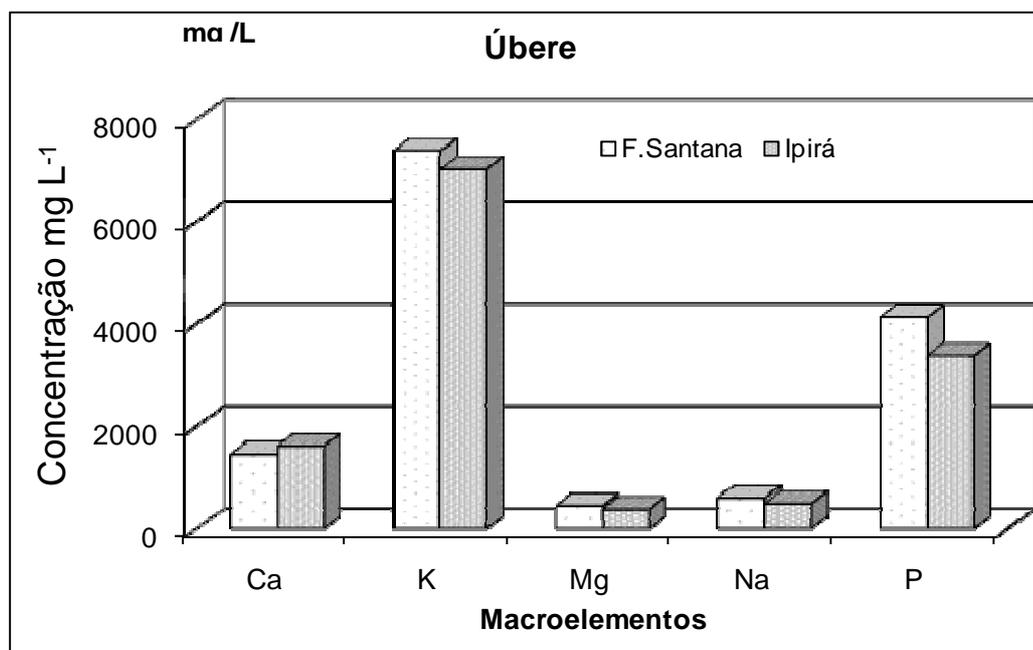


Figura 11. Macronutrientes - **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** em amostras de leite bovino de úbere das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá - Bahia.

Na avaliação do leite proveniente de **Latão** das duas cadeias produtivas, embora com pequena diferença, todos os teores dos macronutrientes obtidos das amostras da região de Feira de Santana foram maiores quando comparados com os da região de Ipirá (Figuras 12; Tabela 17).

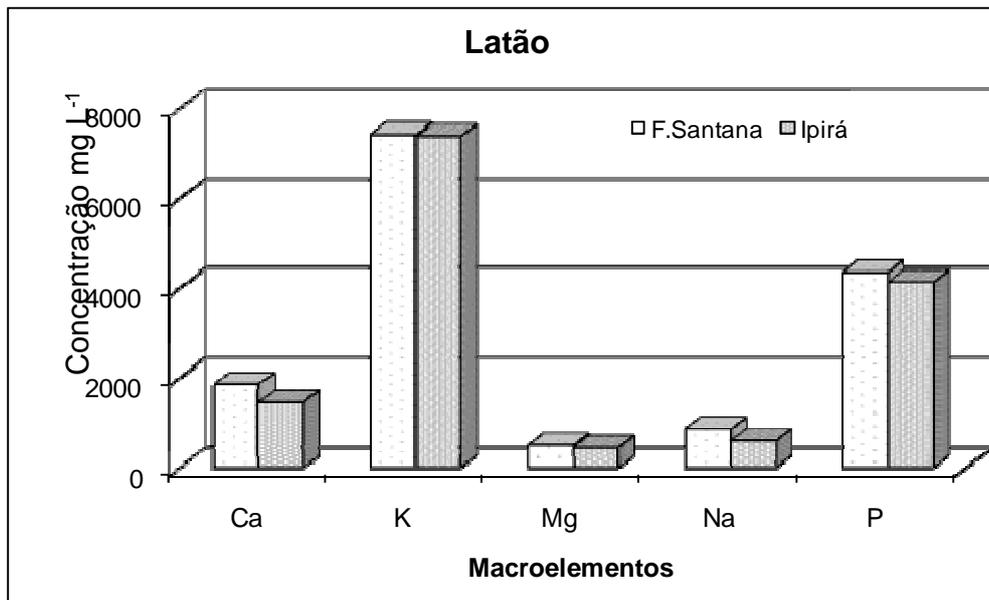


Figura 12 Macronutrientes - **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** em amostras de leite bovino de Latão das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá - Bahia

Recepção - Na avaliação do leite das etapas de Recepção das duas cadeias produtivas, embora com pequena diferença, os teores dos macronutrientes **K** e **Na** obtidos das amostras da região de Feira de Santana foram maiores, enquanto **Ca**, **Mg** e **P** foram menores quando comparados com os da região de Ipirá (Figuras 13; Tabela 17).

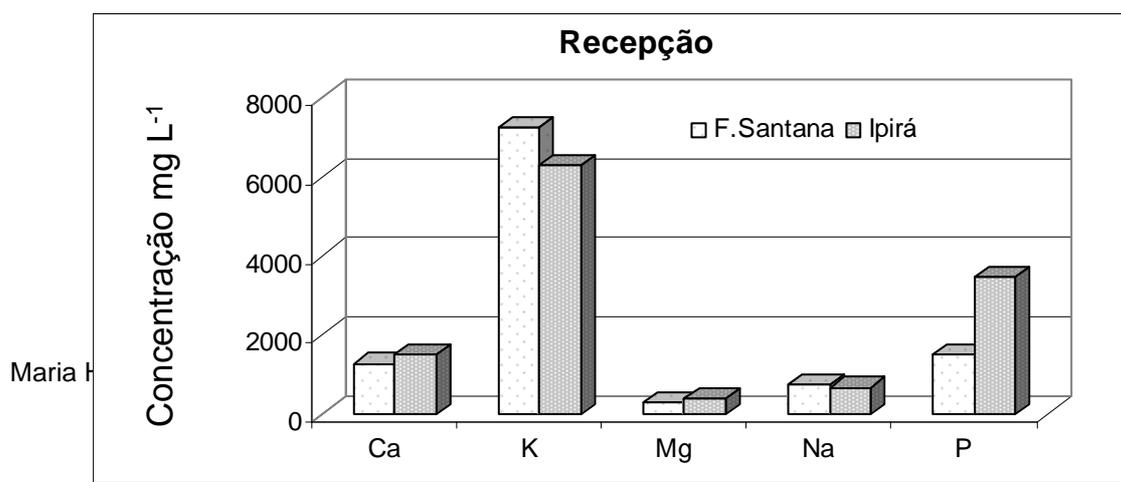


Figura 13. Macronutrientes - **Ca, K, Mg, Na e P** em amostras de leite bovino de Recepção das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá – Bahia.

Tanque de queijo - No Tanque de queijo das duas cadeias produtivas.

Tanque de queijo - No Tanque de queijo das duas cadeias produtivas. Embora pequena a diferença, todos os teores dos macronutrientes obtidos das amostras da região de Feira de Santana foram menores quando comparados com os da região de Ipirá (Figuras 14; Tabela 17).

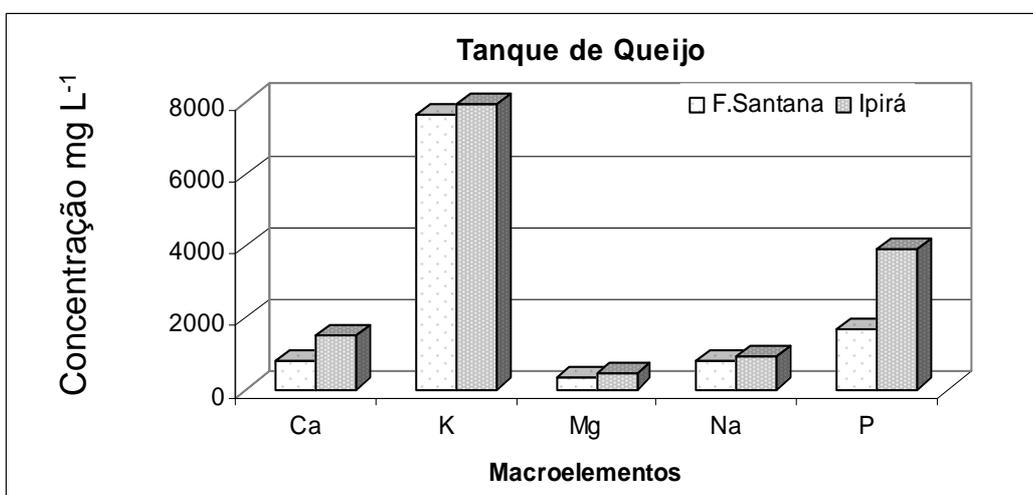


Figura 14 Macronutrientes - **Ca, K, Mg, Na e P** em amostras de leite bovino de tanque de queijo das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá - Bahia

cadeia produtiva de Feira de Santana, os teores dos macronutrientes, **Ca** e **Mg**, se apresentaram menores quando comparados com aqueles da região de Ipirá.

Enquanto **K**, **Na** e **P** estavam em maiores concentrações, sendo o ultimo com uma diferença de aproximadamente o dobro (Figuras 15; Tabela 17).

Os resultados encontrados sugerem que a raça não influenciou na concentração desses elementos, tendo em vista que os animais provenientes da região de Feira de Santana são animais holandeses, com manejos alimentar e sanitário adequados, conseqüentemente deveriam apresentar maiores teores desses elementos em relação ao leite obtido de animais mestiços da região de Ipirá.

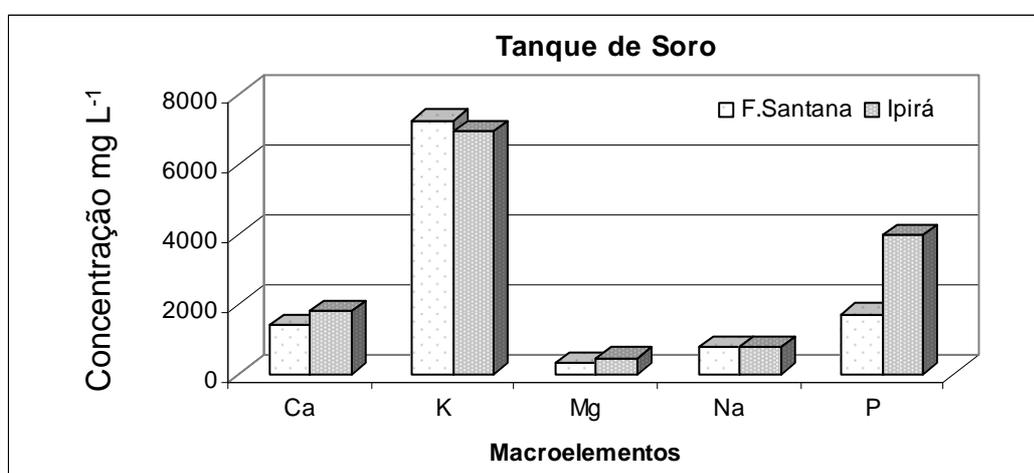


Figura 15 Macronutrientes - **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** em amostras de leite bovino de Tanque de soro das cadeias produtivas do município de Feira de Santana e de Ipirá – Bahia.

As diferenças observadas entre os teores dos macronutrientes das cadeias produtivas investigadas foram relativamente pequenas. Estas podem estar relacionados a adição ao leite de substâncias alcalinas e outros reagentes, com a finalidade de reduzir a acidez e permitir o tratamento térmico ou outro. Isso tem sido utilizado para fazer aproveitamento do leite, embora a legislação vigente não permita (BRASIL, 1997). Rook (1961), em seus estudos atribuiu a variação no conteúdo de

sódio no leite a raça do animal, enquanto Dawes (1965), ao período de lactação e a dieta.

D.2 – Estudo comparativo dos micronutrientes em amostras de leite bovino das cadeias produtivas dos municípios de Feira de Santana e Ipirá.

Os teores dos micronutrientes **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe** e **Zn** encontrados em amostras de leite nas etapas (Úbere, Latão, Recepção, Tanque de queijo, Tanque de soro) das cadeias produtivas de Feira de Santana (animais da raça holandesa) e de Ipirá, (vacas mestiças) estão apresentados na tabela 18 e nas Figuras **16**, **17** e **18**.

Tabela 18. Teores médios \pm desvio padrão de **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe** e **Zn** (mg L^{-1}) em amostras de leite bovino na cadeia produtiva dos municípios de Feira de Santana e Ipirá.

Origem	Amostras	Al	Cd	Cr	Cu	Fé	Zn
F.Santana	Úbere	-	-	-	-	0,258 \pm 0,055	14,2 \pm 1,4
Ipirá	Úbere	-	-	0,456 \pm 0,110	0,219 \pm 0,027	1,23 \pm 0,09	10,2 \pm 0,6
F.Santana	Latão	-	-	0,579 \pm 0,064	-	1,56 \pm 0,15	16,9 \pm 0,6
Ipirá	Latão	-	-	-	0,202 \pm 0,052	0,258 \pm 0,055	14,2 \pm 1,7
F.Santana	Recepção	31,6 \pm 7,1	-	-	-	0,468 \pm 0,010	-
Ipirá	Recepção	3,04 \pm 0,62	-	0,499 \pm 0,056	0,117 \pm 0,015	1,12 \pm 0,12	14,7 \pm 1,7
F.Santana	Tanque de queijo	2,26 \pm 0,09	-	-	-	-	-
Ipirá	Tanque de queijo	4,62 \pm 0,73	-	1,10 \pm 0,01	-	1,05 \pm 0,01	13,9 \pm 0,5
F.Santana	Tanque de Soro	-	-	-	-	-	-
Ipirá	Tanque de Soro	-	-	-	-	0,862 \pm 0,115	13,9 \pm 0,4

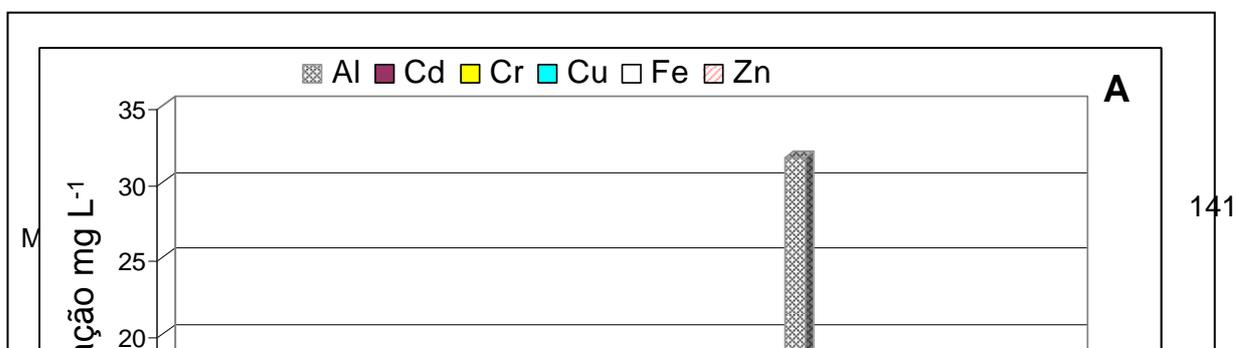
“-“ Não detectado.

Foi possível determinar a concentração de **Al**, em ambas as cadeias produtivas, somente nas etapas de Recepção e Tanque de queijo, se destacando

com o teor bem mais elevado na etapa de Recepção da região de Feira de Santana. Esses resultados de **Al** sugerem a influência dos equipamentos, pois o leite permanece maior tempo nesses tanques. Além disso, vale destacar que todo o processo de obtenção do leite nas propriedades leiteiras da região de Feira de Santana é feito por meio de ordenha mecânica, tendo em vista esses animais apresentar alta produção de leite.

Em relação ao **Cr**, as concentrações médias de $0,456 \pm 0,110 \text{ mg L}^{-1}$; $0,499 \pm 0,056 \text{ mg L}^{-1}$ e $1,10 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$ foram encontradas em leite do úbere, recepção e no tanque de queijo, respectivamente, proveniente de vacas mestiças da região de Ipirá, observando aumento gradativo na cadeia produtiva. No leite obtido de animais holandeses na região de Feira de Santana (Figura 16) foi determinado **Cr** apenas no leite oriundo do latão ($0,579 \pm 0,064 \text{ mg L}^{-1}$).

O elemento **Cu** foi determinado no Úbere, Latão e Recepção ($0,219 \pm 0,027 \text{ mg L}^{-1}$, $0,202 \pm 0,052 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,117 \pm 0,015 \text{ mg L}^{-1}$) de leite das vacas mestiças da região de Ipirá, não sendo determinado em nenhuma das etapas da cadeia da região de Feira de Santana de leite de animais holandeses. Cobre é um elemento traço importante, ele atua como agente catalítico no metabolismo da hemoglobina e deve estar presente no leite, de acordo com FOLLEY & OTTERBY (1978), em uma concentração mínima de $0,1 \text{ mg/L}$. No presente trabalho, somente para as amostras de leite provenientes da região de Ipirá foram obtidos teores mais elevados.



Os micronutrientes **Zn** e **Fe** foram determinados nas amostras coletadas em todas as etapas da cadeia produtiva de leite de Ipirá proveniente de vacas mestiças.

Na cadeia de Feira de Santana, onde foram coletadas amostras de leite de animais holandeses, o elemento **Fe** foi determinado nas três etapas (úbere, latão e recepção) e **Zn** somente foi observado nas duas primeiras etapas (úbere e latão)

Nos animais mestiços, a concentração média de **Fe** foi $1,23 \pm 0,09 \text{ mg L}^{-1}$, $0,258 \pm 0,055 \text{ mg L}^{-1}$, $1,12 \pm 0,12 \text{ mg L}^{-1}$, $1,05 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,862 \pm 0,115 \text{ mg L}^{-1}$, no leite obtido do úbere, latão, tanque de recepção, tanque de queijo e tanque de soro respectivamente, enquanto nos animais holandeses foram encontradas as concentrações $0,258 \pm 0,055 \text{ mg L}^{-1}$, $1,56 \pm 0,15 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,468 \pm 0,010 \text{ mg L}^{-1}$, apenas no leite proveniente do úbere, latão e tanque de recepção.

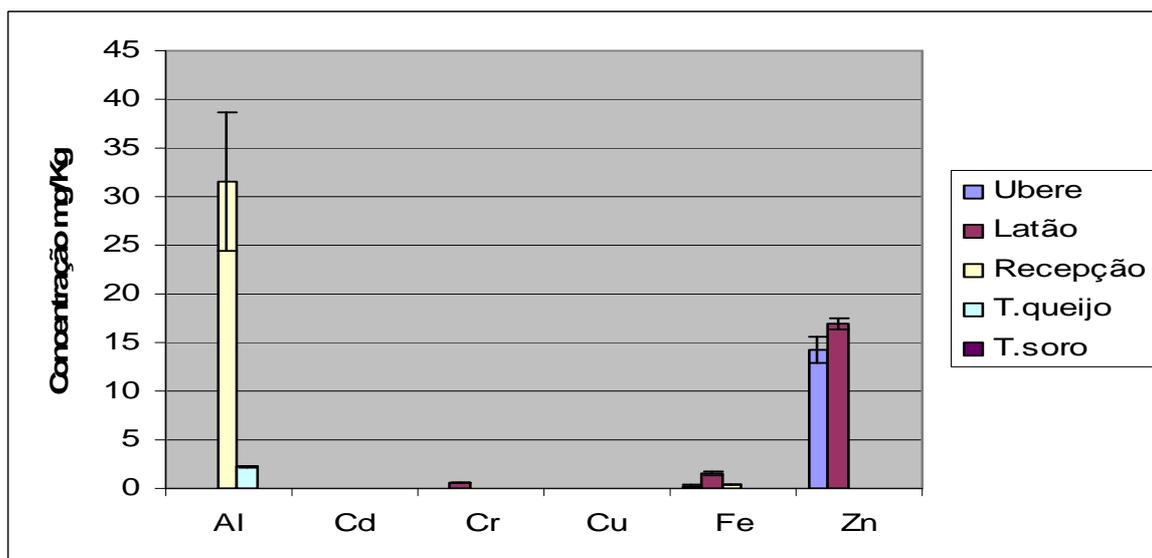


Figura 17. Teor médio \pm desvio padrão de **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe** e **Zn** (mg L^{-1}) por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana – Bahia.

Quando se compara o teor médio de **Zn** no leite proveniente do úbere de animais holandeses da região de Feira de Santana e mestiços da região de Ipirá ($14,2 \pm 1,4 \text{ mg L}^{-1}$ e $10,2 \pm 0,6 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente), observa-se que as vacas holandesas apresentam um maior teor de **Zn**. O baixo teor de **Zn** encontrado no

leite de animais mestiços, pode estar relacionado a presença de infecção no úbere, tendo em vista esses animais possuírem um manejo inadequado em relação a sanidade animal e alimentar. No leite oriundo do latão, tanque de recepção, tanque de queijo e tanque de soro, as concentrações médias foram $14,2 \pm 1,7 \text{ mg L}^{-1}$, $14,7 \pm 1,7 \text{ mg L}^{-1}$, $13,9 \pm 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ e $13,9 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente no leite de vacas mestiças, enquanto nos animais holandeses foram observados apenas no leite oriundo do úbere e latão.

Zinco, assim como o cálcio, são elementos afetados principalmente pela dieta, o autor afirma ainda que a concentração de cálcio e zinco é significativamente elevada, em leite de vacas que recebem dietas com maiores quantidades desses minerais (DELL' ORTO et al., 2000).

Em algumas amostras, as concentrações elevadas de **Fe** e **Cu** podem estar relacionadas com contaminação durante o processo de ordenha, estocagem ou transporte do leite (FOMON, 1995; LOPEZ MAHIA et al., 1991).

A quantidade de ferro no leite é naturalmente pequena, nesse encontra-se a lactoferrina, xantinoxidase transferase, além de ser um elemento essencial em algumas outras caseínas.

A baixa concentração de ferro no leite não consegue suprir as necessidades dos indivíduos mais novos, mas esse nível baixo trás um efeito benéfico porque ele limita o crescimento bacteriano no leite, considerando que o ferro é essencial para o crescimento de muitas bactérias.

O ferro como outros componentes proteínicos, é parte da mioglobina. Este elemento traço capacita muitas enzimas tais como a catalase, a qual assegura a degradação de radicais livres prejudiciais (peróxidos) (FOLLEY & OTTERBY, 1978).

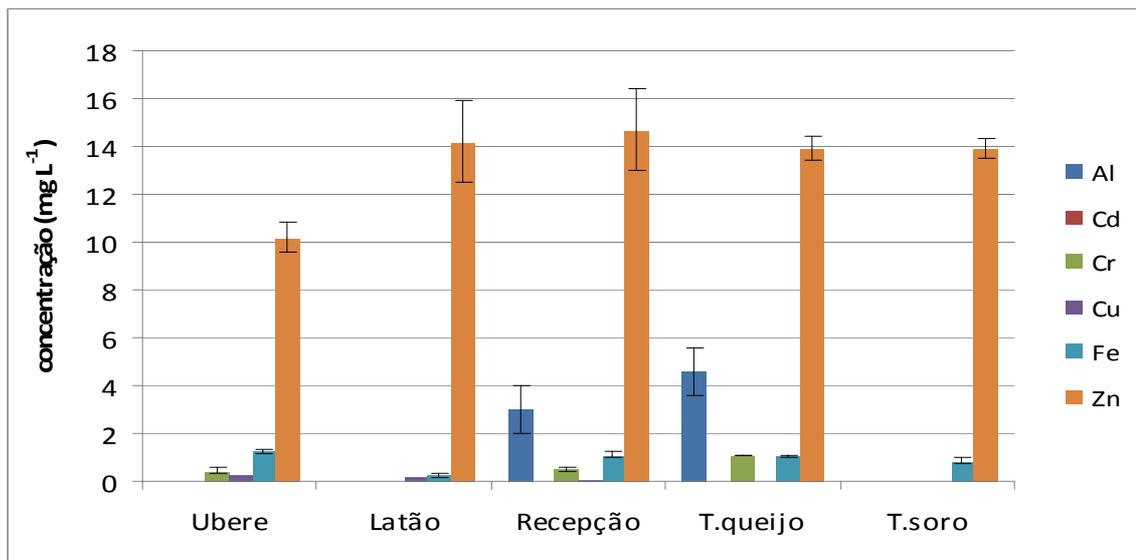


Figura 18. Teor médio \pm desvio padrão e Al, Cd, Cr, Cu, Fe e Zn por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Ipirá-Bahia.

Vale ressaltar a importância do estudo da cadeia produtiva do leite, porque podem ocorrer perdas durante as etapas de processamento. Isto é importante tendo em vista que o leite e derivados lácteos são consumidos principalmente por crianças e pessoa idosas. Daí o extraordinário valor do monitoramento no produto final.

É necessário enfatizar que existem vários programas governamentais de doação do leite a população carente, e que na maioria das vezes este público conta apenas com esse alimento na sua dieta, tornando-se importante fazer o monitoramento na composição mineral do leite, com a finalidade de evitar perdas nutritivas para o consumidor e que pode gerar um problema de saúde pública, tendo em vista a falta de constituintes minerais na dieta, os quais são responsáveis por várias funções no organismo.

3 CONCLUSÕES

Os valores médios encontrados para as análises físico-químicas do leite bovino estão de acordo com a legislação do Ministério da Agricultura, exceto o percentual para o extrato seco desengordurado do leite da região de Ipirá.

A composição físico-química e a concentração de macro e micronutrientes são informações fundamentais para assegurar a segurança alimentar da dieta do brasileiro.

Foram estudados quatro procedimentos para o preparo das amostras: chapa e bloco de aquecimento, adição de enzima e incubado.

Os sistemas de digestão ácida utilizando aquecimento condutivo são alternativas simples e de baixo custo enquanto que procedimentos com a adição de enzima e por incubação são rápidos e de fácil execução, entretanto apresentaram limites de quantificação mais altos, impossibilitando a determinação dos micro-elementos.

Os teores médios de Ca, K, Mg, Na e P encontram-se comparáveis para as Regiões de Feira de Santana e Ipirá, não sendo verificadas variações devido a raça, o clima e/ou o período de lactação.

Na cadeia produtiva de Feira de Santana foi observado variação no teor de macronutrientes em função da técnica de beneficiamento, encontrando-se maiores valores para o K no leite resfriado, UHT e leite em pó.

Ao comparar as cadeias produtivas de Feira de Santana e Ipirá foi constatado que os perfis são similares em relação aos macronutrientes.

Zn e Fe foram encontrados em todas as etapas da cadeia produtiva de Ipirá, enquanto Feira de Santana, leite de animas holandeses, **Fe** esteve nas três etapas

(úbere, latão e recepção) e o **Zn** somente foi observado em duas primeiras (úbere e latão).

REFERÊNCIAS

ALAIS, C. **Scienza del latte**. 3rd ed. Milano: Tecniche Nuove, 2000.

ADALLAH, M. H.; DIEMIASZONEK, R.; JAROSZ, J.; MERMET, J. M.; ROBIN, J. TRASSY, C. "Spectrometric study on radio-frequency induced plasma. 1. Analytical performance". **Analytica Chimica Acta**, v. 84, p.271-274, 1976.

ALMEIDA, A. L.; VILELA, M. A. P.; MEURER, V. M.; FURTADO, M. A. M. Avaliação da qualidade do leite pasteurizado comercializado em Juiz de Fora. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.54, n.311, p.09-13, 1999.

AMARAL, L. A.; ISA, H.; DIAS, T. L.; ROSSI, D. O.; NADER FILHO, A. Avaliação da eficiência da desinfecção de teteiras e dos tetos no processo de ordenha mecânica de vacas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 24, n.4, p. 173-177, 2004.

AMIOT, J. **Science and Technology of milk**, Zaragoza: Acribia, 1991.

AMORIM, A. G.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio. **Revista de Nutrição**, v. 21, n.5, p. 563-575, 2008.

ANDRADE, L.; FARO, L. E.; ALBUQUERQUE, L.G.; CARDOSO, V. L.; MACHADO, P. F. Influência da contagem de células somáticas sobre a produção de leite em diferentes fases da lactação. V – Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramentos Animal, Pirassununga - SP, jul. 2004.

AOYAMA, H.; SILVA, T. M. A.; MIRANDA, A.; FERREIRA, C. V. **Química Nova**, v.26, n.6, p. 896-900, 2003.

AQUINO, A. A.; BOTARO, B. G.; IKEDA, F. S.; RODRIGUES, P. H. M.; MARTINS, M. F.; SANTOS, M. V. Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 881-887, 2007.

ARANHA, F. Q; BARROS, Z. F; MOURA, L. S. A; GONÇALVES M. C. R. BARROS J.; METRI, C.; SOUZA, M. S. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Revista de Nutrição**, v.13, n.2, p. 89-97, 2007.

ARISKOSKI, P. M.; BISHOP, N. J. Establishing good bone health. **Current Pediatrics**, v. 12, p.125-129, 2002.

ASHTON, W. M.; YOUSEF, I. M. A study of the composition of clun forest ewe`s milk. II mineral constituents. **The Journal Agricultural Science**, v.68, p. 103-107, 1967.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**: trad. Ignez Caracelli... [et al.].Porto Alegre:Bookman,2001.

BALDINI, M.; CONI, E.; STACCHINI, A.; STACCHINI, P. Presence and assessment of xenobiotic substances in milk and dairy products. **Annual Ist Super Sanita**, v.26, n.2, p. 167-176, 1990.

BATELLO, C. F. Efeito antioxidante in vitro dos medicamentos homeopáticos arsenicum album, cuprum metallicum, manganum e zincum metallicum. 2002. 77f.

Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências da Saúde de São Paulo – FACIS/Centro de Ensino Superior em Homeopatia – IBEHE, 2002.

BATTESTIN, L.; TACLA, R. M. B.; TIBONI, E. B.; FREITAS, R.J. S.; STERTZ, S. C. Análise de cálcio em diferentes tipos de bebida. **Visão Acadêmica**, v. 3, n. 2, p. 79-86, 2002.

BECCHI, C.S. Estudo do índice crioscópico do leite tipo B “in natura” produzido na bacia leiteira do Vale do Taquari, RS. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, n.2, p.161-162, 2004.

BEAULIEU, A. D.; PALMQUIST, D. L. Differential effects of high fat diets on fatty acid composition in milk of jersey and holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 6, p. 1336-1344, 1995.

BENATTI, R. M.; TROTTA, E.A. A saúde bucal da criança e do adulto: aspectos atuais. **Revista HCPA**, v.20, n.1, p.37-43, 2000.

BEYER, P. L. Digestão, absorção, transporte e excreção de nutrientes. In: MAHAN, L. Kathleen; ESCOTT-STUMP, Sylvia. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca. cap.1.2005. p.2-19.

BIANCHI, M. L. How to manage osteoporosis in children. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, v.19, n. 6, p. 991-1005, 2005.

BOA MORTE, E. S.; COSTA, 2 M.; KORN, M. 6.; NÓBREGA, J.A. Determinação da composição mineral de amostras de leite bovino de cabra e extrato de soja após

digestão ácida por ICP OES, 28º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006.

BOBBIO, O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química Analítica**. 3 ed. São Paulo: Varela, p.19-23, 2003.

Boletim SOBRAO, n.19, outubro de 2005. **Publicação oficial da sociedade brasileira de osteoporose**. Disponível em: <http://www.sobrao.com.br/>. Acesso em 18 de agosto de 2009.

BORGES, C. B. N.; BORGES, R. M. Macrominerais. In: **Ciências Nutricionais**. J. E. Dutra- de- Oliveira e J. Marchini. São Paulo: SARVIER, p. 169-179, 2008.

BRASIL. Portaria nº146, de 07 de março de 1996, Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, 11 de março 1966, secção 1, p.3977, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Brasília: DAS, p.130,1997.

BRASIL. Instrução Normativa nº51, de 18 de setembro de 2002, Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de outubro 2002, secção 1, p.13-22, 2002.

BRASIL. **Guia Alimentar para População Brasileira**. Ministério da Saúde. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Instrução Normativa nº68, de 12 de dezembro de 2006, Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de dezembro 2006, secção 1, p.8, 2006.

BRASIL. Leis, etc. Decreto n. 55.871 de 26 de março de 1965. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril, 1965. Seção 1, pt. 1. p.3611.

BRASIL, Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003.

BRENNER, I. B.; ZANDER, A. T. „Performance evaluation of an axially viewed horizontal inductively coupled plasma for optical emission spectrometry“. **Spectrochimica Acta B**, v. 50, p.1207, 1995.

BRITO M. A. V. P.; ARCURI, E. F.; BRITO, J. R. F.; BRITO, V. **Testando a qualidade do Leite**. Minas Gerais: Embrapa, 1999, p.83-94.

BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. **Práticas de Manejo Sanitário em Bovino de Leite**. Minas Gerais: Matheus Bressan, p.7-15, 2000.

BUENO, L. Efeito do triacilglicerídeo de cadeia média, da fibra e do cálcio na disponibilidade de magnésio e de zinco pelo método *in vitro* e metodologia de superfície de resposta. **Química Nova**, v.31, n.2, p. 306-311, 2008.

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. C. K. R. Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista Saúde Pública**, v.34, n.5, p. 529-537, 2000.

CARDOSO, L.; ARAUJO, W. M. C. Parâmetros de qualidade em queijos comercializados no Distrito Federal, no período 1997-2001. **Revista Higiene Alimentar**, v.18, n.123, p.49-52, 2005.

CARLOS, L. A.; CORDEIRO, C. A. M.; FOLLY, M. M.; MARTINS, M. L. L. Avaliação físico-química, microbiológica e de resíduos de penicilina, em leite tipo "C" comercializado no município de Campos de Goytacazes, RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v.18, n.123, p. 57-61, 2004.

CARVALHO, S. E. C.; DE CARVALHO, H. H.; MAEDA, T. C.; SOARES, F. H.; ZALTMAN, C.; NEVES, A. C.; SMITH, M. M. R.; RIBEIRO M. B.; FROSSARD, M.; RADEL, M. Degeneração hepato-lenticular (doença de Wilson) quatro casos entre irmãos = Dégénérescence hépato-lenticulaire (maladie de Wilson). Quatre cas chez des frères Hepatolenticular degeneration (Wilson's disease). 4 cases among siblings . **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 24, n. 34, p. 171-176, 1987.

CARVALHO, X. G. M.; MEDEIROS, N. G. A.; ALVES, A. R. S.; SANTOS, M. G. O.; LIMA, S. C. P. L. ; AZEVEDO, S. S. Análise microbiológica do leite *in natura* e pasteurizado tipo "C" proveniente de uma mini-usina da cidade de Patos, Paraíba. **Revista Higiene Alimentar**, v.18, n.123, p.62-66, 2004.

CASARETT, D. J. *Fondamenti dell'azione delle sostanze tossiche*, 5 th ed. Roma: EMSI, 2000.

CERUTTI, G. Residui additivi e contaminanti degli alimenti. 1st ed. Milano: Tecniche Nuove; 1999.

CHRISTIE, W. W. Composition and structure of milk lipids. ch. 1. Developments in dairy chemistry-2. **Applied Science Publishing**. New York, NY, 1983.

CLOSA, S.J.; LANDETA, M.C.; ANDÉRICA, D.; PIGHÍN, A.; CUFRE, A. Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina. **Archives Latinoamericanos de nutrición**, v. 53, n. 3, p. 320-324, 2003.

COELHO, D. T.; ROCHA, J. A. Práticas de processamento de produtos de origem animal. 3 ed. Viçosa:UFV, 2005.

CONI, E.; BOCCA, A.; LANNI, D.; CAROLI, S. Preliminary evaluation of the factors influencing the trace element content of milk and dairy products. **Food Chemistry**, v. 52, n. 2, p.123-130,1995.

CORREIA, L. F. M.; SILVA, C. A. B. O leite na alimentação escolar: experiências internacionais e cenários para o Brasil. **Revista Leite e Derivados**, n.80, 2004.

CREMONESI, T.; HESSEL, P.G. Deficiência de zinco em crianças e adolescentes com doenças hepáticas crônicas. **Revista Paulista de Pediatria**, v.27, n .3, p.322-328, 2009.

CROCKER, L. M.; DePETERS, E. J.; FADEL, J. G.; PEREZ-MONTI, H.; TAYLOR, S. J. ; WYCKOFF, J. A. ; ZINN, R. A. Influence of processed corn grain in diets of dairy

cows on digestion of nutrients and milk composition. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 9, p. 2396-2407, 1998.

CROMPTON D. W. The public health importance of hookworm disease. **Parasitology Suppl**: S39-50, N.121, 2000.

CROMPTON, D. W.; NESHEIM, M. C. Nutritional impact of intestinal helminthiasis during the human life cycle. **Annual Review of Nutrition**, n.22, p.35-39, 2002.

CUPERTINO, E. S; GOME, P. C.; ALBINO, L. F. T; ROSTAGNO, H. S.; CECON, P.; SCHIMIDT, M. Exigências de manganês para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, suppl. p. 2308-2315, 2005.

DANTAS, R. P.; COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de zinco em dieta regional de São Paulo. **Archives Latinoamericanos de Nutrición**, v. 40, n. 2, p. 221-30, 1990.

DAVID, T. J.; WADDINGTON, E.; STANTON, R. H. J. Nutritional hazards of elimination diets in children with atopic eczema. **Archives of Disease in Childhood**, v.59, n.4, p.323-325, 1984.

DAVIDOVITS, M.; LEVY, Y.; AVRAMOVITZ, T.; EISENSTEIN, B. Calcium deficiency rickets in a four-year-boy with milk allergy. **The Journal of Pediatrics**, v. 122, p. 249-51, 1993.

DAVIS, G. K.; MERTZ, W. Copper in trace elements in human and animal nutrition, 5th. New York: Academic Press, 1986.

DAWES, S.N. Sodium and Potassium in cow's milk **New Zealand Journal of Science**, v.3, p. 161-172, 1965.

De ANGELIS, R.C.; CTENAS, M.L. Biodisponibilidade de ferro na alimentação infantil. *Temas de Pediatria, Nestlé*, n. 52, 1993.

DELL'ORTO, V.; CATTANEO, D.; BERETTA, E.; BALDIA, A.; SAVOINI, G. Effects of trace element supplementation, on milk yield and composition in camels. **International Dairy Journal**, v. 10, n. 12, p. 873 – 879, 2000.

DEVLIN, J.; STANTON, R. H. J.; DAVID, T. J. Calcium intake and cows. Milk free diets. **Archives of Disease in Childhood**, v. 64, p. 1183-93, 1989.

DOBZARNSKI, Z.; KOLACZ, R.; GÓRECKA, H.; CHOJNACKA, K.; BARTKOWIAK, A. The content of microelements and trace elements in raw milk from cows in the Silesian region, Polish. **Journal of Environmental Studies**, v. 14, n. 5, p. 685-689, 2005.

DUARTE, R. P. S.; PASQUAL, A. avaliação do cádmio (cd), chumbo (pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na Agricultura**, v. 15, n. 1, p. 46-58, 2000.

DUQUE, F.L. V; MELO, N. A. Trombogênese – Trombofilia. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 2, n.2, 105-118, 2003.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: SARVIER, 2003.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Unidade Gado de Leite. <http://www.cnpq.embrapa.br/>, acessado em 20/09/2009.

EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; SANCANARI, J. B. D.; ANTONIO, N.; SEIXAS, J. R. C.; SANRAMARIA, M.; KRONKA, S. M. Influência do fornecimento de metionina protegida ou não da degradação ruminal sobre a qualidade de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 332, n. 58, p.42-50, 2003.

FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin B12. Food and Nutrition Series, 23. Rome: FAO/WHO; 1988.

FASSET, D. W. Cadmium: biological effects and occurrence in the environment. **Annual Reviews of Pharmacology**, n.15, p.425-436, 1975.

FEGAN, J. T. Factors affecting protein composition of milk and their significance to dairy processing. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v.34, p.77, 1979.

FERNANDES, A. M. Composition and sensory evaluation of whole yoghurt produced from milk with different somatic cell counts. 2a Panamerican Congress on Milk Quality and Mastitis Control, Ribeirão Preto, Brazil, 2000.

FILGUEIRAS, C.T; SOARES, A.L; SHIMOKOMAKI, M; IDA, E.I. Avaliação da atividade antioxidante do ácido fítico de germe de milho. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p.1787-1791, 2009.

FOLLEY, J.A.; OTTERBY, D.E. Availability, Storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: A review. **Journal of Dairy Science**, v. 60, n. 8, p.1033-1060, 1978.

FOMON, S.J. **Nutrición del Lactante**. Madrid: Mosby, 1995.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: São Paulo, 2000.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V.; PEREIRA, C. C.; SILVA, L. **Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil: qualidade e segurança alimentar**. Minas Gerais: Embrapa, p. 141-159, 2001.

FONSECA, M. L.; RODRIGUES, R.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; LEITE, M. O.; PENNA, C. M.; SOUZA, M. R.; FONSECA, C. S. P.; SOARES, C. F.; ALMEIDA, I. N. Contagem de células somáticas e composição de leite cru granelizado do estado de Minas Gerais.

Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.59, n.339, p.485-488, 2004.

FONTELES, L. M.; ROSSI, D. A.; CARVALHO, J. J. ; SILVA, C. R. B. Correlação entre acidez Dornic e a contagem de bactérias aeróbias mesófilas em leite humano

ordenhado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n. 328, p. 43-47, 2002.

FOX. P. F. Proteinases in dairy technology. **Netherlands Milk Dairy Journal**, v. 35, p. 233, 1981.

FOX, P.F. Enrichment in calcium of Skim milk submitted to UHT treatment. **Alimentaria**, v. 271, p. 79-82, 1985.

FRAGA, R.; RAIMONDO, S.; D'ANGELINO, J. L.; BARRA, B. Análise físico-química do leite de vaca no Estado de São Paulo. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, n.110, p.109-117,2003.

FRANCO, G. **Composição química dos alimentos**. 9 ed. São Paulo: Atheneu, p.8-12, 2004.

GARRIDO, N. S.; MARTINS, A. B. M.; RIBEIRO, E. G. A.; FARIA, R. G. A.; YOKOSAWA, C. E.; OLIVEIRA, M. A.; FÁVARO, R. M. D. Condições físico-químicas e higiênico-sanitárias do leite pasteurizado tipos “C”, “B” e “integral” comercializados na região de Ribeirão Preto-SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.56, n.2, p.65-70, 1996.

GARRIDO, N. S.; MORAIS, J. M. T.; BRIGANTI, R. C.; BERGAMINI, A. M. M.; OLIVEIRA, S. A. V.; FÁVARO, R. M. D. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do leite pasteurizado proveniente de mini e micro-usinas de beneficiamento da região de Ribeirão Preto-SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p. 141-146, 2001.

GAUCHERON, F.; FAMELART, M.H.; MARIETTE, F.; RAULOT, K.; MICHEL, F. A.; Le GRAET, Y. Combined effects of temperature and high pressure treatments on the physico-chemical characteristics of skim milk. **Food Chemistry**, n. 59, p. 439 -447, 1997.

GUACHERON, F. The minerals of milk. **Reproduction Nutrition Development**, v.45, n.4, p.473-483, 2005.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. 3 ed. Ver. E ampl. São Paulo: Manole, 2008.

GIRALDO – ZUÑIGA, A. D.; COIMBRA, J. S. R.; MINIM, L. A.; ROJAS, E. E. G. Propriedades funcionais e nutricionais das proteínas do soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n.325, p.35-46, 2005.

GOLDBARG, M.; CORTEZ, M. A. S.; CORTEZ, N. M. S. Estudo dos aspectos do consumo de leite em relação a fatores nutricionais, hábitos alimentares e características dos consumidores. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 62, n. 357. p.417-423, 2007.

GONÇALVES, J.M.; ANTUNES, K.C.L.; ANTUNES, A. Determinação qualitativa dos íons cálcio e ferro em leite enriquecido. **Química Nova Escola**, n. 14, 2001.

GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. Indicadores metabólico-nutricionais do leite. In: Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil, I, 2003, Porto Alegre, **Anais**. Gráfica, UFRGS, p.3147.

GONZÁLEZ, D. H. F. O compromisso com a qualidade do leite no Brasil. In: Pode o leite refletir o metabolismo da vaca. Passo Fundo: UPF, 2004.

GROTTO, H. Z. W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v.30, n. 5, p.390-397, 2008.

GRÜDTNER V. S.; WEINGRILL P.; FERNANDES A. L. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Revista Brasileira Reumatologia**, v.37, n.3, p.143-51. 1997.

GUIMARÃES, G. F.; CARNEIRO, J. D. S.; GUIMARÃES, G. G. F.; CARNEIRO, J. C. S. Desempenho do setor leiteiro no Brasil, 1990 a 2004. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 61, n. 351, p. 279-281, 2006.

GUIMARÃES, R. Importância da matéria- prima para qualidade do leite fluido de consumo. **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.102/103, p.25-34, 2002.

GUINÉ, M. F. **Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado**. Piracicaba, SP: Cena; USP, 143 p., 1988.

GURR, M. I. Health and nutrition aspects of dairy products: An up-to-the-minute report. **Food Australian**, v. 44, n. 9, p. 421-426, 1992.

GUTIÉRREZ, T. H. A. Formação e desenvolvimento dos membros de embriões e fetos bovinos. Dissertação, 66 f. (Mestrado em Ciências) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo- São Paulo, 2007.

HADJIPANAYIOTOU, M. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrums and goats of ewes. **Small Ruminant Research**, v. 18, n.3, p. 255- 262,1995.

HATADA, A. Iridologia alemã correlacionada com os medicamentos homeopáticos. 2004. Monografia, 54f. (Especialista em Iridologia-Irisdiagnose.). Faculdade de Ciências da Saúde de São Paulo. São Paulo, 2004.

HENRIKSEN, C.; EGGESBO, M.; HALVORSEN. R.; BOTTEN, G. Nutrient intake among two-year-old children on cows milk-restricted diets. **Acta Paediatrica**, v.89, n. 3, p.272-278, 2000.

HENRIQUES, G. S; HIRATA, M. H; COZZOLINO, S. M. F. Aspectos recentes da absorção e biodisponibilidade do zinco e suas correlações com a fisiologia da isoforma testicular da enzima conversora de angiotensina. **Revista de Nutrição**, v.16, n.3, p. 333-345, 2003.

HERING, S. E.; MARQUES, M.M.A.; CUPO, P.. Sobrecarga parenteral de magnésio em crianças desnutridas. **Pediatrics**, n. 3, p. 241-246, 1981.

HIDIROGLOU, M.; PROULX, J.C. Factors affecting the calcium, Mg and P contents of cow milk. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, v.46, n.2, p.212-214, 1982.

HIDVÉGI, E.; ARATÓ, A.; CSERHÁTI, E.; HORVÁTH, C.; SZABÓ, A. Slight decrease in bone mineralization in cow milk-sensitive children. **Journal Pediatric Gastroenterology Nutrition**, v.36, n. 1, p.44-49, 2003.

HILL, A.; VOLPE, J. J. Decrease in pulsatile flow in the anterior cerebral arteries in infantile hydrocephalus. **Pediatrics**, v. 4, n. 69, 1982.

HOLDEN, J.M. Assessment of the quality of data in nutritional databases. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos-SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 105-108, 1997.

HOLT, C. Effect of heating and cooling on the milk salts and their interaction with casein. In *Heat Induced changes in milk*. p. 105-1995. Brussels: International Dairy Federation, 1995.

ICHILCZYK-LEONE, J.; AMRAN, Y.; SHNEID, N.; LENOIR, J. Refrigeration of milk and its implications in cheesemaking. 1. Effects of refrigeration on the physicochemical and coagulation properties of milk. **Revue Laitière Française**, n. 401, p.13-14, 2000.

INFANTE D, TORMO R. Risk of inadequate bone mineralization in diseases involving long-term suppression of dairy products. **Journal Pediatric Gastroenterology Nutrition**, v. 30, p. 310-3, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 15 de agosto de 2008.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Produtos lácteos. Algumas considerações nutricionais e econômicas. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/>. Acesso em 15 de agosto de 2008.

INSTITUTE OF MEDICINE. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. **National Academy Press**, 1997.

JENG, S.L.; LEE, S. J.; LIN, S. Y. Determination of cadmium and lead in raw milk by graphite furnace atomic absorption spectrophotometer **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 4, p. 945-949, 1993.

JENSEN, R. O.; FERRIS, A. M.; LAMMI-KEEFE, C. J. The composition of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.74, n. 9, p. 3228-3243, 1991.

KAMAL, T. H.; JOHNSON, H. D.; RAGSDALE, A. C. Influence of the state of lactation and environmental temperatures on the salt balance of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.

KANTIKAS, M. G. L. Avaliação do uso de suplementos nutricionais à base de soro bovino pelos praticantes de musculação em academias da cidade de Curitiba Curitiba, 2007. 59 f.

KENNELLY, J. J.; ROBINSON, B.; KHORASANI, G. R. Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk composition in early-lactation holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n. 11, p. 2486–2496, 1999.

KING, R. L.; DUNKLEY, W. L. . Relation of natural copper in milk to incidence of spontaneous oxidized flavor. **Journal of Dairy Science**, v.42, p.420-425, 1959.

KIRSCHBAUM, B. Relationships between the cooper and iro systems in hemodialysis patients and variables affecting these systems. **Biology Trace Element Research**, n.77, p.13 – 24, 2000.

KREBS, N ,F; HAMBIDGE, M; WESTCOTT, J.E; MILLER, L.V; SIAN, L; BELL, M. Exchangeable zinc pool size in infants is related to key variables of zinc homeostasis. **Journal of Nutrition**, n. 133, (Suppl 1)1498-1501S, 2003.

KRUG F. J. Métodos de preparo de amostras (fundamentos sobre preparo de amostras orgânicas e inorgânicas para análise elementar 1st ed.). Piracicaba: EDUSP, p. 340, 2008.

KUITERS, A. T. Accumulation of Cd and Pb in red deer and wild boar at the veluwe, **The Netherlands**. *Vet Q* 18, Suppl. 3, S 134- S135, 1966.

KUME, S. Mineral requirement of dairy cows under high temperature conditions. **Tropical Agriculture Research**, n. 25, p. 199 -207, 1992.

LAGO, E. P.; COSTA, A. P. D.; PIRES, A. ; SUSIN, I.; FARIAS, V. P.; LAGO, L. A. Parâmetros metabólicos em vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária II**, n.1/2, p.98-103, 2004.

LAJOLO, F. M. - grupo de trabalho: Composição de Alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos-SBCTA**, v. 29, n. 1, p. 57-69, 1995.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Composição de Alimentos: Uma análise retrospectiva e contextualização da questão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos-SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 90-92, 1997.

LAMOUNIER J. A., LEAO E. Nutrição na infância. In: **Ciências Nutricionais**. J. E. Dutra de Oliveira e J. Marchini. São Paulo: SARVIER, p. 265-289, 2008.

LAMOUNIER J. A., VIEIRA G. de O., GOUVEA L. C. Composição do Leite Humano – Fatores Nutricionais. In: **Aleitamento Materno**. José Dias Rego, São Paulo: Atheneu, p. 47-58, 2002.

LANTE, A.; LOMOLINO, G.; CAGNIN, M.; SPETTOLI, P. Content and characterisation of minerals in milk and in Crescenza and Squacquerone Italian fresh cheeses by ICP-OES. **Food Control**, v.17, n.3, 229-233, 2004.

LARSSON, S. C.; BERGKVIST, L.; RUTEGARD, J.; GIOVANNUCCI, E.; WOLK, A. Calcium and dairy food intakes are inversely associated with colorectal cancer risk in the cohort of Swedish men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83, p. 667-673, 2006.

LARSSON, S. C.; BERGKVIST, L.; WOLK, A. High-fat dairy food and conjugated linoleic acid intakes in relation to colorectal cancer incidence in the Swedish mammography cohort. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, p. 894-900, 2005.

LAUWERYS, R. Criteria for cadmium, C. E. C. OXFORD : Pergamon Press, 1978.

Le GRAET, Y.; BRULÉ, G. Les equilibres minéraux du lait: influence du pH et la force ionique, **Lait**, v. 73, p. 51-60, 1993.

LERNER, B. R.; LEI, D. L. M.; CHAVES, S. P.; FREIRE, R. D. O cálcio consumido por adolescentes de escolas públicas de Osasco, São Paulo. **Revista de Nutrição**, v. 13, n.1, p. 57-63, 2000.

LEVY-COSTA, R. B; MONTEIRO, C. A. Consumo de leite de vaca e anemia na infância no Município de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, v. 38, n. 6, p.797-803, 2004.

LICATA, P.; TROMBETTA, M.; CRISTANI, M.; GIOFRÈ, F.; MARTINO, D.; CALÒ, M.; NACCARI, F. Levels of “toxic” and “essential” metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. **Environment International**, v. 30, n.1, p. 1- 6, 2004.

LÓPEZ MAHIA, P.; PASEI, R.O.; LOSADA, P.; SIMAL. L. Elementos traça en leche natural de vaca. **Alimentaria**, n. 226, p. 45-48, 1991.

LUCIS, O.J.; LUCIS, R.; SHAIKH, Z.A. Cadmium and zinc in pregnancy and lactation. **Archives Environment. Health**, v.25, n.1, p. 14-22, 1972.

MACHADO, P. F; contagem de células somáticas no leite de rebanhos brasileiros e seus efeitos sobre a qualidade do leite. Disponível em < http://www.megaagro.com.br/lecheria/art_CCS_mastite.asp> acesso em 17.10.2009.

MACHADO, F. M. S. **Estratégias de ocorrência da indústria alimentícia e seus desdobramentos na dimensão nutricional**. 2003. 200p. Tese (Doutorado em Nutrição Humana Aplicada – PRONUT) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas,

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

MACKLE, T. R.; BRYANT, A. M.; PETCH, S. F.; HILL, J. P. ; AULDIST, M. J. 1 Nutritional influences on the composition of milk from cows of different protein phenotypes in New Zealand. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 1, p. 172-180, 1999.

MADEJ, J. A.; KLIMENTOWSKI, S.; KOLACZ, R.; DOBRZANSKI, Z. The role of heavy metals in the pathogenesis of enzootic bovine leukaemia. **Medicine Weterynaryjna**, v. 50, n. 8, p. 374-377, 1994.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3 ed, Illinois: Agrico Feed Ingred., 92p., 1999.

McMAHON, D.J.; BROWN, R.J.; RICHARDSON, H.; ERNSTROM, A. Effects of calcium, phosphate, and bulk culture media on milk coagulation properties. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.5, p. 930-938,1984.

MAFRA, D. e COZZOLINO, S. M. F. **Importância do zinco na nutrição humana**. **Revista de Nutrição**, v.17, n.1, p. 79-87, 2004.

MAFRA D. e COZZOLINO S. M. F. Magnésio, In: **Biodisponibilidade de Nutrientes**, Silvia M. Franciscato Cozzolino, Barueri, São Paulo: Manole, p. 459-471, 2004.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Busca rápida: Leite
<http://www.agricultura.gov.br/> acessado em 2008/2008.

MARINS, J. C. B.; DANTAS, E. H. M.; NAVARRO, S. Z. Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o sódio plasmático. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v. 11, n. 1, p. 13-22, 2003.

MARTINO, F. A. R.; SANCHEZ, M. L. F.; SANZ- MEDEL, A. S. Total determination of essential and toxic elements in milk whey by double focusing ICP – MS. **The Royal Society of Chemistry**, v. 15, p. 163-168, 2000.

MARTINO, F.A.R.; SÁNCHEZ, M.L.F.; SANZ – MEDEL, A The potential of double focusing – ICP – MS for studying elemental distribution patterns in whole milk, skimmed milk and milk whey of different milks. **Analytica Chimica Acta**, v. 442, n. 2, p. 191-200, 2001.

MARTINS, C. **Vitaminas e oligoelementos na insuficiência renal**. In; Riella, M. C.; Martins, C. **Nutrição e o rim** 1a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.43-57,2001.

MARTINS, P. C. **Políticas públicas e mercados deprimem o resultado do sistema agroindustrial do leite**. Piracicaba, Esalq/USP. 2003.(tese de Doutorado).

McMAHON, D.J.; BROWN, R.J.; RICHARDSON, H.; ERNSTROM, A. Effects of calcium, phosphate, and bulk culture media on milk coagulation properties. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 5, 930-938, 1984.

MEDEIROS, N. G. A.; CARVALHO, M. G. O. S.; SANTOS, M. G. X. ; LIMA, S. C. P. Detecção de antibióticos no leite *in natura* consumido no município de Patos, Paraíba. **Revista Higiene Alimentar**, v.18, n. 3, p.85-88, 2004.

MEDEIROS, S. R.; MENDES, M.; LAGO, B.; FARA, M. **Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil: qualidade e segurança alimentar**. Minas Gerais:Embrapa, p.17-33, 2001.

MERMET, J. M.; POUSSSEL, E. "ICP emission spectrometers: analytical figures of merit". **Applied Spectroscopy**, v. 49, n.10, p. 1381-1542, 1995.

MILACIC, R.; KRALJ, B. Determination of Zn, Cu, Cd, Pb, Ni, and Cr in some Slovenian foodstuffs. **European Food Research and Technology**, v. 217, n. 3, p. 211-214, 2003.

MILLER, W. J.; LAMPP, B.; POWELL, G. W.; SALOTTI, C. A.; BLACKMON, D. M. Influence of a high level of dietary cadmium on cadmium content in milk, excretion, and cow performance. **Journal of Dairy Science**, v. 50, n. 9, p.1404-1408, 1967.

MONTASER, A.; GOLIGHTLY, D. W. **Inductively Coupled Plasmas in Analytical Atomic Spectroscopy**. New York, VCH Publisher, 1992.

MONTEIRO, A. A.; PIRES, A. C. S.; ARAÚJO, E. A. **Tecnologia de Produção de Derivados de Leite**. Viçosa, MG: Ed.UFV, 2007.81p.

MOREIRA, J. C.; SILVA, D. R.; DIAS, A.; FONTES, E. A. F.; NEIVA JUNIOR, A. P.; BITTENCOURT, F. Avaliação das variáveis físico-químicas do leite de raças

holandesa e mestiça sob condições de análise do leite recém ordenhado e refrigerado no CEFET - RP no ano de 2005. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.61, n. 351, p.110-113, 2006.

MORENO – ROJAS, R.; ZURERA – COSANO, G.; AMARO - LÓPEZ, M.;
Comportamiento de minerales y electrolitos en el proceso de fabricación del queso.
Paper presented at I Congreso Internacional de Alimentación, Nutrición y Dietética,
Toledo, Spain, 1991.

MORENO – ROJAS, R.; AMARO - LÓPEZ, M.; ZURERA - COSANO, G.
Concentration and seasonal variation of calcium, magnesium, sodium and potassium
in raw, ewe and goat milk, **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, n.
45, p. 99 – 105, 1993.

MUNRO, G. L.; GRIEVE, P. A.; KITCHEN, B. J. Effects of mastitis on milk yield,
milk composition, processing properties and yield and quality of milk products.
Australian Journal of Dairy Technology ,v. 39, p.7, 1984.

NAKANO, T.; OZIMEK, L. Gel chromatography of glicomacropéptide (GMP) from
sweet whey on sephacryl s-200 at different pH's and on sephadex G-75 in 6M
guanidine hydrochloride. **Milchwissenschaft**, n. 53, p. 629-633, 1998.

NAKANO, T.; OZIMEK, L. Purification of glycol-macropéptide from caseinate
hydrolysate by gel chromatography and treatment with acidic solution. **Journal of
Food Science**, v. 65, n. 4, p. 588-590, 2000.

NARRES, H. DD.; MOHL, C.; STOEPLER, M. Metal analysis in difficult materials
with platform furnace Zeeman-atomic absorption spectroscopy.2. Direct

determination of cadmium and lead in milk. **Zeitschrift Lebensmitteluntersuchung und Forschung**, v.181, n. 2, p.111-116, 1985.

NATIONAL INSTITUTES HEALTH. Optimal calcium intake, v. 12, n. 4, p. 1-31, 1994.
NCR – National Research Council. British Nutrition Foundation. Calcium, Rep, Br. Nutr. Found. Task Force Calcium. Br. Nutr. Found. London, 1989.

NEATHERY, M. W.; MILLER, W. J.; GENTRY, R. P.; STAKE, P. E.; BLACKMON, D. M. Cadmium -109 and methyl mercury-203 metabolism, tissue distribution and secretion into milk of cows. **Journal of Dairy Science**, n. 57, p.1177-1183, 1974.

NEVES, B. S. **Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil: qualidade e segurança alimentar. Minas Gerais**: Embrapa, p.96-107, 2001.

Ng-KWAI-HANG, K. F.; HAYES, J. F.; MOXLEY, J. E.; MONARDES, H. G. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p.361-365, 1984.

NIELSEN F.H. Studies on the relationship between boron and magnesium which possibly affects the formation and maintenance of bones. **Magnes- Trace -Element**, v. 9, n.2, p.61-69, 1990.

NORO, G. Síntese e secreção do leite: componentes do leite. Monografia (Pós-Graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 21f, 2001.

ODA, M.; ZÁRATE-PEREIRA, P.; MATSON, E. Estudo *in vitro* da microinfiltração marginal em cavidades submetidas ao tratamento com laser de Er: YAG e

restauradas com materiais estéticos. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v.15, n.4, p. 290-295, 2001.

OLIVAL A. A.; PEIXOTO, A. A. Leite informal no Brasil: aspectos sanitários e educativos. **Revista Higiene Alimentar**, v.18, n.119, p.12-16, 2004.

OLIVEIRA, R. P. S. Condições microbiológicas e avaliação da pasteurização em amostras de leite comercializadas no município de Piracicaba. São Paulo, 2005, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 71p. (Dissertação de Mestrado). 2005.

OLIVEIRA, C. A. F.; FONSECA, L. F. L.; GERMANO, P. M. L. Aspectos relacionados a produção que influenciam a qualidade do leite. **Revista Higiene Alimentar**, v. 13, n. 62, p. 11-12, 1999.

OLIVEIRA, M. A. A.; OSÓRIO, M. M. Consumo de leite de vaca e anemia ferropriva na infância. **Jornal de Pediatria**, v.81, n. 5, p. 361-367, 2005.

OLIVEIRA, P. H. B.; SANTOS, A. L. A homogeneização do leite e derivados. Processos e equipamentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.63, n.362, p.33-39, 2008.

ORDÓNEZ PEREDA, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos**; tradução Fátima Murad, Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAGANUS, A.; JUNTUNEN-BACKMAN, K.; SAVILAHTI, E. Follow-up of nutritional status and dietary survey in children with cows milk allergy. **Acta Paediatrica**, v. 81, n.8, p. 518-21, 1992.

PASCHOAL, J. J.; ZANETTE, M. A. Efeito da suplementação de vitamina A sobre a incidência de mastite em vacas de raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 267-269, 2004.

PEABODY, J. L. Mechanical ventilation of newborn. **Critical Care Medicine**, n.9, p. 710-714, 1981.

PEDROSO E. R. P. Água e Eletrólitos In: **Ciências Nutricionais**. J. E. Dutra de Oliveira e J. Marchini. São Paulo: SARVIER, p. 131-167, 2008.

PEREIRA, M. L. A.; VALADARES, S. B.; VALADARES, R. F. D.; CAMPOS, J. M. S.; LEÃO, M. I.; PEREIRA, C. A. R.; SILVA, P. A. MENDONÇA, S. S. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço médio da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteínas bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p.1040-1050, 2005.

PETIT, H. V. R.; DEWHURST, J.; SCOLLAN, N. D. ; PROULX, J. G.; KHALID, M.; HARESIGN, W.; TWAGIRAMUNGU, H.; MANN, G. E. Milk Production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows fed Omega-3 Fats¹ **Journal of Dairy Science**, v. 85, n.4, p. 889-899, 2002.

PHILIPPI, S. T.; LATTERZA, A. R.; CRUZ, A.T.R.; RIBEIRO, L. C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. **Revista de Nutrição**, v.12, n. 1, p. 65-80, 1999.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. Vencendo a luta contra a mastite. Campinas : Westfalia, 2002.

PICCIANO, M.F. Trace elements in human milk and infants formulas. Nestle Nutrition Workshop Series (USA), v.8, p. 157-174, 1985 – agris-fao-org.

PIERRE, A.; BRULE, G. Mineral and protein equilibria between the colloidal and soluble phases of milk at low temperature. **Journal of Dairy Research**, v.48, p.417-428, 1981.

PINHEIRO, A. J. R.; MOSQUIM, M. C. A. V. Processamento de leite de consumo. Viçosa, MG:UFV, Impr. Univ.430p.2009.

POHL, P.; PRUSISZ, B. Determination of Ca, Mg, Fe and Zn partitioning in UHT cow milks by two – column ion exchange an flame atomic absorption Spectro metry ditection. **Talanta**, n. 71, p. 715 -721, 2007.

PRASAD, A. S. Clinical, biochemical, and pharmacological role of zinc. **Annual Reviews of Pharmacology and toxicology**, v. 20, p. 393-426, 1997.

PRATES, E. R. Novos desafios para a produção leiteira do Rio Grande do Sul. In: II Encontro Anual da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sobre Nutrição de Ruminantes, 2000. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: UFRGS, P.73-98, 2000.

RAGHEB, R.R.; ABOU-EL-MAKAREM, M.; RAMZY, A.; SALEH, N. A Some studies on the microbiological changes in mastitic milk with emphasis on fungi and mycoplasma. **Assiut. Veterinary Medicine Journal**, v. 3, n. 74, 23-24, 1998.

RAMIN, A.G.; ASRI, S.; SALAMAT, J. Monthly variation in milk serum magnesium concentration in industrial and semi – industrial dairy Friesian herds in Urmia, northeastern Iran, **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 6, n. 2, p.69-73, 2005.

RAMONAITYTĖ, D. T. Copper, zinc, tin and lead in canned evaporated milk, produced in Lithuania: The initial content and its change at Storage. **Food Additives and Contaminants**, v. 18, n. 1, p. 31-37, 2001.

RAMOS, J. W. ; GARCIA, A. G.; BUENO, P. R. B.; TRONCO, V. M.; NORBERG, M. R. B.L. Avaliação da qualidade microbiológica do leite *in natura* utilizando-se a prova do tempo de redução do azul de metileno. **A Hora Veterinária**, ano 22, n.132, p. 43-46, 2003.

REVILLA, A. Tecnologia de la leche: procesamiento, manufactura y análisis – 2ª. ed., San José, Costa Rica: IICA, 1982.

ROCHA, D. A; ABREU, C.M.P; CORRÊA, A. D; SANTOS, C. D; WALESKA, FONSECA, E. N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, 2008.

RODRIGUEZ RODRIGUEZ, E. M.; SANZ ALAEJOS, M.; DIAZ ROMERO, C. Chemometric studies of several minerals in milks, Spain **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 47, n.4, p. 1520-1524, 1999.

RODRIGUEZ RODRIGUEZ, E. M.; SANZ ALAEJOS, M.; DIAZ ROMERO, C.

Mineral concentrations in cow's milk from the Canary Island **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n.4, p. 419-430, 2001.

ROMAN, J. A.; SGARBIERI, V. C. Obtenção e caracterização química e nutricional de diferentes concentrados de caseína. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 1, p.75-83, 2005.

ROMANO, A. P. M. Avaliação da importância da água utilizada na produção de leite como via transmissão de *Staphylococcus* spp. 2002. 62p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

ROOK. J.A.F. Variation in the chemical composition of cow milk, **Journal of Dairy Science**, v.23, p.252-258, 1961.

ROQUE, R. A.; SCHUMACHER, S. S. P.; PAIVA, P. C. Quantificação de microrganismos psicrótróficos em leites pasteurizados tipos B e C, comercializados na cidade de São Paulo – SP. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, n.112, p. 59-68, 2003.

ROSENKRANTZ, T. S.; OH, W. Cerebral blood flow velocity in infants with polycythemia and hyperviscosity: effects of partial exchange transfusion with plasmanate. **The Journal of Pediatrics**, n. 101, p. 94-101, 1982.

ROSSI, D. A., ABREU, R., MOURA, C. J. Correlação entre as provas da redução do azul de metileno a 30 e 37°C e a contagem padrão de mesófilos em leite de plataforma.

Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.56, n.318, p.17-20, 2001.

SANTIN, J. Benefício do soro do leite para a saúde. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>> Acesso 25 de abril de 2009.

SANTIN, J. Papel do CLA na prevenção do câncer de mama. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>> Acesso 25 de abril de 2009.

SANTOS JUNIOR, A. F.; KORN, M. G.; JAEGER, H. V.; SILVA, N. M. S.; COSTA, A. C. S. Determination of Mn, Cu and Zn in saline matrices by flame atomic absorption spectrometry after separation and preconcentration on Amberlite XAD-7 impregnated with Alizarin Red S. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 15, n.2, 2004.

SANTOS, P. A.; SILVA, M. A. P.; ANASTÁCIO, P.I. B.; SILVA JUNIOR, L. C.; ISEPON, J. S.; NICOLAU, E. S. Qualidade do leite cru refrigerado estocado por diferentes períodos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 63, n. 364, p. 36-41, 2008.

SARGENTELLI, V.; MAURO, A. E.; MASSABNI, A. C. Aspectos do metabolismo do cobre no homem. **Química Nova**, v. 19, n. 3, p. 290-293, 1996.

SCHAFFNER, R. M. Lead in canned food . **Food Technology**, p.60-64, 1981.

SCHINGOETHE, D. J. ; BROUK, M. J.; BIRKELO, C. P. Milk production and composition from cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 3, p. 574-580, 1999.

SENA, K.; PEDROSA, C. M; CAMPOS, L. F. Efeitos da suplementação com zinco sobre o crescimento, sistema imunológico e diabetes. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 2: p. 251-259, 2005.

SENA, M. J.; MENDES, E. S.; ALMEIDA, C.C. Qualidade físico-química e microbiológica do leite pasteurizado tipo "C" comercializado em Recife. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 56, n. 321, p.241-248, 2001.

SERPE E. R; FREITAS, R. J. S. Avaliação do cobre e zinco em alimentos de consumo diário. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 9, n. 2,1991.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. Disponível em: <http://www2.ba.sebrae.com.br/>. Acesso em 20 de setembro de 2008.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: Propriedades, Degradações e Modificações**. São Paulo: Livraria Varela, 1996.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas – funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v.17, n.4, p.397-409, 2005.

SHARMA, R. P.; STREET, J. C.; SHUPE, J. L.; BOURCIER, D. R. Accumulation and depletion of cadmium and lead in tissues and milk of lactating cows fed small amounts of these metals. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n.6, 972-979, 1982.

SILVA, P. H. F.; PORTUGAL, J. A. B.; CASTRO, M. C. D. **Qualidade e competitividade em laticínios**. Juiz de Fora: EPAMIG-Centro Tecnológico-ILCT, 1999.

SIMSEK, O.; GÜLTEKIN, R.; ÖKSÜZ, O.; KURULTAY, S. The effect of environmental pollution on the heavy metal content of raw milk. **NAHRUNG Food**, v. 44, n.5, p. 360-363, 2000.

SKOOG, D. A.; WEST, D.; M. HOLLER, F. J. **Fundamentals of Analytical Chemistry**. 7. ed. USA: Sanders College Publishers, 849p., 1996.

SOARES, V.A.; MAHYARA, M. M. KUS.; PEIXOTO, A. L. C.; CARROCCI, J. S.; RODRIGO, F.S. ;SALAZAR, H. J. I. F. Determination of nutritional and toxic elements in pasteurized bovine milk from Vale do Paraíba region (Brazil). **Food Control**, 2009.

SOUZA, L G.; SANTOS, G. T. S.; SAKAGUTI, E. S.; MATSUSHITA, M.; HORST, J. A.; VILLALBA, R. G. Avaliação da composição do leite UHT proveniente de dois laticínios das regiões Norte e Nordeste do Estado do Paraná. **Acta Animal Science**, v. 26, n. 2, p.259-264, 2004.

STORRER, C. L. M.; AZEM, A. C.; LIMA, L. A. P. A.Regeneração periodontal com proteína derivada da matriz do esmalte - emdogain® . **RUBS**, Curitiba, v.1, n.1, p.36-45, 2005.

TARDIN, D. M. S; OSHIDA, W. B. Lesões cerebrais decorrentes de isquemia e reperfusão na cirurgia de endarterectomia de carótida. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 2, n.2, p.119-128, 2003.

TAVARES, M. T. Avaliação de exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do recôncavo baiano. **Química Nova**, v.15, n.2, p. 147-154,1992.

TEIXEIRA, N. M.; FREITAS, A. F.; BARRA, B.; PERS, D. Influência de fatores de meio ambiente na variação mensal da composição e contagens de células somáticas do leite em rebanhos no Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 4, p. 491-499, 2003.

TETRA PAK. Dairy Processing Handbook. Lund, Sweden, 1996. 1 CD.

TETZNER, T. A. D.; BENEDETTI, E.; GUIMARÃES, E. C.; PERS,R. F. G. Prevalência de resíduos de antibióticos em amostras de leite cru na região do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Higiene alimentar**,v.19, n.10, p. 69-72, 2005.

TIECCO, G. Ispezione degli alimenti di origine animale. Bologna: Ed. Eda-Gricole, 2000.

THOMAS, P. C. Feeding and milk protein production in milk composition quality and Its Importance in future markets. Occas. Publ. No. 9. M. E. Castle and R. G. Gunn, ed. Br. SOC. Animal Production, 1984.

TRIPHATHI, R. M.; RAGHUNATH, R.; SASTRY, V. N.; KRISHNAMOORTHY, T. M. Daily intake of heavy metals by infants through milk and milk products.**The Science of the Total Environment**, v. 227, n.2-3, p.229-235, 1999.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2008.

TSENKOVA, R.; ATANASSOVA, S.; ITOH, K.; OZAKI, Y.; TOYODA, K. Near infrared spectroscopy for biomonitoring: cow milk composition measurement in a spectral region from 1,100 to 2,400 nanometers. **Journal of Animal Science**, v. 78, p.515-522, 2000.

TSENKOVA, R.; ATANASSOVA, S.; KAWANO, S.; TOYODA, K. Somatic cell count determination in cow's milk by near-infrared spectroscopy: a new diagnostic tool, **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2550-2557, 2001.

TUMA, R. B.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P.L.; HEDYLAMAR OLIVEIRA MARQUES, H. O. Impacto da farinha de mandioca fortificada com ferro aminoácido quelato no nível de hemoglobina de pré-escolares **Revista de Nutrição**, v.16, n.1, p. 29-39, 2003.

UNICEF/UNU/WHO/MI. Preventing iron deficiency in women and children: technical consensus on key issues. Technical Workshop. New York: **UNICEF/UNU/WHO/MI**; 1998.

VANHOLDER, R.; CORNELIS, R.; DHONDT, A.; RIGOIR, S. Trace element metabolism in renal disease and renal failure. In; Kapple, J. D.; Massry, S. G. Nutritional management of renal disease. Baltimore; Williams 7 Wilkins, 1997.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche y Productos Lácteos: Tecnología, Química y Microbiología**. Zaragoza: Editorial Acribia S. A., 1995.

VÁSQUEZ, J. A. K. Composición proteica y su relación con las variantes enéticas A y B de κ -caseína y β -lactoglobulina en leche de vacas Frisón Negro. 2003. Tesis 126f (Licenciado en Ingeniería en Alimentos), Universidad austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos, 2003.

VEIGA, V. M. O. **Práticas de manejo sanitário em bovinos de leite**. Minas Gerais: Matheus Bressan, p.16-23, 2000.

VERHEIJDEN, J.H.M.; VAN MIERT, A.S.J. P.A.M.; SCHOTMAN, A.J.H. Pathophysiological aspects of *E. coli* mastitis in ruminants. **Veterinary Research Communications**, v. 7, n.1, p. 229 – 236, 1983

VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. Análise química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Scientia Agricola**, v. 51, n.1, p. 131-137, 1994.

VIDOVIC, M.; SADIBASIC, A.; CUPIC, S.; LAUSEVIC, M. Cd and Zn in atmospheric deposit, soil, wheat and milk. **Environment Research**, v. 97, n.1, p.26 -31, 2005.

VIRGA, R. H. P.; GERALDO, L. P; SANTOS, F. H. Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.27, n.4, 2007.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEUTERS, T. J. **Dairy Science and Technology**. Nova York: Taylor 7 Francis, 2006.

WEINFELD A. ; STORES. I. IN: Harwerth H.G.; Vannott A. Editores. Iron deficiency. London: Academic Press; 1999.p.329.

WESTINNER, M.; ADDAZIO, A. D.; BOETTCHER, K. Anemia en el lactante: relación con la formula láctea y complemento de hierro. **Salus Militiae**. n.24, n.1, p.37-40, 1999.

WOJCIECHOWSKA-MAZUREK, M.; KARLOWSKI K.; STARSKA, K.; BRULINSKA-OSTROW-SKA, E.; KUMPULAINEN, J. T. Contents of lead, cadmium, copper and zinc in Polish cereal grain, flour and powdered milk [Paper presented at] Proceedings of the Technical Workshop on Trace Elements, Natural Antioxidants and Contaminants, Esp, Helsinki, August 25– 26, 1995.

ZAFALON, L. F.; NADER FILHO, A.; OLIVEIRA, J.V; RESENDE, F. D. Comportamento da condutividade elétrica e do conteúdo de cloretos do leite como métodos auxiliares de diagnóstico na mastite subclínica bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 3, p.159-163, 2005.

ZEMEL, M. B. Dietary calcium and dairy products accelerate weight and fat loss during energy restriction in obese adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.82, n. 6, p. 1228-1234, 2005.

ZURERA – COSANO, G.; MOERENO – ROJAS, R.; AMARO – LOPEZ, M. A; Effects of nectensing on the concentration of lead in Manchego – type cheese. **Food Additives and. Contaminants**, n. 11, p. 91 – 96, 1994.

ANEXO 1

Tabela 9. Teor médio±desvio padrão de **Ca**, **K**, **Mg** e **Na** em amostras de leite bovino utilizando o procedimento de adição de ácidos através de bloco digestor e placa.

	Ca	K	Mg	Na
Bloco	210,9±0,6	1210,6±16,3	84,8±0,9	351,8±6,9
Placa	275,4±26,7	1233,2±60,9	84,6±4,5	354,8±23,4

Tabela 12. Teores médios (mg L^{-1}) \pm desvio padrão de **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** por ICP OES em amostras de leite bovino nas regiões investigadas.

Amostras	Ca	K	Mg	Na	P
Feira de Santana	1453 \pm 7	7385 \pm 296	448 \pm 23	599 \pm 35	4135 \pm 270
Ipirá	1612 \pm 107	7032 \pm 148	385 \pm 3,2	490 \pm 9,3	3385 \pm 24
Boquira	1649 \pm 186	754 \pm 20	42,6 \pm 1,4	834 \pm 37	3981 \pm 229

Tabela 13. Teor médio \pm desvio padrão de **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe** e **Zn** por ICP OES em amostras de leite bovino nas regiões investigadas.

Amostras	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Zn
Feira de Santana	-	-	-	-	0,258 \pm 0,055	14,2 \pm 1,4
Ipirá	-	-	0,456 \pm 0,110	0,219 \pm 0,027	1,23 \pm 0,09	10,2 \pm 0,6
Boquira	2,19 \pm 0,19	-	0,958 \pm 0,068	-	0,96 \pm 0,03	19,8 \pm 0,9

“-” não detectado.

Tabela 14. Valores Diários de Referência de Nutrientes (VDR) de Declaração Obrigatória (1)

Cálcio	1000 mg
Ferro	14 mg
Magnésio	260 mg
Zinco	7 mg
Iodo	130 µg
Fósforo	700 mg
Flúor	4 mg
Cobre	900 µg
Selênio	34 µg
Molibdênio	45 µg
Cromo	35 µg
Manganês	2,3 mg
Sódio	2400 miligramas

Fonte: ANVISA, 2003.

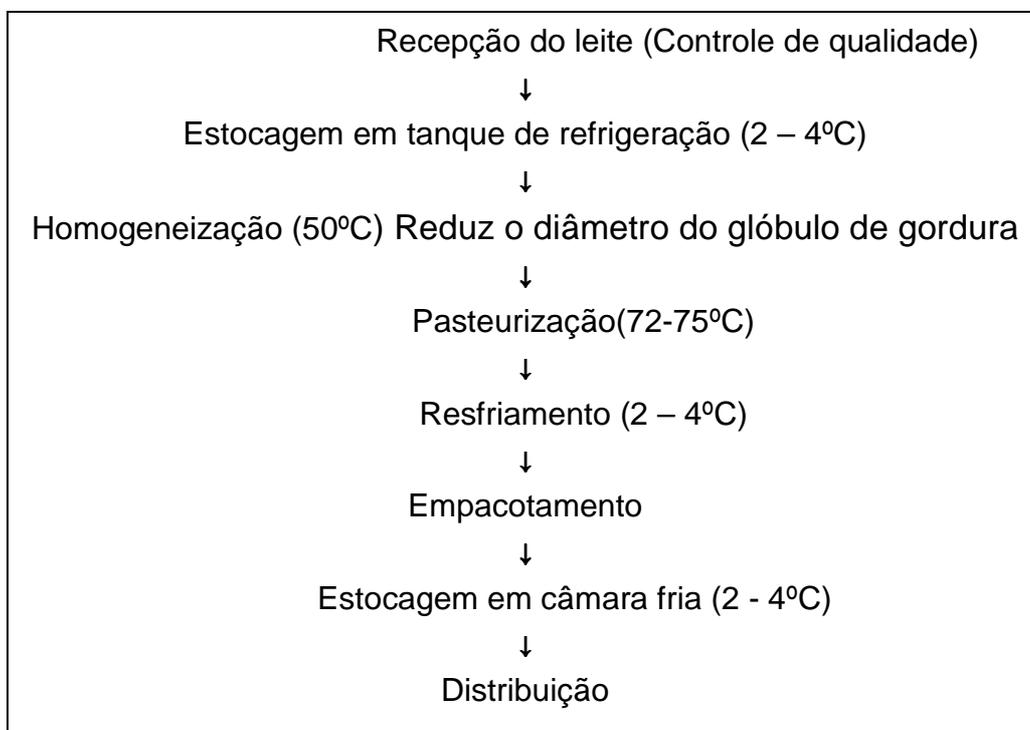
Tabela 15. Teores médio \pm desvio padrão de **Ca**, **K**, **Mg**, **Na** e **P** por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana - Bahia.

Amostras	Ca	K	Mg	Na	P
Úbere	1453 \pm 7	7385 \pm 296	448 \pm 23	599 \pm 35	4135 \pm 270
Latão	1850 \pm 105	7427 \pm 77	494 \pm 4	862 \pm 7	4345 \pm 99
Recepção	1273 \pm 70	7250 \pm 593	299 \pm 32	752 \pm 39	1512 \pm 212
Tanque de queijo	796 \pm 107	7691 \pm 807	339 \pm 1	796 \pm 55	1688 \pm 18
Tanque de soro	1410 \pm 84	7263 \pm 684	325 \pm 16	775 \pm 63	1707 \pm 50
Leite resfriado	1661 \pm 287	8376 \pm 445	467 \pm 33	883 \pm 95	5294 \pm 257
Leite UHT	2079 \pm 151	8133 \pm 203	446 \pm 3	914 \pm 23	4838 \pm 37
Leite em pó	4101 \pm 1	11292 \pm 524	645 \pm 23	1503 \pm 59	7147 \pm 106

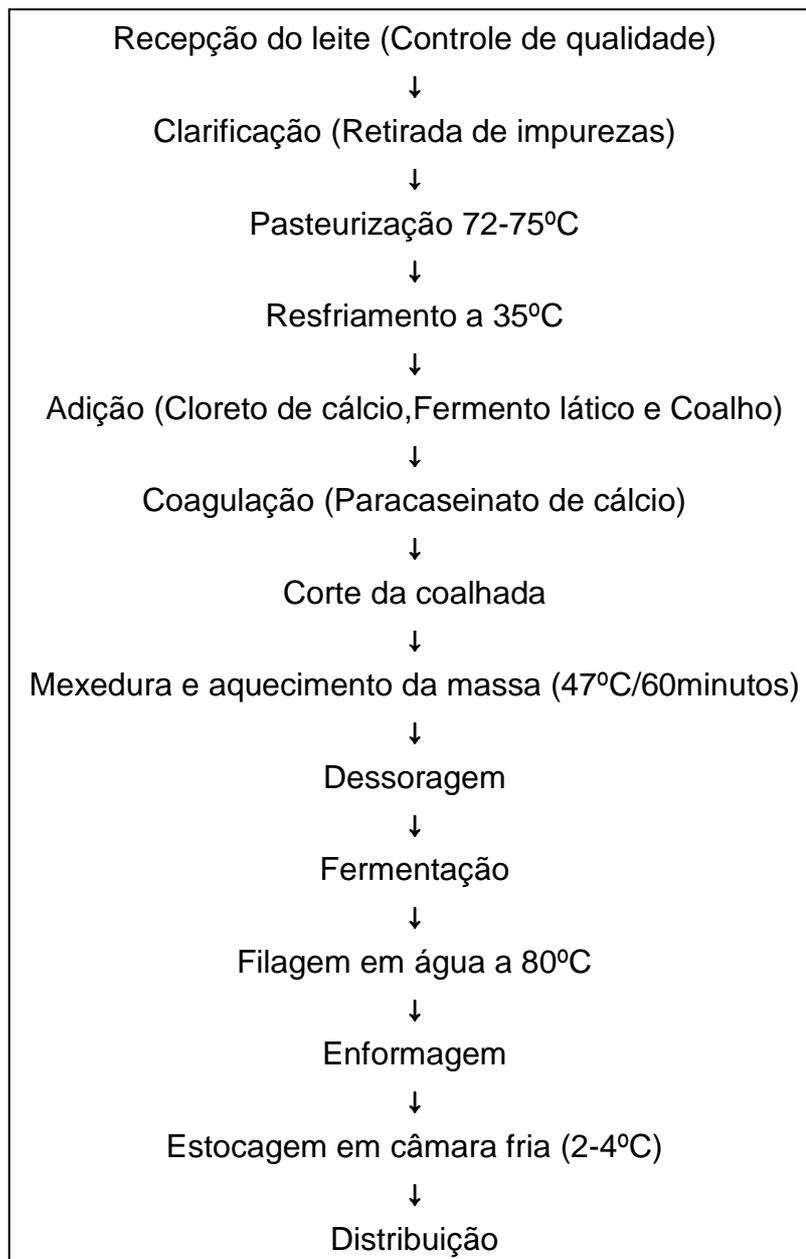
Tabela 16. Teores médio \pm desvio padrão de **Al**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Fe** e **Zn** por ICP OES em amostras de leite bovino na cadeia produtiva do município de Feira de Santana - Bahia.

Amostras	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Zn
Úbere	-	-	-	-	0,258 \pm 0,055	14,2 \pm 1,4
Latão	-	-	0,579 \pm 0,064	-	1,56 \pm 0,15	16,9 \pm 0,6
Recepção	31,6 \pm 7,1	-	-	-	0,468 \pm 0,010	-
Tanque de queijo	2,26 \pm 0,09	-	-	-	-	-
Tanque de soro	-	-	-	-	-	-
Leite resfriado	4,89 \pm 0,83	-	1,32 \pm 0,23	-	0,745 \pm 0,070	21,8 \pm 0,7
Leite UHT	-	0,100 \pm 0,002	7,62 \pm 0,01	-	2,16 \pm 0,01	206 \pm 20
Leite em pó	2,33 \pm 0,42	-	1,43 \pm 0,01	-	1,71 \pm 0,36	30,1 \pm 2,1

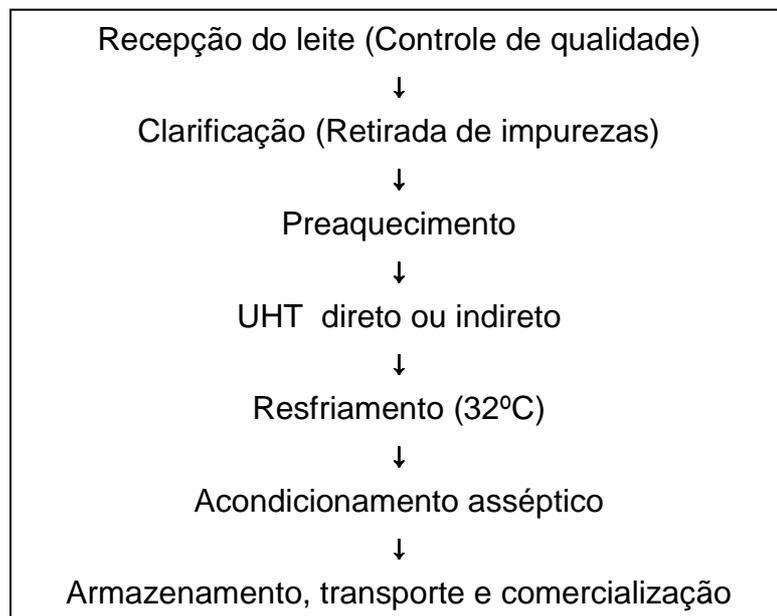
ANEXO 2



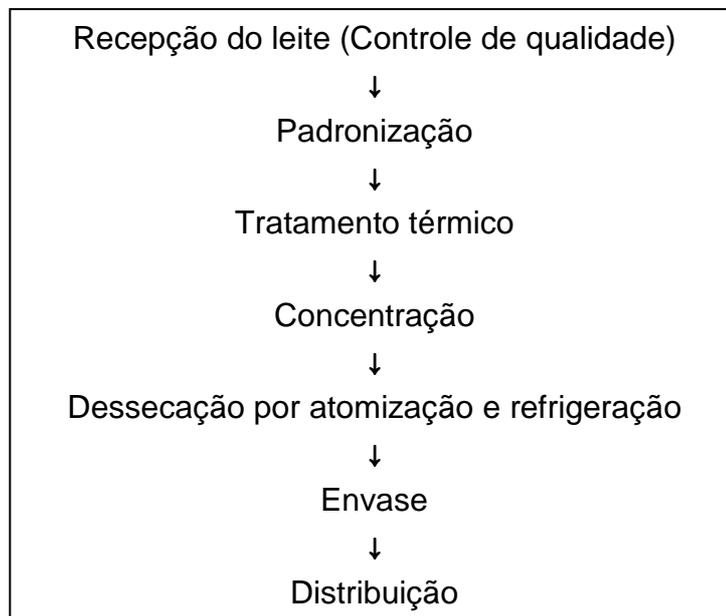
Quadro 1. Fluxograma de pasteurização do leite (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).



Quadro 2. Fluxograma de elaboração do queijo mussarela (ORDÓÑEZ et al.,2005).



Quadro 3. Fluxograma de esterilização (UHT) do leite (ORDÓÑEZ et al.,2005).



Quadro 4. Fluxograma de elaboração de leite em pó (VARNAM e SUTHERLAND, 1995).