

ANDERSON SOARES DE SOUSA

Leite: Importância, Síntese e Manipulação da Composição

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S725l
2015 Sousa, Anderson Soares de, 1988-
Leite : importância, síntese e manipulação da
composição / Anderson Soares de Sousa. - Viçosa, MG, 2015.
ix, 24f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : Rilene Ferreira Diniz Valadares.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f.20-24.

1. Produtos agrícolas. 2. Commodities. 3. Leite -
Composição. 4. Leite - Proteínas. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Veterinária. Programa de
Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed.

ANDERSON SOARES DE SOUSA

Leite: Importância, Síntese e Manipulação da Composição

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 09 de abril de 2015.

Thiago Carvalho da Silva

Luciana Navajas Rennó

Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Orientadora)

“Senhor faça que as palavras que saem da minha boca, que minhas ações e que a maneira que eu conduzo minha vida possam servir de exemplo e estímulo para aqueles que estão a minha volta.” Miguel Cavalcante.

A minha mãe Goretti, que na vida nos mostrou que nenhum obstáculo pode ofuscar o brilho dos nossos sonhos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre estiveste ao meu lado, iluminando, protegendo e me guardando, pois sem Ele nada sou. Obrigado por este presente que agora me ofereces, graças a Ti, mais um sonho está sendo realizado em minha vida.

Agradeço a Nossa Senhora, porque em teus braços entrego a minha vida, para assim fazer o que for melhor pra mim.

A professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelos ensinamentos e por ter aceitado lutar ao meu lado em busca do melhor resultado.

A meu pai Afonso e minhas irmãs Aline e Alice, que durante toda a estrada da vida, sorrindo ou chorando, sempre andamos juntos de mãos dadas. A vocês, meu muito obrigado.

Aos tios, tias, primos e primas, pelo auxílio nos momentos difíceis e pelos sorrisos na vitória.

À minha namorada Enara pela atenção, carinho e companheirismo.

Aos meus amigos de Jequeri, agradeço por tudo e sempre estaremos juntos.

Aos amigos da Lopes e Machado só tenho a agradecer pelos ensinamentos e engajamento na busca de um trabalho justo e honesto.

Em especial agradeço a minha mãe que partiu antes de me ver realizando mais este sonho. Mais a ela agradeço por toda a entrega, pelos ensinamentos e pela vontade, força, garra e determinação que nos ensinastes, para vencermos na vida. À senhora só tenho a dizer que Te Amarei para sempre.

Sei que lá de cima Mãe, você juntamente com Vô Joaquim, Vó Terezinha, Vô Dê e Vó Zinha está olhando por nós.

BIOGRAFIA

ANDERSON SOARES DE SOUSA, filho de Virgílio Afonso Ferreira de Sousa e Maria Goretti Soares de Sousa, nasceu em Jequeri, Estado de Minas Gerais, em 31 de maio de 1988.

Em 2003, ingressou no Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba, onde obteve o título de Técnico em Agropecuária, colando grau em 17 de dezembro de 2005.

Em 2007, ingressou na Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, onde obteve o título de Médico Veterinário, colando grau em 15 de dezembro de 2011.

No período de maio de 2011 a junho de 2012 atuou como técnico da Suinocultura Areal, em Jequeri, Minas Gerais.

Desde dezembro de 2012 é Médico Veterinário da empresa Lopes & Machado Consultores Associados, na cidade de Resplendor (MG), prestando serviços de assistência técnica a produtores de leite de uma comunidade tradicional.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Desenvolvimento da Glândula Mamária.....	2
2.2. Composição e Síntese dos Componentes do Leite Bovino.....	3
2.2.1. Gordura.....	3
2.2.2. Proteína.....	5
2.2.3. Lactose.....	8
2.2.4. Compostos Nitrogenados Não Protéicos do Leite.....	8
2.2.5. Minerais e Vitaminas.....	9
2.2.6. Diferença entre raças leiteiras.....	13
2.3. Requisitos Físico-Químicos.....	13
2.3.1. Instrução Normativa N° 62.....	14
2.4. Manipulação da composição do leite pela dieta.....	15
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: IBGE - Pesquisa Trimestral do Leite – Abril á Junho 2014.....	1
---	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição dos ácidos graxos da gordura do leite de vacas holandesas.....	4
Tabela 2: Frações das proteínas do leite em relação ao total de proteína verdadeira do leite (%).....	6
Tabela 3: Concentração de minerais no leite.....	10
Tabela 4: Composição de vitaminas no leite.....	11
Tabela 5: Composição do leite de diferentes raças especializadas no Brasil	13
Tabela 6: Composição química do leite em várias raças bovinas.....	13
Tabela 7: Requisitos físico-químicos para o leite cru refrigerado.....	15

RESUMO

SOUSA, Anderson Soares de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2015.
Leite: Importância, Síntese e Manipulação da Composição. Orientadora: Rilene Ferreira Diniz Valadares.

O leite bovino é um dos principais produtos do agronegócio brasileiro e se faz presente em várias propriedades rurais. Sua presença é marcante em todas as classes sociais e por todas as residências do país, entretanto, sua produção tem algumas características peculiares como a ausência de padrão de produção, onde se têm a presença de produtores com tecnologias avançadas e produtores que ainda trabalham com tecnologias empíricas. Ano após ano a produção brasileira de leite vem crescendo, mas mesmo assim sendo insuficiente para atender a demanda do mercado interno. Os seus principais constituintes excetuando a água serão descritos neste trabalho: gordura, proteína, lactose e minerais e vitaminas. Pesquisas têm sido conduzidas para alterar os teores de proteína, gordura, minerais e o perfil da gordura do leite, no intuito de melhorar o produto para o consumo humano.

ABSTRACT

SOUSA, Anderson Soares de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2015.
Milk: Importance, Synthesis and Manipulation Position. Adviser: Rilene Ferreira
Diniz Valadares.

The cow's milk is one of the main products of the Brazilian agribusiness and is present in several rural properties. Its presence is apparent in all social classes and all the country's residences, however, its production has some unique features such as the absence of production pattern, which have the presence of producers with advanced technologies and producers who still work with empirical technologies. Year after year the Brazilian milk production has been growing, but still be insufficient to meet domestic market demand. Its main constituents except water will be described in this paper: fat, protein, lactose and minerals and vitamins. Research has been conducted to change the protein, fat, minerals and milk fat profile, in order to improve the product for human consumption.

1. Introdução

A atividade leiteira adquiriu uma posição incontestavelmente expressiva no agronegócio brasileiro, tanto na geração de empregos como no desempenho econômico. De acordo com o Anualpec 2014, as vacas leiteiras no Brasil em 2013 (somados os animais em lactação e secos) chegam a 16.599.353 cabeças com produção de aproximadamente 26 bilhões de litros de leite. Se forem consideradas lactações de 270 dias, essa produção corresponde a uma média nacional de 5,75 litros/cabeça/dia. O gráfico da Figura 1 ilustra a produção de leite no Brasil de julho de 2013 a junho de 2014, conforme dados do IBGE.

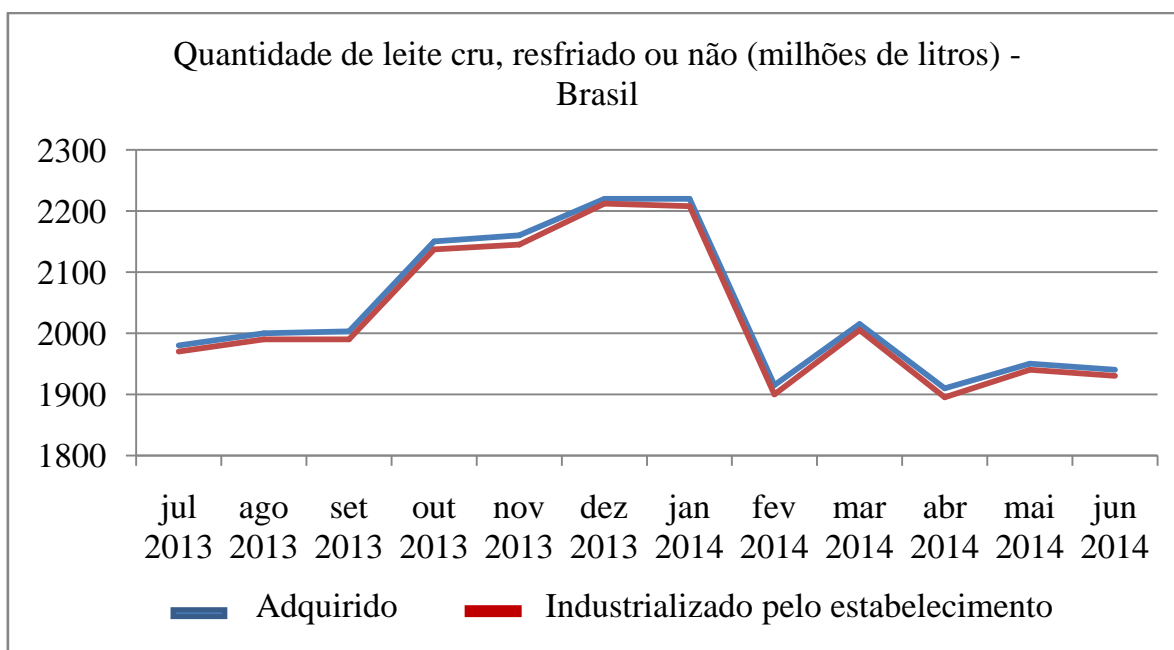


Figura 1: IBGE - Pesquisa Trimestral do Leite – Abril à Junho de 2014

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014) recomenda um consumo per capita de leite de 200 litros/ano, ou seja, 0,575 litros/dia, sendo necessário para atender esta demanda a produção de 43 bilhões de litros, considerando a população brasileira constituída de 203,2 milhões de habitantes (IBGE, 2014). Segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2014) o consumo per capita de leite no Brasil é de 181 litros/ano.

A instrução normativa Nº 62 de dezembro de 2011 do MAPA regulamenta a qualidade do leite no Brasil. A lei estabelece os mínimos obrigatórios, mas Salles e

Saran Netto (Anualpec 2014) sugerem que a cadeia produtiva do leite pode oferecer adicionalmente ao consumidor um produto enriquecido, capaz de promover saúde.

Considerando que o leite é um produto de grande importância para a cadeia produtiva agropecuária e para a alimentação da população brasileira, esta revisão tem como objetivo abordar o desenvolvimento da glândula mamária, a composição e a síntese de componentes do leite e a possibilidade de manipulação da composição do leite para atender ao mercado consumidor.

2. Revisão de Literatura

2.1. Desenvolvimento da Glândula Mamária

O úbere de uma vaca apresenta quatro glândulas mamárias, chamadas de quartos mamários, que representam unidades independentes de produção e secreção de leite.

O desenvolvimento da glândula mamária se inicia no feto em todas as espécies de mamíferos. Ao nascimento, o parênquima mamário bovino consiste de uma rede rudimentar de ductos conectada a pequena cavidade cisternal (Ellis et al., 2012).

Segundo Svennersten-Sjaunja e Olsson (2005), as fases isométrica e alométrica de crescimento da glândula mamária no período pós-natal estão sob estrito controle de hormônios, que podem ser agrupados em três categorias: os reprodutivos (estrógenos, progesterona, lactogênio placentário, prolactina e ocitocina), os metabólicos (hormônio do crescimento, corticosteroides, tireoidiano e insulina) e os produzidos localmente (hormônio do crescimento, prolactina, peptídeo relacionado com o paratormônio e leptina).

No animal adulto, o ciclo da lactação pode ser dividido em estádios consecutivos de mamogênese, lactogênese, galactopoiese e involução. A mamogênese envolve a proliferação do epitélio mamário ao longo da gestação e é dependente de estrógenos (Svennersten-Sjaunja e Olsson, 2005). Conforme Trott et al. (2012), a lactogênese é um processo de diferenciação em dois estágios que ocorre do pré-parto até o parto. Durante o primeiro estágio, o epitélio se prepara para a síntese dos componentes do leite, que ocorre no segundo estágio com o estabelecimento da síntese

de lactose e a secreção da gordura do leite. A galactopoiese se refere à manutenção da lactação, sendo a remoção regular do leite fator crítico para este processo (Wall e McFadden, 2012). O intervalo entre o final de uma lactação e o início da seguinte é bastante complexo, envolvendo a involução e o redensolvimento mamário (Knight et al., 1994). Involução é o termo empregado para descrever a regressão gradual da glândula mamária após completar a função durante a lactação normal. Frequentemente, as vacas leiteiras são secas entre à 8-9 semanas antes do parto (Svennersten-Sjaunja e Olsson, 2005).

2.2. Composição e Síntese dos Componentes do Leite Bovino

Os três maiores componentes sintetizados do leite são gordura, proteína e lactose, sendo a maior parte do volume constituído de água.

2.2.1. Gordura

A gordura do leite consiste de 95 a 98% de triglicerídeos e apenas 1 a 2% de fosfolípidios, dependendo do animal, da dieta e do estágio da lactação, sendo o componente do leite que apresenta maior variação. Maior concentração de ácidos graxos saturados e menor concentração de ácido graxos insaturados de cadeia longa são encontrados nos triglicerídeos que nos fosfolípidios.

Ácidos graxos de cadeia média são abundantes no leite de ruminantes, que também contém ácidos graxos de cadeia curta, não encontrados em leites de animais não ruminantes (Knight et al., 1994). A composição dos ácidos graxos da gordura do leite é apresentada na Tabela 1. Os ácidos graxos do leite de cadeias de 4 a 14 carbonos derivam da síntese de novo na glândula mamária, enquanto os de cadeias iguais ou maiores que 18 carbonos se originam da extração do plasma, derivados da dieta e mobilização corporal. Os ácidos graxos de maior proporção, C16, derivam de ambas as fontes (Palmquist, 2010; Boerman e Lock, 2014).

Os ingredientes da dieta contribuem de forma variada na quantidade e composição de ácidos graxos ingeridos. Os ácidos graxos insaturados são convertidos

pelas bactérias ruminais em ácidos graxos saturados, que são considerados inertes para o ambiente ruminal (Boerman e Lock, 2014).

Enquanto no tecido adiposo e na glândula mamária de animais monogástricos a glicose é o principal substrato para síntese de ácidos graxos, nas espécies ruminantes, o acetato é quantitativamente o mais importante precursor lipogênico (Johnson et al., 1986). No citosol, o acetato circulante é convertido a acetil-CoA e usado diretamente para a síntese de ácidos graxos na glândula mamária (Bauman et al., 1970).

Tabela 1 - Composição dos ácidos graxos da gordura do leite de vacas holandesas.

Ácido Graxo	g/100g de gordura total
Butírico (C ₄)	3,32
Capróico (C ₆)	2,34
Caprílico (C ₈)	1,19
Cáprico (C ₁₀)	2,81
Láurico (C ₁₂)	3,39
Mirístico (C ₁₄)	11,41
C _{14:1}	2,63
Palmítico (C ₁₆)	29,53
Palmitoléico (C _{16:1})	3,38
Esteárico (C _{18:0})	9,84
Oléico (C _{18:1})	27,39
Linoléico (C _{18:2})	2,78

Fonte: Adaptado de Palmquist et al. 1993

Segundo Knight et al. (1994), o acetato e o 3-hidroxiacetato são os principais precursores para a síntese de novo de ácidos graxos na glândula mamária de ruminantes e as baixas atividades de duas enzimas envolvidas na síntese de ácidos graxos a partir de glicose, ATP-citratoliase e piruvato, representam a base de um mecanismo poupador de glicose. Bauman et al. (1970), utilizando culturas de tecidos, demonstraram que a atividade da ATP-citratoliase na glândula mamária de vacas foi 10 a 25 vezes menor que a observada na de ratas ou porcas.

Apesar da pequena quantidade de glicose absorvida a partir do trato digestivo devido à degradação ruminal dos carboidratos dietéticos, a taxa de entrada de glicose, expressa em função do peso metabólico, é semelhante em ruminantes e não ruminantes (Bauman et al., 1970). Há necessidade absoluta de glicose, como precursor de glicerol 3-fosfato para a esterificação dos ácidos graxos a triglicerídeos (Knight et al., 1994).

Os triglicerídeos são sintetizados na superfície externa do retículo endoplasmático liso (Mephan et al., 1992). A gordura do leite é secretada em uma estrutura única denominada glóbulo de gordura do leite (MFG) que consiste de triglicerídeos recobertos com três camadas de fosfolipídios, denominada membrana do MFG (Argov-Argaman et al., 2014).

A composição dos ácidos graxos é afetada pelo balanço de energia, sendo que o leite do início da lactação contém maior teor de ácidos graxos de cadeia longa do que o do final da lactação, devido à mobilização do tecido adiposo durante o balanço negativo de energia. Em geral, animais geneticamente superiores têm maior proporção de ácidos graxos de cadeia curta indicando eficiência da síntese de novo (Knight et al., 1994).

2.2.2. Proteína

Em geral, a concentração de proteína é menos variável (0,1-0,2%) que a de gordura no leite (Knight et al., 1994) e as proteínas do leite podem ser separadas em dois grandes grupos: as caseínas e as proteínas do soro. A caseína é definida como a parte que sofre precipitação a um pH = 4,6, sendo as que não sofrem este tipo de precipitação coletivamente denominadas proteínas do soro (Mephan et al., 1992).

A caseína é uma fosfoproteína relativamente hidrofóbica encontrada na forma de micelas (Depeters e Cant, 1992) e sintetizada a partir das células epiteliais da glândula mamária. Observa-se na Tabela 2 que este grupo de proteína representa 83,85% do total de proteína verdadeira do leite, segundo Lapierre et al. (2012).

Dentre as principais proteínas do soro quatro se destacam e entre estas, duas são sintetizadas na glândula mamária (β -lactoglobulina e a α -lactalbumina) e as outras

duas são de origem do sangue (albumina sérica e imunoglobulinas). Além destas citadas, encontram-se no soro outras proteínas como a lactoferrina, transferrina e enzimas (plasmina, lipase lipoprotéica e fosfatase alcalina). Em situação normal a principal proteína do soro do leite é β -lactoglobulina, seguida pela α -lactalbumina e em menor proporção a albumina sérica e as imunoglobulinas (Mephan et al., 1992).

Segundo Harding (1995), α -Lactoalbumina representa em torno de 25% da proteína do soro do leite e está relacionada a fração “B” do complexo enzimático lactose sintetase. Por esta razão, apresenta um grande interesse em termos de controle da secreção de leite. Pereira et al. (2001) destacou que a β -Lactoglobulina, presente no soro do leite, representa aproximadamente 50% do total, sendo encontrada em ruminantes e suínos, mas não em leite humano.

Tabela 2. Frações das proteínas do leite em relação ao total de proteína verdadeira do leite (%).

Fração da proteína	% da proteína verdadeira do leite
Caseína	83,85
Caseína α_{s1}	33,93
Caseína α_{s2}	8,82
Caseína β	31,45
Caseína k	9,65
Soro	16,25
Lactalbumina α	3,51
Lactoglobulina β	9,1
Albumina	1,09
IgG1	1,55
IgG2	0,22
IgA	0,27
IgM	0,24
Lactoferrina	0,27

Adaptado de Lappierre et al. (2012).

Do ponto de vista da saúde humana, as proteínas do soro exibem várias propriedades nutracêuticas e constituem fonte de cisteína que promove altas concentrações de glutathione peroxidase no plasma sanguíneo (Palmquist, 2010). Esse peptídeo antioxidante desempenha importante papel protetor da célula além de apresentar propriedades anticarcinogênicas.

À exceção do colostro que contém quantidades significativas de imunoglobulinas derivadas do plasma sanguíneo, a maioria das proteínas do leite é sintetizada de novo na célula secretora (Knight et al., 1994).

A albumina e as imunoglobulinas são sintetizadas fora da glândula mamária e são transportadas até as células secretoras através da corrente sanguínea. A albumina é produzida no fígado e transportada pela corrente sanguínea. As imunoglobulinas originárias do baço e linfonodos são transportadas para o leite através do sangue e vasos linfáticos (Larson, 1985).

As proteínas do leite são sintetizadas nas células alveolares a partir de aminoácidos derivados do pool sanguíneo (Knight et al., 1994). Os aminoácidos podem ser classificados em essenciais e não-essenciais, sendo que os primeiros necessitam vir do sangue, enquanto os não-essenciais são produzidos pelas próprias células secretoras (Goff et al., 1992).

O retículo endoplasmático rugoso das células secretoras é local de síntese das proteínas do leite. Toda informação genética da proteína está contida no DNA presente no núcleo da célula. No DNA há o molde para síntese de uma fita de RNA que guarda a sequência de aminoácidos para as proteínas. Depois de sintetizadas as proteínas são transportadas até o lúmen por vacúolos presentes no citoplasma (Goff et al., 1992).

Em estudo de meta-análise utilizando base de dados consistindo de 52 tratamentos de 24 experimentos, Lapierre et al. (2012) demonstraram que, em vacas, a secreção de proteína verdadeira representa metade do suprimento de proteína metabolizável, indicando que a glândula mamária é o órgão com maior utilização líquida do suprimento de aminoácidos. Segundo estes autores, a rota a partir do sangue portal vindo do intestino até a secreção de proteína no leite não é um processo direto e

envolve complexas interações entre vários órgãos, apesar da glândula mamária desempenhar papel central na partição metabólica.

Segundo Kokkonen (2014), durante o início da lactação, as vacas leiteiras mobilizam aminoácidos para dar suporte à lactação. A quebra de proteína muscular é a maior fonte, mas a degradação de proteínas da pele, da involução uterina e do miométrio podem também contribuir com a mobilização.

2.2.3. Lactose

A lactose apresenta uma concentração em torno de 4,6 a 4,9% no leite, sendo principal carboidrato, tem a denominação química de 4-0- β -D-galactopiranosil-D-glucopyranose (Hurley, 1999 a). Não apresenta sabor doce como os outros dissacarídeos, sendo a fonte de glicose mais digestível para os neonatos (Larson et al., 1978). É um dissacarídeo composto por uma molécula de glicose, derivada quase inteiramente do plasma sanguíneo, combinada com uma molécula de galactose, derivada da própria glicose, mas também do glicerol.

O tecido mamário não é capaz de sintetizar glicose, sendo absolutamente dependente da glicose plasmática. Segundo Knight et al. (1994), a captação mamária pode chegar a 60-85% da utilização corporal de glicose, sendo que 70% dessa captação podem ser utilizadas na síntese de lactose, que se inicia no citosol das células epiteliais. A galactosiltransferase catalisa o último passo da síntese de lactose que ocorre no aparelho de Golgi.

Retida no aparelho de Golgi onde atinge grande concentração, a lactose atua no controle do influxo de água e, por conseguinte, na osmolaridade do leite. Então, a concentração de lactose é bastante constante, sendo o componente do leite bovino que menos apresenta variação (Schimdt, 1974).

2.2.4. Compostos Nitrogenados Não Protéicos do Leite

Além das proteínas e peptídeos, o leite apresenta uma fração de compostos nitrogenados não protéicos (NNP), que representa aproximadamente cerca de 5% do total do nitrogênio no leite. Entre as principais substâncias que compõem esta fração

do leite encontram-se a uréia, a creatinina e a creatina, compostos de origem sanguínea. Entre estes, a maior proporção é de uréia, a qual entra por difusão na glândula mamária equilibrando sua concentração com a do plasma sanguíneo. Fatores como clima, raça, parto, lactação, nutrição e doenças do úbere podem de certa forma alterar a distribuição do nitrogênio entre as frações nitrogenadas do leite. Devido a estratégias nutricionais que aumentam o teor de NNP, pode-se ter um aumento na proteína total do leite o que conseqüentemente não apresentaria benefícios em termos de rendimento para a indústria (Mephan et al., 1992).

O nitrogênio uréico no leite (NUL) é utilizado como uma medida de metabolismo e utilização da proteína, que envolve tanto a ingestão e disponibilidade de energia. Esta medida pode proporcionar indicação sobre o balanço de energia – proteína da dieta. Dietas que resultam em elevados níveis de NUL indicam excessos de proteína na dieta e maior custo na alimentação dos animais (Mephan et al., 1992).

2.2.5. Minerais e Vitaminas

Os minerais mais importantes secretados no leite são o cálcio e o fósforo. As ligações químicas do cálcio com outras moléculas fazem com que haja um acúmulo deste mineral e mantenha o equilíbrio osmótico com o sangue (Schimdt, 1974). A origem do cálcio presente no leite é do plasma sanguíneo e de uma forma geral é difícil aumentar a quantidade de cálcio presente no leite através do aumento do cálcio da dieta das vacas (Larson et al., 1978).

Minerais como zinco, magnésio, ferro, cobre, manganês e molibdênio formam um grupo de co-fatores requeridos por enzimas. Quando se compara o zinco com os demais microminerais, percebe-se que este apresenta uma concentração relativamente alta, sendo que 12% se encontra dissolvido e o restante associado às partículas de caseína e lactoferrina. Muitos microminerais ligados a complexos orgânicos têm uma maior concentração na gordura do leite do que no extrato desengordurado (Schimdt, 1974).

Dos minerais presentes no leite alguns deles podem sofrer aumento na sua concentração devido ao aumento dos mesmos na dieta das vacas. Entre este se

encontram o iodo, boro, bromo, cobalto, manganês, molibdênio, selênio e zinco. Ao contrário, níveis aumentados na dieta de ferro e cobre não aumentam sua secreção no leite (Fonseca, 1995).

O leite é uma importante fonte de selênio podendo prover em torno de 10% do requerimento diário de seres humanos adultos (Fonseca, 1995). O estágio fisiológico da vaca pode afetar a concentração de selênio, sendo que no início da lactação o teor de selênio é menor que no leite do final da lactação o que poderia ser explicado pelo efeito de diluição (Cobo-Angel et al., 2014). Estudos sobre a distribuição de selênio entre as frações do leite tem apontado maiores concentrações no soro e menores na fração lipídica. A suplementação de vacas leiteiras promove aumento no teor total de selênio no leite, mas não altera a distribuição entre as frações.

O leite apresenta elevada capacidade tampão devido ao conteúdo de citrato, fosfato, bicarbonato e proteínas sendo que, através da ação conjunta destes sistemas, a concentração de hidrogênio do leite se aproxima ao pH de 6,6 (Hurley, 1999 e).

Tabela 3 - Concentração de minerais no leite.

Mineral	mg/100 mL	Concentração relativa ao sangue
Cálcio	125	10
Magnésio	12	10
Sódio	58	1/7
Potássio	138	5
Cloro	103	3
Fósforo	96	10
Sulfato	30	-
Elementos traços	0,1	-

Fonte: Waghor e Baldwin (1984), apud Santos e Fonseca (2000).

Treze vitaminas são encontradas no leite bovino sendo um componente comum da dieta humana e estas exercem contribuição significativa aos valores de referência de consumo de várias vitaminas tais como retinol (vitamina A: 11-16%), calciferol (vitamina D: 17-50%), riboflavina (vitamina B2: 32-46%), ácido pantotênico

(vitamina B5: 17-21%), cobalamina (vitamina B12; 42-56%), segundo dados do USDA 2009.

Segundo Hurley (1999 e) e, o teor de vitaminas presentes no leite é totalmente dependente do aporte sanguíneo, pois a glândula mamária não sintetiza as mesmas. Entretanto, a importância de fatores como a composição da dieta oferecida e o status fisiológico do animal não estão ainda bem definidos (Graulet, 2014).

Em geral, o aumento do teor de vitaminas no leite bovino pode ser obtido principalmente por alterações na composição da dieta. Diferenças nas concentrações de retinol, β -caroteno e α -tocoferol no leite são principalmente explicadas pelo efeito direto da ingestão e, em menor escala, indiretamente pela diferença no teor de gordura do leite. Em 1966, Miller et al., citados por Matte et al. (2014), indicaram que as concentrações de vitaminas do complexo B no leite apresentam grande variação em função de vários fatores, dentre os quais o suprimento de cobalto e o regime alimentar das vacas.

Tabela 4 - Composição de vitaminas no leite

Vitaminas	mg/L
A	0,2 - 0,5
D3	0,1 - 1,0
E	1 - 2
K	0,02 - 0,2
Tiamina (B1)	0,3
Riboflavina (B2)	0,1 - 1
Pirodoxina (B6)	0,3 - 1
Cianocobalamina (B12)	3 - 10
Niacina	0,6 - 1,2
Ácido Pantatênico	3 - 4
Ácido Fólico	1 - 5
Colina	150 - 250
Biotina	20

Fonte: Trujillo e Lopez (1990), apud Santos e Fonseca (2000).

As principais vitaminas presentes no leite serão descritas abaixo, sendo agrupadas em hidrossolúveis e lipossolúveis.

Com relação às hidrossolúveis, destaca-se que o teor de vitaminas do complexo B, o leite dos ruminantes apresenta estreita relação à quantidade a eles oferecidos na dieta. Estas vitaminas são sintetizadas pela microflora ruminal (Hurley, 1999 e). Já a concentração no leite da vitamina C é pouco afetada pela dieta dos animais. O leite é uma fonte importante de vitamina C (Hurley, 1999 e).

Dentre as lipossolúveis, a vitamina A é encontrada nos vegetais fundamentalmente os carotenóides, especialmente o β -caroteno, que no intestino delgado se transforma em vitamina A, mas nos bovinos a eficácia desta transformação é relativamente pequena. E a presença deste conteúdo no leite depende da quantidade fornecida aos animais através da dieta (Schmidt, 1974).

A vitamina D é encontrada sob duas formas no leite: na forma de vitamina D₂, que provem da irradiação do ergosterol, e vitamina D₃ produzida através da exposição direta aos raios ultravioleta solares sobre o animal. Este conteúdo está também relacionado com o teor de gordura da dieta (Hurley, 1999 e).

O teor de vitamina E no leite apresenta estreita relação com a quantidade de α -tocoferol oferecida na dieta alinhada com sua presença no leite (Larson, 1978). Já a vitamina K apresenta em baixa concentração no leite e mesmo que se aumente a quantidade desta na dieta não se tem aumento na sua presença no leite (Hurley, 1999 e).

2.2.6. Diferença entre raças leiteiras

A composição química do leite pode variar dentro da mesma raça e entre raças (Tabela 5 e 6). Em vacas de leite, a principal diferença pode ser notada na relação de gordura e proteína, sendo estes os principais componentes para base no pagamento diferenciado do leite aos produtores. Por outro lado a lactose se mantém constante na maioria das raças leiteiras (Bachman, 1992).

Tabela 5 - Composição do leite de diferentes raças especializadas no Brasil

	Holandesa	Jersey	Pardo Suíço
Proteína (%)	3,11	3,68	3,37
Gordura (%)	3,23	4,49	3,65
Lactações analisadas	18,499	4,812	2,512

Fonte: Ribas (1998)

Tabela 6 - Composição química do leite em várias raças bovinas

Raça	Gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)	Cinzas (%)	Sólidos totais (%)
Ayrshire	4,1	3,6	4,7	0,7	13,1
Guernsey	5	3,8	4,9	0,7	14,4
Holstein	3,5	3,1	4,9	7	12,2
Jersey	5,5	3,9	4,9	0,7	15
Pardo					
Suíço	4	3,6	5	0,7	13,3
Zebu	4,9	3,9	5,1	0,8	14,7

Fonte: Jensen (1995).

2.3. Requisitos Físico-Químicos

Densidade: peso específico do leite determinado por dois grupos de substâncias: concentração de elementos em solução e suspensão de um lado e, do outro, a porcentagem de gordura. A variação normal na densidade do leite em amostras individuais a 15° C é de 1,023 a 1,040 g/ml com média de 1,032 g/ml. Este teste pode ser útil em casos de adulteração do leite uma vez que a adição de água diminui a densidade e a retirada de gordura aumenta a densidade (Franco, 1992).

Ponto crioscópico: indica a temperatura de congelamento do leite, que em padrões normais é de -0,531°C. A adição de água causa alteração no ponto crioscópico, ocorrendo aumento da temperatura de congelamento a qual tende a se aproximar de 0° C (Silva et al., 1997).

Acidez: o leite recém ordenhado apresenta-se ligeiramente ácido com pH em torno de 6,6 – 6,8. A acidez natural tem origem de seus componentes normais como: albumina, citratos, dióxido de carbono, caseínas e fosfatos. Por outro lado a acidez adquirida provém condições inadequadas de higiene e refrigeração (Silva et al., 1997).

Viscosidade: apresenta-se mais viscoso que a água devido à presença de glóbulos de gordura e micelas de caseína. A viscosidade normal do leite integral é de aproximadamente 1,631 centipoise (Ribas, 1998).

Condutividade elétrica: varia em função da temperatura e do teor de cloro, sódio, potássio, fosfatos e nitratos. A 15° C o valor está na faixa de 40-50 x 10⁻⁴ mHos (Ribas, 1998).

Prova de resistência ao álcool: de acordo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a metodologia a ser seguida leva em consideração que a prova do álcool possa ser utilizada como um método rápido para estimar a estabilidade das proteínas do leite durante o processamento térmico, quando se encontra um leite de baixa qualidade devido às condições de higiene não observada na sua produção temos um produto com redução no pH devido à fermentação da lactose em ácido láctico, apresentando assim uma instabilidade na proteína. O álcool atua como um desidratante e simula um aquecimento.

2.3.1. Instrução Normativa N° 62

Segundo a Instrução Normativa N° 62 (MAPA, 2011) entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo de ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. Em relação ao aspecto e cor, o leite é um líquido branco, opalescente e homogêneo, possui sabor e odor característicos e deve ser isento de sabores e odores estranhos. Os requisitos do leite segundo o (MAPA, 2011) estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Requisitos físico-químicos para o leite cru refrigerado

Requisitos	Limites
Matéria gorda (g/100 g)	Teor original com mínimo de 3,0
Densidade relativa a 15°C (g/ml)	1,028 a 1,034
Acidez titulável (g ácido láctico g/100ml)	0,14 a 0,18
Extrato seco desengordurado (g/100 g)	Mínimo de 8,4
Índice crioscópico	-0,512 °C a -0,531 °C
Proteínas (g/100 g)	Mínimo de 2,9

Fonte: MAPA (2011).

2.4. Manipulação da composição do leite

O teor de gordura é o componente mais variável do leite e é grandemente afetado pela dieta. A nutrição afeta tanto a quantidade como a composição do leite e o exemplo mais característico é a depressão da gordura do leite, cuja causa vem intrigando cientistas ao longo do século. A depressão da gordura do leite classicamente tem sido observada em ruminantes alimentados com dietas prontamente fermentáveis ou com suplementos que contém óleos vegetais ou de peixe (Harvatine e Bauman, 2007).

O desenvolvimento das técnicas analíticas vem possibilitando correlacionar a depressão da gordura do leite com alterações no perfil de ácidos graxos trans 18:1 (TFA) e ácido linoléico conjugado (CLA) na gordura do leite. Os isômeros TFA e CLA geralmente não estão presentes nos ingredientes da dieta fornecida a vacas de leite e sua presença no leite é resultante da biohidrogenação no rúmen, já que constituem intermediários nesse processo. A base para a depressão da gordura do leite induzida pela dieta se relaciona com a inibição da síntese de lipídeos na glândula mamária por intermediários da biohidrogenação de ácidos graxos poli-insaturados da dieta. Trans-10, cis-12 CLA foram os primeiros a serem reconhecidos e recentemente outros ácidos graxos inibitórios foram identificados, trans-9, cis-11 CLA e cis-10, trans-12 CLA (Bauman et al., 2006).

Para avaliar os efeitos de ácidos graxos insaturados dietéticos como triglicerídeos (TGL) ou como ácidos graxos livres (AGL) sobre a ingestão de alimento e a produção e composição do leite, Boerman e Lock (2014) utilizaram 18 vacas Holandesas (132 ± 75 dias de lactação) em quadrado latino 3x3, sendo os ácidos graxos totais de 2,6, 4,2 e 4,3% da matéria seca da dieta, para os tratamentos controle, AGL e TGL, respectivamente. Os autores observaram que os tratamentos com ácidos graxos insaturados reduziram a concentração da gordura do leite, mas a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e as produções de gordura e proteína do leite não foram alteradas. Não houve diferença entre os tratamentos AGL ou TGL na produção ou na composição do leite. Apesar da produção de gordura do leite não ser afetada, os tratamentos com ácidos graxos insaturados diminuíram a produção da síntese de novo (<16-carbonos) de ácidos graxos e aumentaram a produção dos pré-formados (>16-carbonos). A produção de ácidos graxos de ambas fontes (16-carbonos) foi reduzida pelos tratamentos com ácidos graxos insaturados, sendo que o tratamento com ácidos graxos livres reduziu mais que o tratamento com triglicerídeo. Os autores recomendaram mais estudos para confirmar a hipótese de os ácidos graxos livres serem mais deletérios do que os ácidos graxos esterificados para a concentração de gordura do leite em vacas lactantes.

Argov-Argaman et al. (2014) examinaram os efeitos da relação volumoso:concentrado em rações de vacas leiteiras sobre a composição da gordura do leite. Foram utilizadas 24 vacas Holandesas com 154 dias em lactação (DIM) em dois tratamentos alto (HC) ou baixo (LC) nível de concentrado em delineamento crossover. As respostas à dieta LC comparadas à HC incluíram diminuição do peso corporal das vacas, aumento da concentração de NEFA, diminuição da produção de leite e aumento da concentração de gordura no leite, entretanto a produção de gordura, proteína e lactose diminuíram. As concentrações de ácidos graxos (AG) no leite diferiram entre tratamentos, sendo que o ácido mirístico (C14:0) foi 2% maior, enquanto o oléico (cisC18:1n-9) foi 3% menor na dieta HC que na dieta LC. Os tratamentos dietéticos alteraram a proporção de todos sub-grupos de AG, sendo que o leite produzido sob dieta HC teve concentrações 20% maiores de AG com menos de 16C, que são

considerados produtos da síntese de novo na glândula mamária, 2% maiores de FA saturados e 24% maiores de AG polinsaturados comparados com o tratamento LC. As maiores produções de leite, de proteína e gordura na dieta HC sugerem maior produtividade da glândula mamária.

O parto e o início da lactação podem ser considerados o período de maior demanda para vacas leiteiras, que é caracterizado por alterações endócrinas e fisiológicas, com o aumento da ingestão de matéria seca de apenas 15% aliado ao aumento da produção de leite de cerca de 33%, (Duplessis et al., 2014). Sob estas condições, segundo os autores, seria possível que a síntese de folatos e de vitamina B-12 pelas bactérias do rúmen não fosse suficiente para atender às demandas das vacas leiteiras e otimizar a produção de componentes do leite. Então, foram avaliados em rebanhos comerciais os efeitos da suplementação com ácido fólico e vitamina B-12 a partir de 21 dias antes do parto até 60 dias pós-parto, sobre a produção de leite e de seus componentes e sobre indicadores da condição corporal nos primeiros 60 dias e durante o período de 305 dias de lactação. Vacas que receberam a suplementação de vitamina perderam menos peso (22,8 e 30,3 kg respectivamente) durante os primeiros 60 dias de lactação. Adicionalmente, houve redução da relação gordura: proteína sem afetar a produção do leite. Os autores sugeriram que a suplementação pode ter tido efeito na partição da energia no início da lactação.

Com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação protéica no pré-parto sobre a subsequente produção e composição do leite, ingestão de alimentos e mobilização dos tecidos, Kokkonen (2014) analisaram dados publicados através de meta-análise. Os autores sugeriram que o efeito da proteína da dieta pré-parto depende da composição da dieta basal. Quando a dieta basal foi constituída de silagem de milho e farelo de soja as respostas à suplementação pré-parto foram negativas, o que foi atribuído ao teor elevado de proteína bruta e proteína degradada no rúmen (PDR) nessas dietas, que pode ter promovido suprimento mais adequado de PDR e proteína microbiana que outras dietas basais, baseadas em fenos.

Segundo Zanton et al. (2014), a metionina é frequentemente considerada o primeiro aminoácido limitante para a síntese de proteína do leite e fontes sintéticas de metionina usadas em suplementação devem ser protegidas da degradação ruminal. A partir de estudos de meta análise, os autores verificaram que a produção de leite não foi afetada pela suplementação com metionina. Entretanto, houve aumento da produção de proteína e de gordura do leite. O aumento da produção de proteína do leite é o efeito mais frequentemente observado em resposta à suplementação com fontes de metionina protegida.

Com base na hipótese de que a frequência de ordenha pode ser estrategicamente manipulada para aumentar a eficiência da produção de leite, Phyn et al. (2014) investigaram os efeitos de alterações temporárias na frequência de ordenha sobre a produção de leite e indicadores de status energético em vacas sob pastejo com suplementação com concentrados. Foram utilizadas 150 vacas multíparas Holandesas distribuídas ao parto aleatoriamente em 1 de 5 grupos: controle - vacas ordenhadas duas vezes ao dia durante toda lactação (2x); ou uma vez ao dia (1x) ou 3 vezes ao dia (3x) durante três ou seis semanas imediatamente pós-parto e 2x durante o restante da lactação. Da primeira à terceira semana pós-parto, as vacas ordenhadas 1x produziram 15% a menos de leite e 17% a menos de leite corrigido que as vacas ordenhadas 2x. Esta queda de produção atingiu 22% de leite corrigido da quarta a sexta semana para as vacas que permaneceram ordenhadas 1x. Esses animais produziram menos que os que passaram a 2x após a terceira semana. Durante a 8^a e 32^a semanas em que todas as vacas foram ordenhadas 2x, aquelas que foram previamente ordenhadas 1x mantiveram a redução da produção de leite. Ao contrário, comparadas às vacas ordenhadas 2x as ordenhadas 3x no pós-parto tiveram 7% de aumento na produção de leite, que se manteve numericamente entre a 8^a e a 32 semanas. Entretanto, a produção de ECM não foi aumentado pela frequência de 3x na ordenha. Os autores concluíram que a frequência de ordenha temporária de 1x teve efeitos negativos a longo prazo na produção e composição do leite, enquanto a frequência de 3x teve efeito imediato de aumento da produção de leite, mas não aumentou a produção de gordura e proteína em vacas sob pastejo.

3. Considerações Finais

A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, empregando várias pessoas e movimentando anualmente bilhões de reais. Esta produção vem de um dos maiores rebanhos do mundo, e com grande capacidade de abastecer o mercado interno e exportar o excedente. A atividade leiteira tem evoluído de um modelo tradicional de produção para sistemas mais competitivos e sustentáveis, proporcionando um crescimento na produção nacional.

As possibilidades de alteração da composição do leite ainda são incipientes demandando pesquisas para viabilizá-las na cadeia produtiva do leite.

4. Referências Bibliográficas

Argov-Argaman N, Mesilati-Stahy R, Magen Y, Moallem U. 2014. Elevated concentrate-to-forage ratio in dairy cow rations is associated with a shift in the diameter of milk fat globules and remodeling of their membranes. **Journal of Dairy Science**. v. 97, n.10, 6286-6295 pp.

Anualpec - **Anuário da Pecuária Brasileira**. 2014. São Paulo: Informe econômico FNP. 313 pp.

Bachman K C. 1992. Managing Milk Composition. In: Large Dairy Herd Management. Champaign: Van Horn & Wilcox Editors, 336-346 pp.

Bauman D E, Hinrichsen T, Tyburczy C, Harvatine K J, Lock A L. 2006. **Update on milk fat: identification of rumen biohydrogenation intermediates that inhibit its synthesis**. Proc. Cornell Nutr. Conf. 59-65 pp.

Bauman D E, Brow R E, Davis C L. 1970. Pathways of fatty acid synthesis and reducing equivalent generation in mammary gland of goat, sow, and cow. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. v.140, 237-214 pp.

Boerman J P e Lock A L. 2014. Effect of unsaturated fatty acids and triglycerides from soybeans on milk fat synthesis and biohydrogenation intermediates in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v. 97, n. 11, 7031-7042 pp.

Breme R D. 2001. Biochemical characteristics of milk proteins. **Journal of Dairy Science**. University of Wisconsin. v. 17, 178-186 pp.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Cepea. 2014. Homepage do CEPEA, São Paulo, 2014. Disponível em <www.cepea.esalq.usp.br>. Acessado em 15 set. 2014.

Cobo-Angel C, Wichtel J, Ceballos-Márquez A. 2014. Selenium in milk and human health. **Animal Frontiers**. v. 4, n. 2, 38-43 pp.

Depeters E J e Cant J. 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A Review. **Journal Dairy Science**. v. 75, 2043-2070 pp.

Duplessis M, Girard C L, Santschi D E, Lefebvre D M, Pellerin D. 2014. Milk production and composition, and body measurements of dairy cows receiving intramuscular injections of folic acid and vitamin B-12 in commercial dairy herds. *Livestock Science*. v. 167, 186-194 pp.

Ellis S, Akers R M, Capuco A V, Safayi J. 2012. Triennial Lactation Symposium: Bovine mammary epithelial cell lineages and parenchymal development. **Journal of Animal Science**. v. 90, 1666-1673 pp.

Fonseca F A. 1995. Fisiologia da Lactação. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. UFV, Viçosa, MG. 137 pp.

Franco G. 1992. Tabela de Composição Química de Alimentos. 9º Edição. Rio de Janeiro; Ed. Athenen.

Graulet B. 2014. Ruminant milk: A source of vitamins in human nutrition. **Animal Frontiers**. v. 4, n. 2, 24-30 pp.

Goff H D, Kinsella J E, Jordan W K. 1992. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **Journal Dairy Science**, v. 72, 385 – 397 pp.

Harding F. 1995. Compositional quality. In: Harding, F. (Ed.). Milk quality. London: Chapman & Hall, 3-23 pp.

Harvatine K J e Bauman D E. 2007. Recent advances in milk fat depression: 1. Time course of milk fat Depression and 2. Adipose tissue lipogenesis during milk fat Depression. Proceedings Cornell Nutrition Conference.

Hurley W L. 1999 a. Lactose synthesis. Lactation Biology. Department of Animal Sciences. University of Illinois. Disponível em <<http://classes.aces.uine.edu/AnSei308/lactosesynthesis.html>>. Acessado em 4 set. 2014.

Hurley W L. 1999 b. Milk composition. Lactation Biology. Departament of Animal Sciences. University of Illinois. Disponível em <<http://classes.aces.uine.edu/AnSei308/milkcomp.html>>. Acessado em 5 jun. 2014.

Hurley W L. 1999 c. Milk fat synthesis. Lactation Biology. Department of Animal Sciences. University of Illinois. Disponível em <<http://classes.aces.uine.edu/AnSei308/fatsynthesis.html>>. Acessado em 4 abr. 2014.

Hurley W L. 1999 d. Milk proteins and protein synthesis. Lactation Biology. Department of Animal Sciences. University of Illinois. Disponível em <<http://classes.aces.uine.edu/AnSei308/proteinsynthesis.html>>. Acessado em 7 mai. 2014.

Hurley W L. 1999 e. Minerals and vitamins. Lactation Biology. Department of Animal Sciences. University of Illinois. Disponível em <<http://classes.aces.uine.edu/AnSei308/mineralandvitamin.html>>. Acessado em 7 mai. 2014.

Jensen R G. 1995. Handbook of Milk Composition. San Diego. Academic Press.

Johnson D C, Torok E D, Beitz D C, Baldner-Shank G L, McGilliard A D. 1986. Use of different precursors for lipogenesis in ruminant mammary tissue. Department of Animal Science, Iowa State University. v. 6, 1211-1218 pp.

Knight C H, France J, Beaver D E. 1994. Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. Livestock Production Science. v. 39, 129-137 pp.

Kokkonen T. 2014. Investigation of sources of variation in the effect of prepartum protein supplementation on early lactation performance of dairy cows. **Livestock Science**. v. 163, 41-50 pp.

Lapierre H, Lobley G E, Doepel L, Raggio G, Rulquin H, Lemosquet S. 2012. Triennial Lactation Symposium: Mammary metabolism of amino acids in dairy cows. **Journal of Animal Science**. v. 90, 1707-1721 pp.

Larson B e Smith V R. 1978. Lactation, a comprehensive treatise Vol. II. Academic Press Inc., New York, 458 pp.

Larson B e Smith V R. 1978. Lactation, a comprehensive treatise Vol. IV. Academic Press Inc., New York, 595 pp.

Larson B L. 1985. Ed. Lactation. Ames, Iowa State University Press, Ames, 267 pp.

Matte J J, Britten M, Girard C L. 2014. The importance of milk as a source of vitamin B12 for human nutrition. *Animal Frontiers*. v. 4, n. 2 , 32-37 pp.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Instrução Normativa 62, de 29 de dezembro de 2011. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acessado 12 set. 2014.

Mephan T B, Gaye P, Martin P, Mercier J C. 1992. Biosynthesis of milk protein. In: Fox, P.F. (Ed.). *Advanced dairy chemistry – Proteins*. London, Elsevier Applied Science, v.1, 457-491 pp.

Organização Mundial de Saúde - OMS. Homepage da OMS, 2014. Disponível em <www.who.int>. Acessado em 12 ago. 2014.

Palmquist D L, Beaulieu A D, Barbano D M. 1993. ADSA Foundation Symposium: milk fat synthesis and modification. *Feed and Animal Factors Influencing Milk Fat Composition*. **J. Dairy Sci.** 76:1753-1771 pp.

Palmquist D L. 2010. Great discoveries of milk for a healthy diet and a healthy life. **R. Bras.Zootec.**, v.39, 465-477 pp.

Pereira D B C, Silva P H F, Costa Júnior L C G, Oliveira L L. 2001. **Físico-química do leite e derivados – Métodos Analíticos**. Epamig, Juiz de Fora, 234 pp

Phyn C V C, Kay J K, Rius A G, Morgan, S R, Roach C G, Grala T M, Roche J R. 2014. Temporary alterations to postpartum milking frequency affect whole-lactation milk production and the energy status of pasture-grazed dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 97, n. 11, 6850-6868 pp.

Ribas N P. 1998. Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros. In: Anais do I Simpósio Internacional Sobre Qualidade do Leite. Curitiba 58-67 pp.

Santos M V, Fonseca L F L. 2000. **Estratégia para controle da mastite e melhoria na qualidade do leite**. Editora Manole.

Schimdt G. H. 1974. Biología de la lactación. Cornell University. Zaragoza, España: Acribia. 307 pp.

Silva P H F, Pereira D B C, Oliveira L L, Costa Júnior, L C G. 1997. Físico-Química do Leite. Métodos Analíticos. Juiz de Fora: Gráfica Oficina de Impressão.

Svennersten-Sjaunja K e Olsson K. 2005. Endocrinologia na Produção de Leite. **Endocrinologia de Animais Domésticos**. v. 29, 241-258 pp.

Trott J F, Schennink A, Petrie W K, Manjarin R, Vanklompberg M K, Hovey R C. 2012. Triennial Lactation Symposium: Prolactin: The multifaceted potentiator of mammary growth and function. **Journal of Animal Science**. v. 90, 1674-1686 pp.

United States Department of Agriculture - USDA. 2014. Homepage do USDA. Disponível em <www.fas.usda.gov>. Acessado em 09 set. 2014.

Wall H e McFaddent T B. 2012. Triennial Lactation Symposium: A local affair: How the mammary gland adapts to changes in milking frequency. **Journal of Animal Science**. v. 90, 1695-1707 pp.

Zanton G I, Bowman G R, Vásquez-Añón M, Rode L M. 2014. Meta-analysis of lactation performance in dairy cows receiving supplemental dietary methionine sources or postruminal infusion of methionine. **Journal of Dairy Science**. v. 97, n.11, 7085-7101 pp.