



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JOSÉ ROBERTO INÁCIO

AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS DE LEITE HUMANO UTILIZADO EM BANCO DE
LEITE HUMANO

Assis
2011

JOSÉ ROBERTO INÁCIO

AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS DE LEITE HUMANO UTILIZADO EM BANCO DE
LEITE HUMANO

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação.

Orientadora: Prof^a. Dra. Rosângela Aguilar da Silva

Área de Concentração: Química

Assis
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

INÁCIO, José Roberto

Avaliação de características físico-químicas e microbiológicas de leite humano utilizado em banco de leite humano/José Roberto Inácio. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2011.

49p.

Orientadora: Dra. Rosângela Aguilár da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Leite Humano. 2.Pasteurização.3.Banco de Leite Humano.

CDD:660

Biblioteca da FEMA

AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS DE LEITE HUMANO UTILIZADO EM BANCO DE
LEITE HUMANO

JOSÉ ROBERTO INÁCIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação,
analisado pela seguinte comissão
examinadora:

Orientadora: Prof^a. Dra. Rosângela Aguilár da Silva

Analisadora: Prof^a. Ms. Elaine Amorim Soares Menegon

Assis
2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus à minha esposa Angela e minha filha Ana Júlia e a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para que isto se realizasse.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me ajudado a ter chego até aqui.

À professora, Rosângela Aguiar da Silva, pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Aos familiares, em especial minha esposa Angela, que sempre me deram força para conseguir completar este trabalho, por todo esforço que fizeram para me ajudar a fazer este trabalho e também a concluir minha graduação.

Aos Professores do curso de Química Industrial da FEMA/IMESA pelo apoio e o incentivo prestado durante estes anos.

Aos colegas de classe, pois juntos superamos todos os obstáculos no decorrer desta caminhada.

À Rosângela , funcionária do laboratório do Hospital Regional de Assis, pelo suporte e apoio técnico para que eu pudesse realizar este trabalho.

Dê um peixe a um homem faminto e você o alimentará por um dia. Ensine-o a pescar, e você o estará alimentando pelo resto da vida.

(Arquimedes)

RESUMO

O leite humano é a alimentação ideal para todas as crianças. Por sua composição de nutrientes é considerado um alimento completo e suficiente para garantir o crescimento e desenvolvimento saudável do bebê durante os primeiros dois anos de vida. É um alimento de fácil e rápida digestão, completamente assimilado pelo organismo infantil. O Banco de Leite Humano (BLH) é o serviço responsável pela promoção e incentivo ao aleitamento materno, que atende às necessidades nutricionais de recém-nascidos prematuros e de baixo peso, sendo o leite materno a sua matéria prima. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas dos leites coletados, processados e armazenados no Banco de leite do Hospital Regional de Assis. Foram avaliados os resultados das análises microbiológicas e físico-químicas de 587 amostras de leite humano que chegaram ao BLH no período de fevereiro a abril de 2011. As amostras de leite foram avaliadas quanto às características sensoriais, índice de acidez e crematócrito. As amostras aprovadas foram re-embaladas em recipientes esterilizados e submetidas à pasteurização a 62,5 °C por 30 minutos. Após a pasteurização os frascos foram imersos em banho de água e gelo por cerca de 10 minutos. Na avaliação microbiológica, uma alíquota de 10 mL do leite humano foi utilizada para a pesquisa de coliformes totais. Das 587 amostras analisadas para acidez, 20 amostras (3,4%) apresentaram acidez acima de 8°D e foram descartadas por terem sua qualidade comprometida. Na análise microbiológica 9% das amostras analisadas apresentaram coliformes totais. A técnica do crematócrito permitiu classificar as amostras de leite em relação ao conteúdo energético. Os resultados deste estudo mostram a necessidade de orientação das doadoras no processo de armazenamento das amostras e um monitoramento das condições de transporte das amostras até o BLH.

Palavras-chave: Banco de Leite Humano; Aleitamento Materno; Análise Físico-química; Análise microbiológica; Controle de Qualidade

ABSTRACT

Human milk is the ideal food for all children. For its nutrient composition is considered a complete and sufficient food to ensure healthy growth and development of the baby during the first two years of life. It is a quick and easy food digestion, completely assimilated by the body children. The Human Milk Bank (HMB) is the service responsible for the promotion and encouragement of breastfeeding, which meets the nutritional needs of premature babies and low birth weight, breast milk and its raw material. The objective of this study was to evaluate the physico-chemical and microbiological characteristics of milk collected, processed and stored in the Bank of milk Regional Hospital of Assis. We evaluated the results of microbiological and physico-chemical properties of 587 samples of human milk that came to HMB in the period from February to April 2011. The milk samples were evaluated for sensory characteristics, acid index and creatocrit. The approved samples were re-potted in sterile containers and subjected to pasteurization at 62.5 ° C for 30 minutes. After pasteurization the bottles were immersed in ice water bath for about 10 minutes. On microbiological evaluation, a rate of 10 mL of human milk was used for the detection of total coliforms. Of the 587 samples analyzed for acidity, 20 samples (3.4%) showed acidity above 8 °D and were discarded because they have compromised their quality. 9% in the microbiological analysis of samples showed total coliforms. The technique creatocrit allowed to classify the samples of milk in relation to energy content. The results of this study show the need for orientation of the donor in the process of storage of samples and monitoring the conditions of transport of samples to the BLH.

Key-words: Human Milk Bank; Breastfeeding; Physical-chemical Analysis; Microbiological analysis; Quality Control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – 1a - Ácido Araquidônico; 1b – Ácido Docosaexaenóico.....	16
Figura 2 – Titulação do Leite Materno.....	30
Figura 3 – 3a – Banho-maria; 3b – Centrifuga; 3c – colunas de creme/soro.	31
Figura 4 – Presença de gas em tubos de Durham	32
Figura 5 – Acidez(°D) do leite Humano coletado em fevereiro, março e a abril de 2011.....	34
Figura 6 – Crematócrito do Leite humano coletado pelo BLH em março e abril de 2011.....	36
Figura 7 – Percentual de coliformes totais no leite humano pasteurizado coletado pelo BLH nos meses de fevereiro, março e abril de 2011.....	37
Figura 8 –Distribuição percentual do crematócrito nas amostras de Leite Humano coletadas pelo BLH de março e abril de 2011.....	38

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	ALEITAMENTO MATERNO.....	14
3.	COMPOSIÇÃO DO LEITE MATERNO.....	16
4.	BANCO DE LEITE HUMANO.....	20
4.1.	CAPTAÇÃO DE DOADORAS.....	20
4.2.	PASTEURIZAÇÃO DO LEITE	21
4.2.1.	Tipos alternativos de Pasteurização.....	22
4.3.	ARMAZENAMENTO.....	24
5.	MÉTODOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE HUMANO.....	25
6.	APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.....	28
7.	MATERIAIS E MÉTODOS	29
7.1.	AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO	29
7.2.	CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS.....	29
7.3.	ÍNDICE DE ACIDEZ.....	30
7.4.	CREMATÓCRITO.....	31
7.5.	PRESENÇA DE COLIFORMES TOTAIS.....	31
8.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
9.	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
	ANEXO A – Leite: Aspectos de Composição e Propriedades.....	45
	ANEXO B – Conteúdo Calórico do Leite.....	49

1. INTRODUÇÃO

O leite humano é a alimentação ideal para todas as crianças. Por sua composição de nutrientes é considerado um alimento completo e suficiente para garantir o crescimento e desenvolvimento saudável do bebê durante os primeiros dois anos de vida. É um alimento de fácil e rápida digestão, completamente assimilado pelo organismo infantil. (FIOCRUZ, 2010)

O aleitamento materno é sinônimo de sobrevivência para o recém-nascido, portanto um direito inato. É uma das maneiras mais eficientes de atender aos aspectos nutricionais, imunológicos e psicológicos da criança no primeiro ano de vida. É uma prática natural e eficaz. É um ato cujo sucesso depende de fatores históricos, sociais, culturais e psicológicos da puérpera e do do compromisso e conhecimento técnico-científico dos profissionais de saúde envolvidos na promoção, incentivo e apoio ao aleitamento materno. (ALMEIDA, 1986)

Os órgãos representativos no Brasil já trabalham com a proposta da duração do aleitamento materno exclusivo até o sexto mês de vida. O leite humano é um alimento completo com energia e nutrientes importantes para atender as necessidades de desenvolvimento adequado da criança, além de apresentar fatores protetores. (BRASIL, 2000)

O Banco de Leite Humano (BLH) é o serviço responsável pela promoção e incentivo ao aleitamento materno, que atende às necessidades nutricionais de recém-nascidos prematuros e de baixo peso, sendo o leite materno a sua matéria prima.

O processamento do leite humano é realizado em 3 etapas: 1ª etapa: seleção de embalagens adequadas, verificação da cor e sujidades, flavor e determinação de acidez; 2ª etapa: pasteurização, classificação quanto teor de gordura; 3ª etapa: controle de qualidade e distribuição. (ANVISA, 2006)

Durante o processamento do leite do BLH são realizadas análises físico-químicas e microbiológicas para garantir a qualidade dos leites armazenados. (SCARSO, 2006)

O leite materno doado para o Banco de Leite é pasteurizado e beneficia os recém nascidos internados nas unidades neonatais. A utilização deste leite tem um valor inigualável, pois melhora a sobrevivência e a qualidade de vida destes bebês. Para prematuros, o leite materno é uma proteção adicional, pois reduz o risco de infecções e de enterocolites necrosantes, doença grave que acomete os prematuros, especialmente quando alimentados com outro tipo de leite ou fórmula infantil. (FONSECA, 2003)

A pasteurização a 62,5 °C por 30 minutos nos BLH é um método usado para eliminar contaminantes viróticos potenciais como, por exemplo, o vírus da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), vírus T-linfoma e citomegalovírus, assim como contaminantes bacterianos como os da tuberculose, mantendo grande parte dos fatores bioativos do leite. (TULLY et al., 2001)

Considerando a importância do leite materno como principal alimento para os recém nascidos e os seus benefícios à saúde, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas dos leites coletados, processados e armazenados pelo Banco de leite do Hospital Regional de Assis.

2. ALEITAMENTO MATERNO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que as crianças sejam alimentadas exclusivamente com leite materno nos primeiros seis meses de vida e que a amamentação seja mantida por dois anos ou mais, juntamente com o uso de alimentos complementares.(ANVISA, 2006)

A primeira mamada é indicada ainda na sala de parto, nos primeiros minutos das primeiras horas de vida. É nesse momento com o contato pele a pele, o toque suave do corpo do bebê sobre a mãe e em especial sobre o peito que é estimulado na mulher a liberação de um hormônio (ocitocina) começando assim a descida do leite e também a contração uterina. Já foi comprovado que o aleitamento materno exclusivo até os seis meses pode evitar o desenvolvimento de algumas doenças e complicações ao bebê como: alergias, diarreias, vômitos, entre outras, deixando o bebê com a imunidade mais alta. Além disso, a mãe também é favorecida quando faz uso do aleitamento materno porque ela consegue voltar ao seu peso anterior mais rapidamente. (FIOCRUZ, 2010)

A quase totalidade, cerca de 97% das crianças brasileiras iniciam a amamentação nas primeiras horas. No entanto, o início do processo do desmame ocorre precocemente. Nos primeiros seis meses de vida, o número de crianças em aleitamento materno exclusivo é pequeno e o de crianças desmamadas é considerável, ficando muito aquém das recomendações do Ministério da Saúde. (BRASIL, 2002)

Embora, a superioridade do aleitamento materno seja reconhecida mundialmente, muitas são as causas de desmame precoce e dentre essas se destacam as doenças infecto-contagiosas, que podem acometer tanto a mãe quanto a criança. Vale lembrar que, quando uma nutriz apresenta sintomas de uma doença infecto-contagiosa, geralmente já expôs seu filho ao agente patogênico, e a manutenção da amamentação deve ser avaliada como forma de proteger a criança. Entretanto, há situações de doenças infecciosas que contraindicam o aleitamento materno ou

exigem cuidado especiais para que a amamentação seja mantida. Apesar desses eventos apresentarem baixa frequência, o domínio das condutas relacionadas à amamentação na vigência de algumas doenças maternas, por parte dos profissionais de saúde, representa atitude de proteção à vida da criança. Nutrizes com doenças causadas pelos vírus da hepatite, vírus do herpes, sarampo, caxumba e rubéola, dentre outras, podem excretar os vírus no seu leite, mas a transmissão para o lactente não é freqüente. Nas infecções causadas pelos retrovírus, a transmissão através do leite humano é mais freqüente e a amamentação deve ser contraindicada. (ANVISA, 2007)

O vírus da imunodeficiência humana (HIV) é excretado livre ou no interior de células no leite de nutrizes infectadas e a contaminação pode ocorrer em qualquer estágio do aleitamento, sendo mais freqüente nas primeiras semanas e, em especial, nas infecções mais recentes. O Ministério da Saúde recomenda que as mães portadoras do vírus HIV não amamentem e que a amamentação cruzada seja terminantemente contraindicada. (ANVISA, 2007)

O desenvolvimento adequado de estratégias para prevenir a transmissão de doenças de mãe para filho através do leite humano, principalmente, o vírus HIV tipo um (HIV-1) torna-se muito importante em todas as populações. O tratamento térmico é uma das opções sugeridas pela OMS e demonstra ser uma estratégia simples e barata. (HARTMANN et al., 2006)

3. COMPOSIÇÃO DO LEITE MATERNO

O leite humano se forma na própria glândula mamária, sendo que as células dos alvéolos mamários sintetizam alguns componentes do leite e retiram outros do plasma sangüíneo. Cada célula alveolar é capaz de produzir leite com todos os seus constituintes. (JALDIN; SANTANA, 2006)

A composição do leite varia em cada mãe, no decorrer do dia, inclusive em uma mesma mamada. A fração mais estável é a protéica e a de maior variabilidade é a gordura. As proteínas fornecem de 7% da energia do leite humano e pode ser divididas em duas classes: as proteínas do soro e a caseínas. A lactose constitui o principal carboidrato do leite humano, estando presentes em concentrações mais baixas no colostro do que no leite maduro. A lactose fornece 42% da energia do leite humano (TRAHMS, 2002). Os outros carboidratos são representados pela glicose (14 mg/dL), galactose (12 mg/dL), oligossacarídeos e glicoproteínas. (CALIL et al., 1991)

Os lipídeos constituem a maior fonte de energia do leite humano. Seu conteúdo varia entre 3 e 4 g /dL, correspondendo a , 40 a 50 % do total calórico, já o colostro possui concentração lipídica menor, em torno de 1,8 a 2,9 g/dL. (CALIL et al ., 1991)

Também são encontrados no leite humano, alguns ácidos graxos poliinsaturados de cadeias longas, como o ácido araquidônico (Figura 1a) e docosaexaenóico (Figura1b), que são necessários para o desenvolvimento cerebral do recém nascido, pois participam do processo de mielinização e da proliferação celular. Também são importantes na função retiniana. (CARMO et al. 2004)

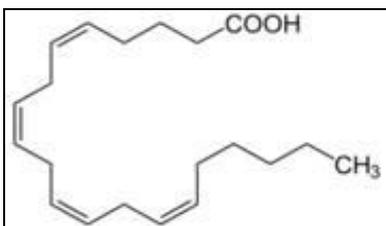


Figura 1a- Ácido araquidônico

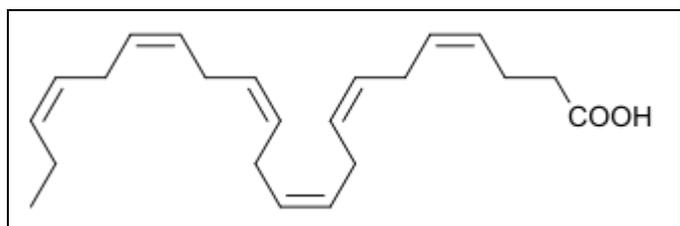


Figura 1b- Ácido docosaexaenóico

Todas as vitaminas hidrossolúveis do leite humano refletem a ingestão materna. (TRAHMS, 2002; CARMO et al. 2004)

As vitaminas lipossolúveis no leite humano incluem as vitaminas A, D, E, K. O conteúdo alto de vitamina A no leite humano é de grande importância para o recém-nascido, pois este nasce com pequena reserva hepática. São encontrados também: cálcio, fosfato, potássio, sódio, magnésio, cloretos, ferro, cobre e manganês. (CARMO et al. 2004)

Apesar da quantidade de ferro ser pequena, cerca de 49% é absorvida. (TRAHMS, 2002)

Alguns hormônios são detectados no leite humano como: hormônio adrenocorticotrófico, ocitocina, isômeros de prolactina, fator de crescimento epidérmico, e fatores de crescimento semelhantes à insulina, tiroxina, e cortisol. (GOLDMAN, 2000; CARMO et al. 2004)

Na Tabela 1 é mostrada a classificação do leite conforme período de lactação.

Classificação	Período de lactação
Colostro	Menos de 7 dias após o parto
Leite de transição	7 a 14 dias após o parto
Leite maduro	Mais de 14 dias após o parto
Leite de mãe de prematuro semanas	Idade gestacional inferior a 37

**Tabela 1 - Classificação do leite humano conforme o período de lactação
(In: Anvisa, 2007)**

O colostro é um fluido acumulado nas células alveolares no primeiro mês de lactação e secretado nos primeiros dias pós-parto. Apresenta coloração amarelada, devido ao seu elevado teor de beta-caroteno. É particularmente rico em imunoglobulinas, peptídeos antimicrobianos e outras moléculas bioativas, incluindo fatores tróficos e substâncias imunomoduladoras e anti-inflamatórias. (EUCLYDES, 2005)

A duração do período do colostro não é bem definida, existindo grandes

variações individuais. Portanto, considera-se colostro a produção láctea do primeiro ao sexto-dia. O leite de transição é aquele produzido no período intermediário entre o colostro e o leite maduro. Embora se considere como um “período de transição” aquele compreendido entre o sexto e o décimo dias pós-parto, poucos nutrientes atingem o décimo dia com seus valores definitivos. O processo de transição perdura, na verdade, por todo o primeiro mês de lactação, mas convencionou-se definir como leite maduro aquele produzido posteriormente ao décimo-quinto dia pós-parto. (CALIL et al., 1991)

A Tabela 2 apresenta a composição nutricional do leite humano em suas fases de lactação.

Componentes		Colostro	Leite de transição	Leite maduro
Água (g/dL)		87,2	86,4	87,6
Energia (Kcal/dL)		58	74	71
Sólidos totais (g/dL)		12,8	13,6	12,4
Minerais		0,33	0,24	0,21
Gorduras		1,85-2,9	2,9-3,6	3,0-3,8
Lactose		5,3	6,6	7,0
Proteínas totais		2,7	1,6	1,2
Frações protéicas (g/dL)	Caseína	1,2	0,7	0,25
	Lactoalbumina	-	0,8	0,3
Minerais	Sódio (mEq/L)	21	13	7
	Potássio (mEq/L)	19	16	14
	Cloreto (mEq/L)	26	15	12
	Cálcio (mg/dL)	31-32	29-34	28-33
	Cálcio (mEq/L)	15,5-16	14-17	14-16,5
	Magnésio (mg/dL)	3-4	2,7-4	3-4
	Magnésio (mEq/L)	2,5-3,3	2,2-3,3	2,5-3,3
	Fósforo (mg/dL)	12-14	15-17	13-15
	Sulfato (mg/dL)	22	20	14
	Ferro (mg/dL)	0,09	0,04	0,15
	Iodo (mg/dL)	0,012	0,002	0,007
	Cobre (mg/dL)	0,05	0,05	0,04
	Zinco (mg/dL)	0,50-0,96	0,32-0,46	0,25-0,37
Aminoácidos (mg/dL)	Arginina	75	63	51
	Cistina	-	-	29
	Histidina	41	38	23
	Isoleucina	101	97	86
	Leucina	165	151	161
	Lisina	117	112	79
	Metionina	25	24	23
	Fenilalanina	70	62	64
	Tirosina	-	-	62
	Treonina	85	78	62
	Triptofano	32	28	22
Valina	117	105	90	
Ácidos graxos (% do total)	Total de saturados	47,7	-	48,2
	Láurico	0,9	-	4,7-5,5
	Mirístico	2,8	-	7,9-8,5
	Palmitico	24,6	-	23,2-26,7
	Esteárico	9,9	-	6,9-8,3
	Total de insaturados	52,4	-	51,8
	Palmitoléico	1,8	-	3,0-3,4
	Oléico	36,0	-	36,5-37,5
	Linoléico	7,5	-	10,7
Linolênico	0,3	-	0,4	
Vitaminas	Vitamina A (µg/dL)	161	88	53
	Carotenóides (µg/dL)	137	38	27
	Vitamina B1 (µg/dL)	1,9	5,9	16
	Vitamina B2 (µg/dL)	30,2	36,9	43
	Niacina (µg/dL)	-	-	172
	Vitamina B6 (µg/dL)	1,7	3,5	11
	Ácido fólico (µg/dL)	-	-	4-5
	Vitamina B12 (µg/dL)	0,05	-	0,18
	Vitamina C (mg/dL)	7,2	7,1	4,3
	Vitamina D (UI/dL)	-	-	0,4-10,0
	Vitamina E (mg/dL)	1,5	0,68	0,46
Vitamina K (µg/dL)	-	-	1,5	

Fonte: Adaptado de CALIL et al. (1991).

Tabela 2 - Composição nutricional do leite humano em suas fases de lactação

4. BANCO DE LEITE HUMANO

O banco de leite humano (BLH) é um serviço especializado vinculado a um hospital de atenção materna e/ou infantil. O BLH é responsável por ações de promoção, proteção e apoio ao aleitamento materno e execução de atividades de coletas da produção láctea da nutriz, seleção, classificação, processamento, controle de qualidade e distribuição, sendo proibida a comercialização dos produtos por ele distribuídos. (HINRICHSEN, 2004; BRITTO, 2002)

O Posto de Coleta de Leite Humano (PCLH) é uma unidade fixa ou móvel, intra ou extra hospitalar, vinculada tecnicamente a um BLH e, administrativamente, a um serviço de saúde ou ao próprio BLH. O PCLH é responsável por ações de promoção, proteção e apoio ao aleitamento materno e execução de atividades de coleta da produção láctea da nutriz e sua estocagem, não podendo executar as atividades de processamento do leite humano, que é exclusiva do BLH. (ANVISA, 2007)

4.1. CAPTAÇÃO DE DOADORAS

O BLH e PCLH devem estabelecer programas capazes de garantir a captação de um número adequado de doadoras de forma a atender a demanda dos receptores das unidades assistidas. São consideradas doadoras, as nutrizes saudáveis que apresentam secreção láctea superior às exigências de seu filho e que se dispõem a doar o excedente por livre e espontânea vontade. São também doadoras, as nutrizes que estão temporariamente impedidas de amamentar seus filhos diretamente no peito, por razões ligadas a saúde dos mesmos, ou cujos filhos estão internados em unidades neonatais ou outras unidades hospitalares, e que ordenham leite para estimular a produção ou para consumo exclusivo de seus filhos. (BRASIL, 2006). Segundo a ANVISA (2007), a seleção das doadoras é realizada pelo médico responsável pelo BLH. Deve ser realizada uma triagem das doadoras por profissional capacitado, mediante o preenchimento de um formulário de cadastro

contendo dados pessoais, verificação de doenças e intercorrências, exames bioquímicos e dados antropométricos. A ordenha deve ser conduzida com rigor higiênico-sanitário capaz de garantir a manutenção das características imunobiológicas e nutricionais do leite. Para tanto, a doadora deve estar em um ambiente que não traga risco à qualidade microbiológica do leite; deve prender obrigatoriamente os cabelos com gorro; proteger a boca e narinas com máscara; usar exclusivamente utensílios previamente esterilizados para a coleta do leite; lavar as mãos e antebraços com água corrente e sabão até os cotovelos; as unhas devem estar limpas e de preferência curtas; as mamas devem ser lavadas apenas com água; desprezar os primeiros jatos de leite (0,5 a 1,0 mL). No caso de novas coletas para complementação do volume já coletado anteriormente, a doadora deve usar um copo de vidro fervido por 15 minutos (contados a partir do início da fervura) e resfriado e, ao final da coleta, acrescentar o leite ordenhado ao frasco com leite congelado e levá-lo imediatamente ao congelador, evitando o degelo. A nutriz deve estar atenta para não preencher toda a capacidade do frasco, deixando sempre o volume 2 a 3 cm abaixo da borda para permitir a expansão do volume durante a etapa de congelamento. (OLIVEIRA, 2006)

4.2. PASTEURIZAÇÃO DO LEITE

A pasteurização consiste no tratamento térmico e resfriamento rápido do leite humano, com o objetivo de inativar 100% dos micro-organismos patogênicos e 99% da microbiota saprófita. O leite humano ordenhado coletado nos BLH deve ser pasteurizado antes de sua distribuição aos interessados. (BRAGA & PALHARES, 2007)

Nutrizes acometidas pelos vírus da hepatite, herpes, sarampo, caxumba e rubéola, dentre outros, podem excretar os vírus no seu leite. Portanto, a doação de leite por estas mães deve ser contraindicada. O desenvolvimento adequado de estratégias para prevenir a transmissão de doenças de mãe para filho através do leite humano, principalmente, o vírus HIV tipo 1 (HIV-1) torna-se muito importante, principalmente, em populações carentes. O tratamento térmico é uma das opções sugeridas pela

OMS e demonstra ser uma estratégia simples e barata, aplicável em áreas empobrecidas. (HARTMANN et al., 2006)

O leite humano deve ser pasteurizado a 62,5 °C por 30 minutos (tempo de letalidade térmica), contados após o tempo de pré-aquecimento, que é o tempo necessário para que o leite atinja a temperatura de 62,5 °C. Para isto, é necessária a elaboração da curva de penetração de calor, definindo o número de frascos, o volume do leite em cada frasco e as especificações do equipamento (marca modelo, capacidade e potência). A temperatura da água para a elevação e manutenção da temperatura do leite a 62,5 °C deve ser sempre superior a este valor em 2 a 3°C. Na construção da curva, a temperatura da água deve ser definida e monitorada. A curva de penetração de calor deve ser refeita a cada 30 ciclos e estar registrada, com o bulbo do termômetro no ponto frio, localizado no terço inferior da coluna de leite humano e no centro do frasco. (ANVISA, 2007)

A temperatura de pasteurização do leite humano deve ser monitorada a cada 5 minutos, com registro em planilha específica. Outra exigência se refere ao ambiente no qual a pasteurização é realizada. Este deve ser limpo e desinfetado imediatamente antes do início de cada ciclo, ao término das atividades e sempre que necessário. Portanto, a pasteurização do leite a 62,5 °C por 30 minutos garante a distribuição de um produto seguro e isento de micro-organismos patogênicos. Possibilita também a inativação das partículas do HIV, tanto na forma livre quanto, no interior de células infectadas. (ANVISA, 2007)

A pasteurização do leite humano realizada a 62,5 °C por 30 minutos não mostrou alterações na concentração dos elementos sódio, potássio, cálcio, fósforo, magnésio, proteína, gordura, lactose, e na osmolaridade. No entanto, mostrou redução significativa na concentração média de imunoglobulina A. (BRAGA & PALHARES, 2007)

4.2.1. Tipos Alternativos de Pasteurização

A pasteurização usual utilizada em Banco de Leite Humano (BLH) é a lenta, onde o

leite é pasteurizado a 62,5 ° C por 30 minutos.

Há tipos alternativos para a pasteurização do leite humano, como a pasteurização rápida e a pasteurização pretoria. A pasteurização pretoria, desenvolvida pelo Hospital de Kalafong e a Universidade de Pretoria, África do Sul, consiste em colocar o leite humano dentro de um recipiente de vidro, o qual é aquecido em banho-maria (450 mL de água em uma panela de alumínio) a 56 a 62,5 °C por mais de 15 minutos. (HARTMANN et al., 2006)

Israel-Ballard et al. (2005) compararam o impacto da pasteurização rápida e da pasteurização Pretória sobre o HIV, alguns nutrientes e propriedades antimicrobianas do leite humano. Estes pesquisadores verificaram que ambos os métodos inativaram HIV-1. Nenhum método causou redução significativa das vitaminas, embora reduções de vitaminas C e E foram observadas. O tratamento térmico reduziu a imunoreatividade da lactoferrina, mas não as proporções de lactoferrina e lisozima sobrevivente à digestão. A pasteurização rápida demonstrou conservar mais a atividade antibacteriana. A Tabela 3 apresenta a comparação de diferentes métodos de pasteurização do leite humano.

Método	Pasteurização		
	Usual	Rápida	Pretoria
Binômio Temperatura/ Tempo	62 °C/30 min	72 °C/1, 3 ou 15 s	56 a 62,5 °C/15 min
Vantagens	Usada em Bancos de Leite Humano	Não afeta vitaminas B1, B2, B6, C e ácido fólico	Inativação de HIV no leite infectado natural ou artificialmente
	Eliminação e prevenção de crescimento bacteriano. Células livres ou associadas ao HIV não detectadas	Lactoferrina e IgA secretória não se alteraram	Custo baixo
	Preserva a atividade da lisozima	Eliminação e prevenção de crescimento bacteriano	
	Inativação das formas tripomastigotas do <i>T. cruzi</i> .		
	Não houve alteração em Na, K, Ca, P, Mg, proteína e lactose		
Desvantagens	Redução da IgA e perda total de IgM	Alto custo	Difícil controle da temperatura, se realizada em ambiente doméstico
	Perda de lactoferrina		
	Redução de Cu, Fe, Zn e vitamina A		
Referências	FERREIRA et al. (2001) COSTA et al. (2003) RIBEIRO et al. (2005) ISRAEL-BALLARD et al. (2006) BRAGA & PALHARES (2007)	GOLDBLUM et al. (1984) TERPSTRA et al. (2007)	JEFFERY et al. (2001, 2003)

Tabela 3 – Comparação de métodos de pasteurização do leite humano (in: FIOCRUZ, 2010)

4.3. ARMAZENAMENTO

Após a pasteurização, o leite humano deve ser estocado sob congelamento a uma temperatura máxima de -3 °C, por um período de até 6 meses. Uma vez descongelado, o leite deve ser mantido sob refrigeração a temperatura máxima de 5°C com validade de 24h. O leite humano pasteurizado liofilizado e embalado a vácuo pode ser estocado em temperatura ambiente pelo período de 1 ano. (SILVA, 2004; FIOCRUZ, 2003)

5. MÉTODOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE HUMANO

Todo leite humano recebido pelo BLH deve ser submetido aos procedimentos de seleção e classificação. Uma vez concluídas essas etapas, o banco de leite poderá optar por estocar o produto, ainda cru, para futuro processamento ou iniciar imediatamente o processamento e o controle de qualidade. A seleção compreende: condições da embalagem; presença de sujidades; cor; off-flavor; e acidez em graus Dornic. A classificação compreende a verificação de: período de lactação, acidez Dornic e conteúdo energético (crematócrito). (FIOCRUZ, 2003; SILVA, 2004)

O leite é acondicionado em recipiente de vidro, estéril, com boca larga, tampa plástica rosqueável e volume de 50 a 500 mL. O técnico responsável deve estar atento, no momento do re-envase do leite, de forma que a embalagem em que este será pasteurizado não apresente qualquer corpo estranho. São considerados exemplos de sujidades comumente encontradas no leite humano: pêlos, cabelo, fragmentos de pele, fragmento de unha, insetos, pedaços de papel, vidro etc. (ANVISA, 2007)

A cor do leite humano pode variar conforme os seus constituintes, e reflete a preponderância de uma determinada fração. O colostro geralmente varia da cor semelhante à água de coco ao amarelo-alaranjado. A coloração do leite de transição muda gradualmente em até duas semanas, para um branco azulado/opaco, até tornar-se leite maduro. (FIOCRUZ, 2003; SILVA, 2004)

Off-flavor é a característica sensorial não-conforme quando comparada com o aroma original do leite humano ordenhado. Se o leite apresentar cheiro de sabão de coco pode significar rancificação ou se o leite apresentar cheiro de peixe ou de ovo em decomposição pode significar a presença de micro-organismos proteolíticos. Cheiro de cloro, plástico, borracha ou remédio pode indicar a capacidade de sorção da lactose o que impede o leite para consumo humano. (ANVISA, 2007)

Devido a sua própria composição, o leite humano apresenta uma acidez original. As micelas de caseína, os sais minerais (dentre os quais se destacam os fosfatos e citratos), bem como as proteínas do soro do leite, são os principais responsáveis por essa propriedade química. Em termos didáticos, a acidez do leite humano pode ser classificada como original e desenvolvida. A original resulta da presença de seus constituintes, e a desenvolvida decorre do ácido láctico, produzido a partir do crescimento bacteriano. As bactérias, integrantes tanto da microbiota primária quanto da secundária, fermentam a lactose do leite humano, produzindo ácido láctico. Cada molécula de lactose metabolizada produz quatro moléculas de ácido láctico. De maneira prática, a distinção entre acidez original e desenvolvida não se faz importante no momento da mensuração, interessando apenas o conhecimento da acidez total, que reúne as duas. (ALMEIDA et al., 2005)

A acidez em graus Dornic do leite humano é a acidez titulável do leite humano ordenhado expressa em °D. (BRASIL, 2004)

O leite humano recém-ordenhado, caso titulado imediatamente após a ordenha, apresenta-se praticamente livre de ácido láctico, e sua acidez total pode ser considerada original, com valores oscilando entre 1,0 e 4,0 °D. A medida que sua microbiota encontra condições favoráveis para o crescimento, ocorre à produção de ácido láctico e a conseqüente elevação da acidez. (ALMEIDA et al., 2005)

O aproveitamento do leite humano ordenhado cru com acidez titulável maior que 7 °D para neonatos é inviável por dois motivos: pela redução no teor de creme, gordura total e valor energético; e pelo risco de causar acidose ou alcalose metabólica e enterocolite necrosante. Neste caso, é recomendado desprezar totalmente o leite humano com acidez elevada. (CAVALCANTE et al, 2005)

A solução titulante para determinação da acidez titulável é o hidróxido de sódio (0,11 mol/L), também conhecido como Solução Dornic.

O valor final da acidez Dornic corresponde à média aritmética dos três valores obtidos na análise individual de cada amostra. Considera-se normal para a acidez do leite humano qualquer valor situado na faixa de 1,0 a 7,0 °D.(ALMEIDA et al.,

2005)

A técnica analítica que permite o cálculo estimado do conteúdo energético do leite humano ordenhado é a do crematócrito. (ANVISA, 2006)

Nesta técnica, duas colunas são observadas: em uma extremidade fica a coluna de creme e na outra a coluna de soro. (ALMEIDA et al., 2005)

A avaliação do teor de creme, do teor de gordura e o conteúdo calórico são obtidos pelas seguintes fórmulas:

Avaliação do Teor de Creme

Coluna de creme (mm) x 100 ÷ Coluna total (mm) = % de creme

Avaliação do Teor de Gordura

(% de creme – 0,59) ÷ 1,46 = % de gordura

Cálculo do Conteúdo Energético Total

(% de creme x 66,8 + 290) = kcal/L

O valor final do crematócrito corresponde à média aritmética encontrada das três alíquotas coletadas. (ALMEIDA et al., 2005)

6. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

Antes de iniciar as atividades relativas ao tema: Composição do leite humano, sua importância nutricional e benefícios à Saúde, o professor deverá trabalhar conteúdos referentes aos nutrientes que compõem os alimentos como as vitaminas, proteínas, carboidratos, lipídios, glicídios, minerais etc. Em relação a cada componente deverá ser apresentada a origem ou significado do nome, estrutura química, tipos de ligação química, ocorrência e função nos diversos organismos.

O objetivo desta aula é desenvolver os conceitos químicos (proteínas, carboidratos, lipídios, glicídios, minerais etc) e seu vínculo com o tema sobre o leite humano.

Após essa exposição, o professor deverá entregar aos alunos um texto de fundamentação teórica impresso sobre o leite, com o propósito de formulação de perguntas e fechamento da discussão. No Anexo A é apresentado o texto: Leite- Aspectos de Composição e Propriedades.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Acidímetro, tubos de ensaio, tubos de Durham, solução fenolftaleína, solução de Dornic (NaOH a 0,11 mol/L), caldo verde brilhante (BHGL), equipamento de banho-maria, centrífuga, régua milimetrada, microcapilares.

7.1. AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO

Foram avaliados neste trabalho, resultados das análises microbiológicas e físico-químicas de 587 amostras de leite humano que chegaram ao BLH no período de fevereiro a abril de 2011.

Imediatamente após chegarem ao BLH, as amostras foram mantidas sob temperatura de congelamento (-18 °C) até o momento do processamento. Na etapa de processamento, os vidros contendo o leite humano cru foram descongelados em banho-maria em temperatura média de 37°C/15 minutos. Após o descongelamento, foram coletadas amostras para avaliação da qualidade do leite.

As amostras de leite foram avaliadas quanto às características sensoriais, índice de acidez e crematócrito. As amostras aprovadas na avaliação da qualidade foram re-ensadas em recipientes esterilizados e submetidas à pasteurização a 62,5 °C por 30 minutos. Após a pasteurização os frascos foram imersos em banho de água e gelo por cerca de 10 min. Neste momento, uma alíquota de 10 mL do leite humano pasteurizado foi utilizada para análise microbiológica, por meio da verificação da presença ou ausência de coliformes totais.

7.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

Após o descongelamento do leite humano, avaliou-se a presença de off-flavor, de

cor não característica e de sujidades. A determinação do off-flavor foi realizada para sentir o odor do leite humano ordenhado.

A avaliação da presença da cor e das sujidades são visuais e foram realizadas com o objetivo de determinar prováveis alterações que caracterizem o leite humano ordenhado como impróprio para consumo.

Após essa caracterização, aproximadamente 250 mL do leite humano aprovado quanto às características sensoriais foi re-embalado em frascos de vidro esterilizados. Neste momento coletou-se aproximadamente 15 mL de cada amostra de leite humano para realização das análises de acidez e crematócrito.

7.3. ÍNDICES DE ACIDEZ

Pipetou-se quantitativamente três alíquotas de 1 mL de leite humano da amostra coletada de 15 mL. Adicionou-se a estas alíquotas uma gota da solução indicadora de fenolftaleína e procedeu-se a titulação com solução de Dornic (NaOH 0,11 mol/L), gota-a-gota. Durante toda a titulação (Figura 2), o tubo de ensaio contendo o leite foi permanentemente agitado para evitar a incorporação de ar ao produto. O procedimento foi interrompido quando houve a mudança de cor do indicador, que assumiu uma coloração róseo-clara. Foi feita a quantificação considerando que cada 0,01 mL de solução de NaOH (0,11 mol/L) gasto corresponde a 1,0 °D. O valor final da acidez Dornic corresponde à média aritmética dos três valores obtidos na análise individual de cada alíquota. Considerou-se normal valor situado na faixa de 1,0 a 7,0 °D para a acidez do leite humano. (CAVALCANTE et al, 2005)



Figura 2- Titulação do Leite Materno

7.4. CREMATÓCRITO

Pipetou-se uma amostra de 1 mL do leite humano cru, transferiu-se para um tubo de vidro e colocou-se em banho-maria (EME Equipamento LTS-100) a 40 °C por 15 minutos.(Figura 3a) Em seguida, coletou-se, de forma independente, três alíquotas de 75 µL com auxílio de tubos microcapilares. Os capilares foram colocados em centrífuga Micro Hematócrito H-240, com as extremidades vedadas para fora (Figura 3b). Em seguida, centrifugou-se por 15 minutos e procedeu-se à leitura após a centrifugação. Duas colunas foram observadas (Figura 3c): em uma extremidade estava à coluna de creme e na outra a coluna de soro. (ALMEIDA et al., 2005)



Figura3a-Banho-maria



Figura 3b-Centrífuga



Figura3c-Colunas creme/soro

Para avaliação do conteúdo energético do leite humano foram utilizados os seguintes cálculos:

$$\text{Teor de creme (\%)} = \text{Coluna de creme (mm)} \times 100 \div \text{Coluna total (mm)}$$

$$\text{Teor de gordura (\%)} = (\% \text{ creme} - 0,59) \div 1,46$$

$$\text{Conteúdo Energético Total (kcal/L)} = (\% \text{ de creme} \times 66,8 + 290)$$

7.5. PRESENÇA DE COLIFORMES TOTAIS

Pipetou-se quatro alíquotas de 1 mL de forma independente e inoculou-se em tubos com 10 mL de Caldo Bile Verde Brilhante (BGBL) a 50 g/L (5% p/v), contendo em seu interior tubos de Durham. Após a inoculação incubou-se a 36 ± 1 °C/24 a

48 h, a presença de gás no interior do tubo de Durham caracteriza resultado positivo. (Figura 4)

O Caldo Bile Verde brilhante (BGBL) foi esterilizado a 121°C durante 15 minutos, em autoclave; após resfriamento identificou-se os lotes de tubos com nome do meio, concentração e prazo de validade. Os tubos com meio de cultura podem ser mantidos sob refrigeração a 5°C, por até 15 dias.

Os resultados positivos foram confirmados para tubos contendo BGBL na concentração de 40 g/L (4% p/v). Após a incubação destes tubos por igual período, a presença de gás indica a existência de micro-organismos do grupo coliforme, confirmando que o produto é impróprio para consumo. (ALMEIDA et al., 2006)



Figura 4- Presença de gás em tubos de Durham

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de fevereiro a abril de 2011, foram realizadas análises de avaliação sensorial, acidez, crematócrito e contagem de coliformes totais em 587 amostras de leite humano do BLH de Assis, SP.

Na análise sensorial foram observados os parâmetros de *off-flavor* para a verificação da presença de sujidades.

As amostras analisadas neste período não apresentaram *off-flavor* característico de alguma alteração físico-química. Todas as amostras apresentaram ausência de sujidades.

O número de amostras analisadas durante os meses de fevereiro, março e abril e o tipo de análise realizada é apresentado na Tabela 4.

Mês	Nº de amostras		
	Acidez °D	Crematócrito	Coliformes totais
Fevereiro	170	149	149
Março	197	195	195
Abril	220	220	220
Total	587	564	564

Tabela 4–Análises físico-química e microbiológica de amostras de leite humano, no período de fevereiro a abril de 2011.

Foram analisadas 587 amostras para acidez em Graus Dornic e foram encontradas 20 amostras (3,4%) com acidez acima de 8°D, o que comprova a degradação da lactose do leite. Essas amostras foram descartadas por terem sua qualidade comprometida. As amostras aprovadas no ensaio de acidez foram submetidas à análise microbiológica para a pesquisa de Coliformes totais. Das 564 amostras

analisadas, 51 amostras (9%) apresentaram Coliformes totais, estando em desacordo com a legislação em vigor e, portanto impróprias para o consumo.

Em fevereiro de 2011 observou-se que aproximadamente 42% do leite humano recebido pelo BLH apresentaram acidez de 4,0 e 5,0 °D e 22 % com acidez igual ou superior a 8,0 °D (Figura 5). Em março de 2011 cerca de 20% do leite humano foi desprezado para o consumo, pois apresentou acidez igual ou superior a 8,0 °D. A maior parte do leite (26%) apresentou de acidez de 4,0 °D. Nenhuma amostra apresentou acidez < 2,0 °D. Em abril de 2011 verificou-se a predominância de acidez de 4,0 °D (21%) e de 5,0 °D (19%), porém, 14 e 12% do leite apresentaram acidez 6,0 e 7,0 °D, respectivamente. Aproximadamente 22 % do leite coletado apresentaram valores de acidez igual ou superior a 8,0 °D.

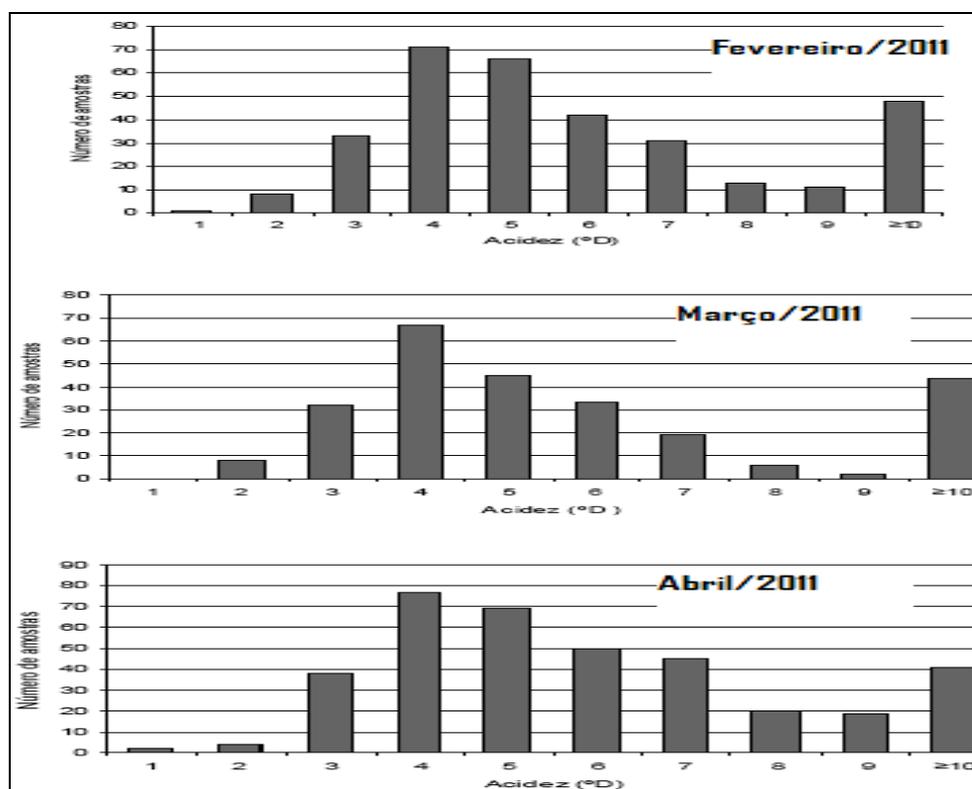


Figura 5 – Acidez (°D) do leite humano coletado em fevereiro, março e abril de 2011

Os resultados de acidez ≥ 8 °D, provavelmente, foram devido ao crescimento bacteriano, tanto da microbiota primária quanto secundária, acarretando a produção de ácido láctico e conseqüente diminuição do pH do leite (ALMEIDA, et al., 2005).

A ocorrência da acidez elevada no leite humano pode ter sido causada pelo não monitoramento da temperatura dos congeladores das geladeiras domésticas nas próprias casas das doadoras, uma vez que estes eletrodomésticos possuem apenas termostato e seria impossível afirmar que os frascos com leite humano cru permaneceram com a temperatura recomendada (-18 °C/15 dias). Portanto, é possível que algumas doadoras não tenham mantido os frascos com leite humano dentro dos padrões térmicos estabelecidos pela ANVISA, mesmo sendo bem orientadas por funcionários do BLH.

No estudo realizado por Romain et al.(2008), foram coletadas amostras de leite cru em um BLH no Paraná, sendo que algumas foram congeladas (-20 °C) logo após a ordenha, outras permaneceram à temperatura ambiente (25-28 °C) por 4 horas e outras foram refrigeradas (6-8 °C) por 24 horas. Nestas duas últimas condições de estocagem, as amostras foram congeladas após o respectivo tempo de armazenamento. Os autores verificaram alta variação da acidez entre as amostras estocadas por 4 horas à temperatura ambiente e por 24 horas sob refrigeração. Tal fato pode ser explicado pelo crescimento de diferentes micro-organismos psicotróficos fermentadores da lactose nas amostras analisadas. Portanto, a alta variabilidade observada nestas duas situações deixa evidente a necessidade de se congelar o leite humano imediatamente após sua coleta.

Uma outra explicação proposta por Cavalcante et al. (2005) para a acidez elevada no leite humano está relacionada com a temperatura interna elevada durante o transporte do leite humano ao BLH que pode favorecer a proliferação de bactérias patogênicas e produção de enzimas. Devido a isso, a hidrólise dos triacilgliceróis pelas lipases produziria ácidos graxos não esterificados (ácidos graxos livres) os quais elevariam a concentração de íons H⁺ do leite humano, reduzindo o pH e aumentando a acidez titulável. Mesmo mantendo a temperatura do leite humano entre 4 e 8 °C por até 30 horas, na qual há uma inibição da multiplicação de bactérias patogênicas mesofílicas, as atividades das lipases seriam apenas reduzidas.

A análise do crematócrito foi realizada somente nos meses de março e abril. No mês de março, observou-se que 78% das amostras de leite apresentaram conteúdo

energético entre 500 e 700 kcal/L. Valores percentuais muito semelhantes foram encontrados no mês de abril de 2011, quando foi observado que 76% das amostras apresentaram conteúdo energético de 500 a 700 kcal/L. Esses resultados são apresentados na Figura 6.

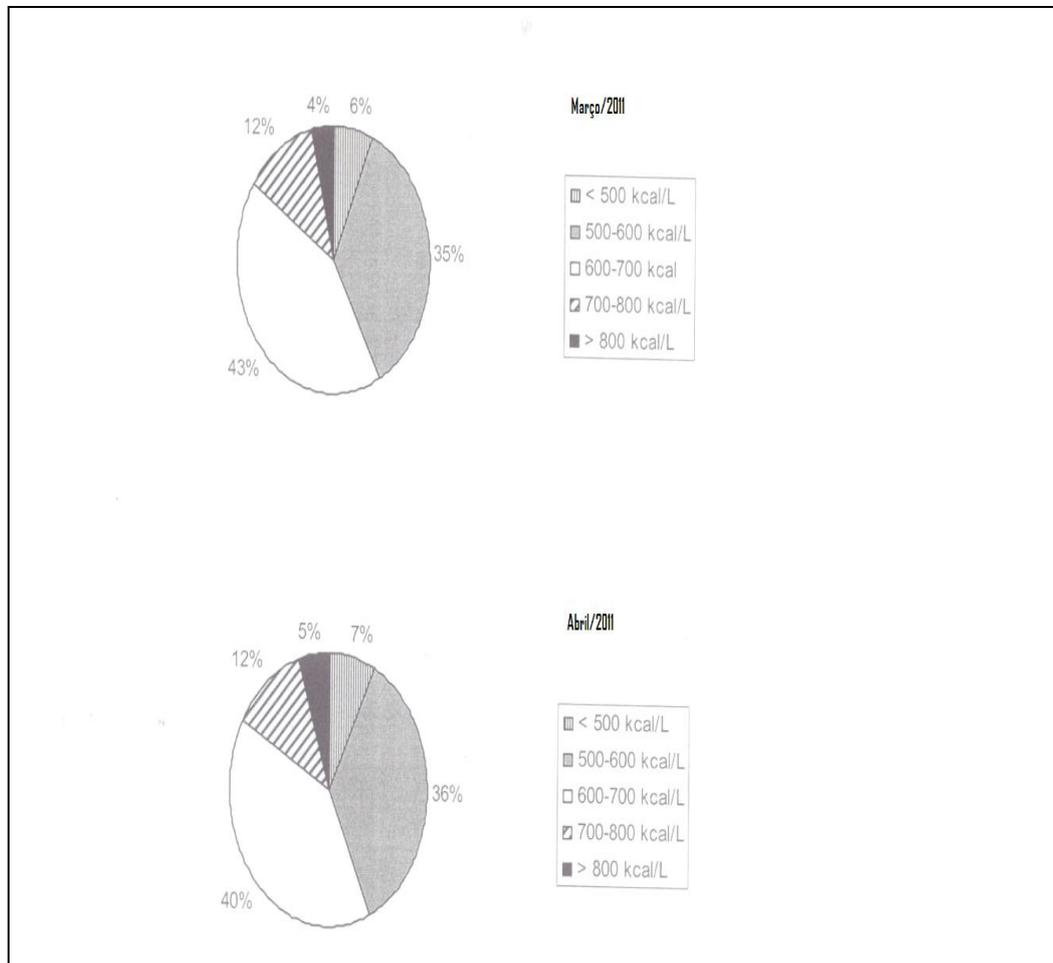


Figura 6 – Crematócrito do leite humano coletado pelo BLH em março e abril de 2011

Almeida & Dórea (2006) observaram um conteúdo energético médio de 529 kcal/L em 848 amostras de leite humano provenientes de uma BLH de Brasília.

A análise de coliformes totais realizada no primeiro trimestre de 2011 detectou a presença desses micro-organismos em um percentual de amostras inferior a 10% do leite coletado. Esses resultados podem ser observados na Figura 7.

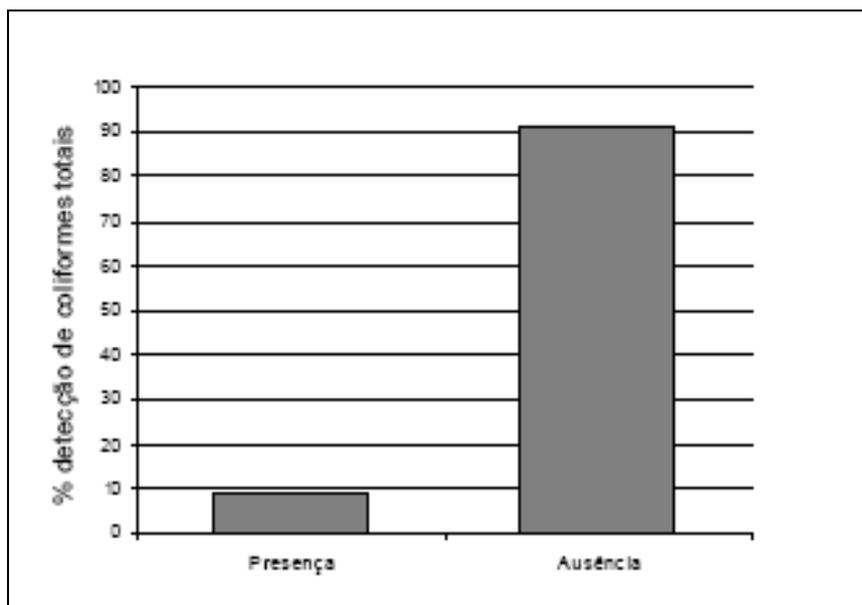


Figura 7- Percentual de coliformes totais no leite humano pasteurizado coletado pelo BLH nos meses de fevereiro, março e abril de 2011

No estudo realizado por Séllos (1991) em um BLH de Belo Horizonte, verificou que 27% das amostras de leite pasteurizado apresentaram um alto nível de contaminação por coliformes totais (0,3 a 240 NMP/mL). No trabalho realizado por Costa et al. (2004) em um BLH da Paraíba, foram verificadas a presença de coliformes totais em 20% das 15 amostras de leite humano submetidas à pasteurização. Em outro estudo realizado por Castro (2006) verificou que, em 60 amostras analisadas de leite humano coletado em um BLH em São Paulo, 75% apresentaram coliformes totais.

Em outro estudo realizado por Serafini et al. (2003), ao avaliarem a qualidade microbiológica de leite humano obtido em banco de leite, verificaram que após a pasteurização 50,7% das amostras apresentaram coliformes. No estudo realizado por Novak et al. (2008) foram detectados Coliformes totais em 53,3% das 30 amostras de leite humano analisadas. Esses resultados mostram a necessidade de obtenção de um leite com carga microbiana inicial baixa para que a pasteurização seja eficiente no controle microbiológico.

Para a classificação do leite foram consideradas 40 amostras. As amostras

analisadas compreenderam, na maior parte (80%) de leite maduro, 10% foram classificados como colostro, apenas duas amostras seriam de leite de transição (5%). Em duas amostras (5%) não foi possível determinar a fase de lactação, pois não foi registrada a data da coleta do leite.

Observou-se que 73% dessas 40 amostras apresentaram um conteúdo energético de 500 a 700 kcal/L (Figura 8). Considerando o período de lactação e o conteúdo calórico obteve-se uma média de 610,8 kcal/L (colostro), 637,5 kcal/L (leite de transição) e 658,5 kcal/L (leite maduro).

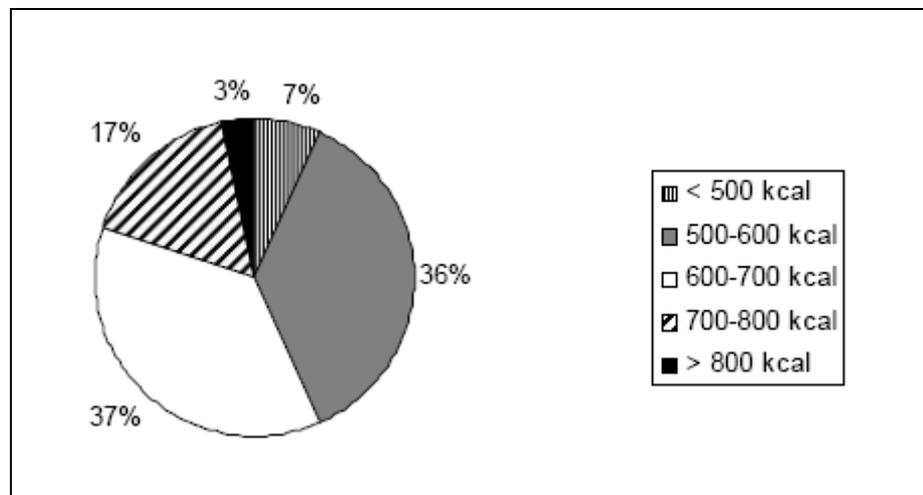


Figura 8 - Distribuição percentual do conteúdo energético nas amostras de leite humano coletadas pelo BLH de março e abril de 2011.

As amostras deste estudo apresentaram um conteúdo energético maior quando comparado com o trabalho de Almeida & Dórea (2006), que encontraram uma média de 537, 521 e 529 kcal/L para o colostro, leite de transição e leite maduro, respectivamente. Entretanto, outros trabalhos observaram conteúdos energéticos maiores no leite humano quando comparados com os resultados do presente estudo. Vieira et al (2004) verificaram no leite maduro cru um valor médio de 859 kcal/L. Saarela et al. (2005) observaram uma média de 676,8 kcal/L no leite humano coletado na primeira semana pós-parto e 689,9 kcal/L no leite do segundo mês de

lactação.

Neste estudo, foi determinado o percentual de gordura para 3 amostras, sendo 2,09 g/100 mL (leite maduro), 2,97 g/100 mL (coloostro) e 3,08 g/100 mL (leite de transição). Observa-se que o coloostro e o leite de transição apresentaram teores equivalentes àqueles encontrados na composição lipídica normalmente verificada no leite humano. Já o leite maduro apresentou um teor inferior àquele comumente encontrado nos teores de lipídeos do leite maduro. Entretanto, estes resultados são pouco significativos, uma vez que o número de amostras (n=3) analisadas foi pequeno.

Nos estudos realizados por Almeida & Dórea (2006), foram encontrados uma média de teor de gordura, em g/100mL, de 2,36 (coloostro), 2,18 (leite de transição) e 2,27 (leite maduro). Estes valores foram menores que os encontrados neste estudo.

O conteúdo calórico do leite coletado foi obtido relacionando-se o tamanho da coluna de creme e da coluna total, utilizando-se uma tabela com valores pré-estabelecidos apresentada na Tabela 5 do Anexo B.

9. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram que as práticas de coleta adotadas pelo BLH estão de acordo com as normas estabelecidas pela ANVISA. Entretanto, estas não estão sendo suficientes para garantir a qualidade do leite, uma vez que cerca de 20% das amostras apresentaram acidez superior a 8 °D e foram inutilizadas para o consumo.

Os valores de acidez predominantes foram de 4,0 (22%) e 5,0 °D (19%) no leite recebido pelo BLH nos meses de fevereiro, março e abril de 2011.

O leite humano apresentou conteúdo energético entre 500 e 700 kcal/L.

A avaliação sensorial não detectou irregularidade em nenhuma das amostras analisadas.

Em 10% das amostras (n= 40) de leite pasteurizado foi detectada a presença de coliformes, sugerindo que o leite cru ordenhado apresentava uma contaminação inicial elevada o que impediu que a pasteurização fosse eficiente para reduzir esta carga microbiana.

O maior problema detectado no BLH foi a elevada acidez das amostras, o que tem causado um desperdício significativo do leite coletado.

Com a finalidade de reduzir o número de amostras com acidez elevada, recomenda-se um monitoramento das condições de transporte e temperatura interna das caixas isotérmicas, conduzidas das casas das mães doadoras até o PCLH e até mesmo ao BLH. Outra recomendação seria orientar as doadoras quanto à observação da temperatura do congelador do domicílio e não promover o degelo do equipamento quando o leite ainda estiver armazenado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.A.G. **Qualidade do leite humano coletado e processado em bancos de leite**. 1986. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tese de Mestrado em Microbiologia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1986.

ALMEIDA, S.G., DÓREA, J.G. Quality control of banked Milk in Brasília. **Journal Human Lactation**, Brasília- DF. 2006 v.22, n.3, p. 335-339.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). *Banco de leite humano: funcionamento, prevenção e controle de riscos*. Brasília: ANVISA, 2007. 156 p.

ALMEIDA, N.A.M.; FERNANDES, A.G.; ARAÚJO, C.G. Aleitamento materno: uma abordagem sobre o papel do enfermeiro no pós-parto. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 6, n. 3, p. 358-367, 2004. Disponível em: <http://www.fen.ufg.br>. Acesso em 09 de julho de 2011.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Resolução de 4 de setembro de 2006**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o funcionamento de Bancos de Leite Humano. Diário Oficial da União, Brasília, 5 set. 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em 01 de julho de 2007.

ASSIS, M.A.A.; SANTOS, E.K.A.; SILVA, D.M.G.V. Planejamento de banco de leite Humano e central de informações sobre aleitamento materno. **Revista de Saúde Pública**, v. 17, 1983. p. 406-412.

BRAGA, L.P.M.; PALHARES, D.B. Efeito da evaporação e pasteurização na composição bioquímica e imunológica do leite humano. **Jornal de Pediatria**, Brasília-DF, 2007. v. 83, n.1, p. 59-63.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana de Saúde. Dez passos para uma alimentação saudável, guia alimentar para crianças menores de 2 anos. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2002. 45 p.

BRITTO, M. G. M.; BARBOSA, L. L.; HAMANN, E. M. Avaliação sanitária dos bancos de leite humano na rede hospitalar do Distrito Federal. **Revista Saúde do Distrito Federal**, Brasília, DF, v.13, n. 3/4, jul./dez. 2002. p. 17-28.

CALIL, V.M.L.T.; LEONE, C.R.; RAMOS, J.L.A. **Composição nutricional do colostro de mães de recém nascidos de termo adequados e pequenos para a idade gestacional e composição nutricional do leite humano nos diversos estágios da lactação, vantagens em relação ao leite.** Disponível em <<http://www.pediatriasaopaulo.usp.br/upload/pdf/83.pdf>>. Acesso em: 27 jul.2010.

CARMO, M.G.T.; COLARES, L.G.T.; SAUNDERS, C. Nutrição na lactação. In: **ACCIOLY, E; SAUNDERS, C. LACERDA E.M.A.** (Ed.) Nutrição em obstetrícia e pediatria. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2004. p. 225-246.

CASTRO, M.R.C.C.. **Avaliação da qualidade microbiológica do leite cru ordenhado recebido em banco de leite humano.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da USP. 2006. 61 p. (Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos).

CAVALCANTE, J.L.P. TELLES, F.J.S.; PEIXOTO. M.L.V.; RODRIGUES, R.C.B. Uso da acidez titulável no controle de qualidade do leite humano ordenhado. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p. 103-108, 2005.

COSTA, R.S.S.; CARMO, M.G.T.; SAUNDERS, C.; JESUS, E.F.O.; LOPES, R.T.;SIMABUCO, S.M. Characterization of iron, copper and zinc levels in the colostrum of mothers of term and pre-term infants before and after pasteurization. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 54, p. 114-117, 2003.

EUCLYDES, M.P. **Revista Nutrição do lactente, base científica para uma alimentação saudável**, 3ª ed. Viçosa: Suprema, 2005. 548 p.

FIOCRUZ (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ). *Programa Nacional de Qualidade em Bancos de Leite Humano*. Rio de Janeiro, 2003.

FIOCRUZ (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ). Disponível em : <<http://fiocruz.br/redeblh/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=360>> Acesso em 11 mai. 2010.

FONSECA, Luciana Marques. **Qualidade microbiológica do leite humano ordenhado em Bancos de Leite no Município do Rio de Janeiro.**2003.161p.Trabalho de Conclusão de Curso(Tese de Mestrado)-Instituto Fernandes Figueira,Rio de Janeiro, 2003.

GOLDMMAN, A.S. Rapid high-temperature treatment of human milk. **Journal of Pediatrics**, Brasília, 1984.v. 104, n. 3, p.380-384.

HARTMANN, S.U.; BERLIN, C.M.; HOWETT, M.K. Alternative modified infant feeding practices to prevent postnatal transmission of human immunodeficiency virus type 1 through breast milk: past, present, and future. **Journal of Human Lactation**, Brasília, 2006. v22, n.1, p. 75-88.

HINRICHSEN, S. L. **Revista Biossegurança e controle de infecções: risco sanitário hospitalar**. Rio de Janeiro: Medsi, 2004. p. 153-157.

ISRAEL-BALLARD, K; CHANTRY, C.; DEWEY, K; LONNERDAL, B.; SHEPPARD, H.; DONOVAN, R.; CARLSON, J; SAGE, A.; ABRAMS, B. Viral, nutritional, and bacterial safety of flash-heated and Pretoria-pasteurized breast Milk to prevent mother-to-child transmission of HIV in resource-poor countries. **Journal of Acquired Immune Deficiency Syndrome**, 2005. v. 40, n. 2, p. 175-181.

JALDIN, M.G.M.; SANTANA, R.B. Anatomia da mama e fisiologia da lactação. In: REGO, J.D. (Ed) **Aleitamento Materno**. São Paulo: Atheneu, 2006.

NOVAK, F.R.; ALMEIDA, J.A.G.; MORAES, B.A.; ASENSI, M.D.; MORAES, B.A.; RODRIGUES, D.P. Resistência antimicrobiana de coliformes isolados de leite humano ordenhado. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n.3, 2001 p.713-717.

NOVAK. F.R.; CORDEIRO, D.M.B. The correlation between aerobic mesophilic microorganism counts and Dornic acidity in expressed human breastmilk. **Jornal de Pediatria**, são Paulo.v. 83, n. 1, 2008 p. 87-91.

OLIVEIRA, M. I. C. et al. *Manual de capacitação de multiplicadores: Iniciativa Unidade Básica Amiga da Amamentação*. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Saúde, 2006.

ROMAIN, N.; DANDRIFOSSE, G.; JEUSETTE, F.; FORGET, P. Polyamine concentration in rat milk and food, human milk, and infant formulas. **Pediatric Research**, v. 32, n. 1,p. 58-63, 1992.

SAARELA, T.; KOKKONEN, J.; KOIVISTO, M. Macronutrient and energy contents of human milk fractions during the first six months of lactation. **Acta Paediatrica**, v. 94, p.1176-1181, 2005.

SCARSO, Isis S. Análise físico-química e bacteriológica do leite cru e

pasteurizado do Banco de Leite Humano de Sorocaba. **Revista Higiene e alimentação**, v.142, n.20, jul.2006, p.85-89.

SÉLLOS, I.T. **Qualidade bacteriológica do leite humano cru e pasteurizado do banco de leite da Maternidade Odete Valadares**. Belo Horizonte: Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG. 1991. 76 p. (Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos).

SERAFINI, A.B.; ANDRÉ, M.C.D.P.B.; RODRIGUES, M.A.V.; KIPNIS, A.; CARVALHO, C.O.; CAMPOS, M.R.H., MONTEIRO, E.C.; MARTINS, F.; JUBÉ, T.F.N. Qualidade microbiológica de leite humano obtido em banco de leite. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 6, p. 775-779, 2003.

SILVA, V. G. **Normas técnicas para banco de leite humano: uma proposta para subsidiar a construção para Boas Práticas**. Tese (Doutorado em Saúde da Mulher e da Criança) – Instituto Fernandes Figueira/Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004.

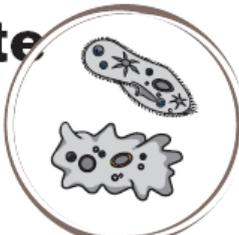
TRAHMS, C.M. Nutrição na lactância. In: MAHAN, L.K.; STUMP, S.E. (Ed) **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2002.

TULLY, D.B.; JONES, F.; TULLY, R. Donor Milk: what's in it and what's not. **Journal of Human Lactation**, 2001. v. 17, n. 2, p. 152-155.

VIEIRA, A.A.; MOREIRA, M.E.L.; ROCHA, A.D.; PIMENTA, H.P.; LUCENA, S.L. Análise do conteúdo energético do leite humano administrado a recém-nascidos de muito baixo peso ao nascimento. **Jornal de Pediatria**, v.80, n.6, p. 490-494, 2004.

ANEXO A – Leite: Aspectos de Composição e Propriedades

Leite



Aspectos de Composição e Propriedades

Paulo Henrique Fonseca da Silva

A seção “Química e sociedade” apresenta artigos que focalizam aspectos importantes da interface ciência/sociedade, procurando, sempre que possível, analisar o potencial e as limitações da ciência na tentativa de solução de problemas sociais.

Este artigo apresenta uma descrição da composição e de algumas propriedades do leite. Os seus principais constituintes são descritos, e são discutidas as suas principais propriedades físico-químicas.

► leite, composição, propriedades ◀

A importância da ciência e da tecnologia de alimentos na melhoria da qualidade de vida do ser humano é ressaltada pela vital necessidade de se ter alimentos saudáveis, com alto valor nutricional, disponíveis e acessíveis à população. Desde o nascimento do ser humano, o leite apresenta-se quase indissociável de sua alimentação. Os avanços nas técnicas relacionadas às etapas de produção, processamento e distribuição de leite têm favorecido ainda mais o seu consumo humano, particularmente o de origem bovina. Essas etapas, porém, induzem a alterações bioquímicas, físico-químicas, microbiológicas, nutricionais, sensoriais e reológicas (no comportamento mecânico) que podem comprometer a qualidade do produto final. A química do leite tornou-se muito importante para a garantia de qualidade e o desenvolvimento de produtos em laticínios. Assim, o estudo da química do leite envolve especialistas em diversas áreas, em razão da complexidade das interações entre os constituintes do leite e os tratamentos tecnológicos empregados.

Composição do leite

A composição do leite é determinante para o estabelecimento da sua

qualidade nutricional e adequação para processamento e consumo humano. A biossíntese do leite ocorre na glândula mamária, sob controle hormonal. Muitos dos constituintes são sintetizados nas células secretoras e alguns são agregados ao leite diretamente a partir do sangue e do epitélio glandular. Estima-se que o leite possua em torno de cem mil constituintes distintos, embora a maioria deles não tenha ainda sido identificada. A composição aproximada do leite de vaca é apresentada na Tabela 1.

A quantidade de leite produzida e sua composição apresentam varia-

ções ocasionadas por diversos fatores como: espécie, raça, fisiologia (individualidade, diferenças entre os quartos do úbere, idade), alimentação, estações do ano, doenças, período de lactação, ordenhas (número, intervalo e processo), fraudes e adulterações.

Considerações sobre os principais constituintes do leite

Água

É o constituinte quantitativamente mais importante, no qual estão dissolvidos, dispersos ou emulsionados os demais componentes. A maior parte

encontra-se como água livre, embora haja água ligada a outros componentes, como proteínas, lactose e substâncias minerais.

Gordura

A gordura no leite ocorre como pequenos glóbulos contendo principalmente triacilgliceróis, envolvidos por uma membrana lipoproteica. O leite de vaca possui aproximadamente 440 ésteres de ácidos graxos e os principais são o ácido palmítico e o ácido oleico. A gordura é o constituinte que mais sofre variações (Tabela 1) em razão de alimentação, raça, estação do ano e período de lactação.

Desde o nascimento do ser humano, o leite apresenta-se quase indissociável de sua alimentação. A melhoria na qualidade de vida do ser humano é ressaltada pela vital necessidade de se ter alimentos saudáveis

Constituinte	Teor (g/kg)	Variação (g/kg)
Água	873	855-887
Lactose	46	38-53
Gordura	39	24-55
Proteínas	32,5	23-44
Substâncias minerais	6,5	5,3-8,0
Ácidos orgânicos	1,8	1,3-2,2
Outros	1,4	-

Tabela 1: Composição média do leite de vaca. Fonte: Adaptado de Walstra e Jenness, 1984.

Vitaminas

Tanto no leite humano como no leite bovino estão presentes todas as vitaminas conhecidas. As vitaminas A, D, E e K estão associadas aos glóbulos de gordura e as demais ocorrem na fase aquosa do leite. A concentração das vitaminas lipossolúveis depende da alimentação do gado, exceto a da vitamina K. Esta, como as vitaminas hidrossolúveis, é sintetizada no sistema digestivo dos ruminantes.

Proteínas

O leite bovino contém vários compostos nitrogenados, dos quais aproximadamente 95 por cento ocorrem como proteínas e 5 por cento como compostos nitrogenados não-proteicos. O nitrogênio proteico do leite é constituído de cerca de 80 por cento de nitrogênio caseínico e de 20 por cento de nitrogênio não-caseínico (albuminas e globulinas).

Diversos fatores influenciam na composição e na distribuição das frações nitrogenadas do leite bovino, tais como temperatura ambiente, doenças do animal, estágio de lactação, número de parições, raça, alimentação e teor energético da alimentação.

Enzimas

Numerosas enzimas podem ser encontradas no leite, como lipases, proteinases, óxido-redutases, fosfatases, catalase e peroxidase. O desenvolvimento, intencional ou não, de microrganismos no leite contribui para o complexo enzimático. A atividade dessas enzimas é influenciada pelas condições do meio (temperatura, pH, acesso ao substrato), sendo alteráveis pelo processamento tecnológico.

Lactose

A lactose é o glucídio característico do leite, formado a partir da glicose e da galactose, sendo o constituinte sólido predominante e menos variável (Tabela 1). Tratamentos térmicos ocasionam

reações de escurecimento a partir da lactose, particularmente a reação de Maillard (quadro), com uma diminuição do valor nutricional diretamente proporcional à intensidade e o tempo de aquecimento.

Substâncias minerais

O leite contém teores consideráveis de cloro, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio e baixos teores de ferro, alumínio, bromo, zinco e manganês, formando sais orgânicos e inorgânicos. A associação entre os sais e as proteínas do leite é um fator determinante para a estabilidade das caseínas ante diferentes agentes desnaturantes. O fosfato de cálcio, particularmente, faz parte da estrutura das micelas de caseína.

Propriedades físico-químicas

Sabor e odor

O leite fresco, produzido sob condições ideais, apresenta sabor *sui generis* pouco pronunciado, essencialmente devido à relação entre lactose e cloretos, apresentando-se como doce e salgado, não ácido e não amargo, podendo ser afetado em condições como a ocorrência de mamite (infecções do úbere). Sabores e odores pronunciados em leite fresco devem-se usualmente à alimentação (ração, silagem) e ao ambiente de ordenha.

Cor

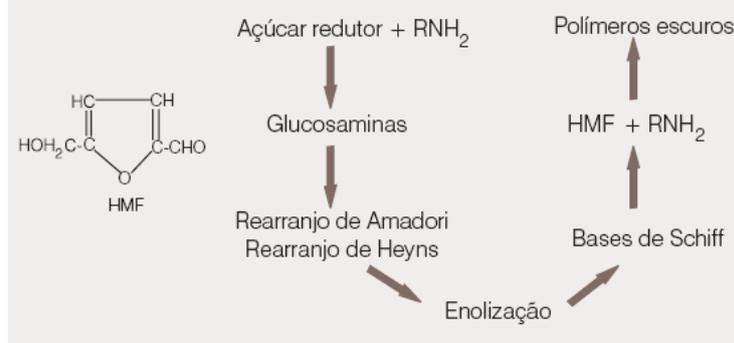
A cor branca do leite resulta da dispersão da luz refletida pelos glóbulos de gordura e pelas partículas coloidais de caseína e de fosfato de cálcio. A homogeneização torna o leite mais

Reação de Maillard

Em alimentos, podem ocorrer reações de escurecimento enzimático (ação de polifenóis-oxidases) ou não-enzimático (caramelização, oxidação da vitamina C e reação de Maillard). Em leite e produtos derivados, é comum o desenvolvimento da reação de Maillard, a partir de tratamentos térmicos empregados na tecnologia de processamento. A reação de Maillard pode ser desejável (cor e aroma do doce de leite) ou indesejável (bloqueio de aminoácidos essenciais, como a lisina, em leites esterilizados).

Quimicamente, a reação de Maillard, descrita pela primeira vez em 1912 por Louis-Camille Maillard, envolve grupos aldeído (açúcar redutor: lactose) e grupos amina —RNH_2 (proteínas, peptídeos e aminoácidos), com eliminação de água e formação de glicosaminas. Na seqüência, ocorrem diversas etapas (rearranjo de Amadori ou de Heyns, enolização, formação de bases de Schiff, formação de 5-hidroximetilfural —HMF), que terminam na polimerização e no aparecimento de compostos escuros chamados melanoidinas.

Diversos fatores afetam a velocidade e a intensidade da reação de Maillard, tais como: temperatura, tempo, pH, tipo de grupo amina e de açúcar redutor, teor de umidade e presença de sulfito. A correta combinação desses fatores contribui para a obtenção de alimentos com boas propriedades sensoriais e a menor perda nutricional possível.



branco, pela maior dispersão da luz. A cor amarelada provém do pigmento caroteno, que é lipossolúvel.

Cores anormais podem resultar de desenvolvimento microbiano, como a cor vermelha causada pela bactéria *Serratia marcescens* e a cor azul, pela bactéria do gênero *Pseudomonas*.

Acidez

O leite, logo após a ordenha, apresenta reação ácida com a fenolftaleína, mesmo sem que nenhuma acidez, como ácido láctico, tenha sido produzida por fermentações. A acidez do leite fresco deve-se à presença de caseína, fosfatos, albumina, dióxido de carbono e citratos.

Acidez natural
do leite varia entre 0,13 e 0,17 por cento, expressa como ácido láctico. A elevação da acidez é determinada pela transformação da lactose por enzimas microbianas, com formação de ácido láctico, caracterizando a *acidez desenvolvida* do leite. Tanto a acidez natural quanto a acidez desenvolvida são quantificadas, simultaneamente, em titulações por soluções alcalinas.

pH

Para o leite proveniente de diversas fontes, após misturado, o pH varia entre 6,6 e 6,8, com média de 6,7 a 20 °C ou 6,6 a 25 °C. No caso da secreção após o parto (colostro), o pH varia de 6,25 no primeiro dia a 6,46 no terceiro. O leite proveniente de animais com mamite é levemente alcalino, podendo atingir pH 7,5.

O leite apresenta considerável efeito tampão, especialmente em pH entre 5 e 6, em razão da presença de dióxido de carbono, proteínas, citratos, lactatos e fosfatos.

Densidade

A densidade do leite varia entre 1,023 g/mL e 1,040 g/mL a 15 °C; o valor médio é 1,032 g/mL. Leite com alto teor de gordura apresenta maior densidade em relação a leite com baixo teor de gordura, em razão do au-

mento do extrato seco desengordurado que acompanha o aumento no teor de gordura.

Ponto de congelamento

Em um leite contendo 12,5 por cento de extrato seco (4,75 por cento de lactose e 0,1 por cento de cloretos), o ponto de congelamento aproximado será -0,531 °C, em razão do abaixamento do ponto de congelamento causado pela lactose (-0,296 °C), pelos sais (-0,119 °C) e por outros constituintes dissolvidos (uréia, dióxido de carbono). Esses valores, entretanto, dependem de diversos fatores relacionados com o animal, o ambiente, o processamento industrial e as técnicas crioscópicas.

Ponto de ebulição

As substâncias dissolvidas no leite fazem com que o ponto de ebulição seja levemente maior que o da água. As temperaturas médias de ebulição, ao nível do mar, situam-se entre 100 e 101 °C.

Calor específico

O conhecimento do calor específico do leite e dos produtos lácteos é essencial à engenharia de processos e ao dimensionamento de equipamentos. A 15 °C, o leite integral, o leite desnatado e o creme de leite (30 por cento de gordura) apresentam calores específicos de 3,93 kJ K⁻¹ kg⁻¹, 3,95 kJ K⁻¹ kg⁻¹ e 4,11 kJ K⁻¹ kg⁻¹, respectivamente.

Tensão superficial

Os valores da tensão superficial do leite integral, do leite desnatado e do creme de leite são 55,3 mN/m, 57,4 mN/m e 49,6 mN/m, respectivamente. Aumento nos teores de constituintes tensoativos (proteínas, ácidos graxos livres) ocasiona redução da tensão superficial do leite.

Viscosidade

O leite é mais viscoso que a água, em razão da presença de proteínas e lipídios, podendo sofrer alterações com o processamento industrial. O leite integral e o leite desnatado têm viscosidades médias, a 20 °C, de

1,631 mPa s e 1,404 mPa s, respectivamente.

Condutividade elétrica

A presença de íons no leite, particularmente na forma de sais, possibilita a passagem de corrente elétrica, dependente da atividade desses íons. Em média, a condutividade do leite varia entre 4,61 mS/cm a 4,92 mS/cm.

Considerações finais

O estudo da química do leite pode abrir um espaço para professores e alunos do ensino médio desenvolverem estudos de natureza interdisciplinar. A sua interação com o cotidiano é marcante, notadamente o seu envolvimento com problemas sociais. Veja neste número de *Química Nova na Escola* exemplos de atividades envolvendo o tema leite.

Paulo Henrique Fonseca da Silva é técnico em laticínios, farmacêutico-bioquímico e mestre em ciência e tecnologia de alimentos. É professor no Instituto de Laticínio Cândido Tostes (EPAMIG), em Juiz de Fora - MG.

Para saber mais

ALBUQUERQUE, L.C. *Dicionário de termos laticinistas*. EPAMIG, Juiz de Fora, 1996.

ATHERTON, H.V.; NEWLANDER, J.A. *Chemistry and testing of dairy products*, 4 ed. Westport: AVI, 1977.

FRANCO, G. *Tabela de composição química de alimentos*. 9 ed. Rio de Janeiro: Athenes, 1992.

FURTADO, M.M. *A arte e a ciência do queijo*. São Paulo: Globo, 1991.

LUTFI, M. *Cotidiano e educação em química*. Ijuí: UNIJUÍ, 1968.

SGARBIERI, V.C. *Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento*. Campinas: Unicamp/Almed, 1987.

SILVA, P.H.F.; PEREIRA, D.B.C.; OLIVEIRA, L.L. & COSTA JÚNIOR, L.C.G. *Físico-química do leite. Métodos analíticos*. Juiz de Fora: Gráfica Oficina de Impressão, 1997.

WEBB, B. & JOHNSON, A.H. *Fundamentals of dairy chemistry*. Westport: AVI, 1936.

WALSTRA, P. & JENNESS, R. *Dairy chemistry and physics*. Nova York: John Wiley & Sons, 1984.

ANEXO B – Conteúdo Calórico do Leite

RELAÇÃO CREME% - GORDURA% - KCAL/ML (LUCAS E COLS)

C%	G%	Kcal ml	C%	G%	Kcal ml	C%	G%	Kcal ml	C%	G%	Kcal ml
1,0	0,28	0,35	4,1	2,40	0,56	7,2	4,52	0,77	10,3	6,65	0,97
1,1	0,34	0,36	4,2	2,47	0,57	7,3	4,59	0,77	10,4	6,71	0,98
1,2	0,41	0,37	4,3	2,54	0,57	7,4	4,66	0,78	10,5	6,78	0,99
1,3	0,48	0,37	4,4	2,60	0,58	7,5	4,73	0,79	10,6	6,85	0,99
1,4	0,55	0,38	4,5	2,67	0,59	7,6	4,80	0,79	10,7	6,92	1,00
1,5	0,62	0,39	4,6	2,74	0,59	7,7	4,86	0,80	10,8	6,99	1,01
1,6	0,69	0,39	4,7	2,81	0,60	7,8	4,93	0,81	10,9	7,06	1,01
1,7	0,76	0,40	4,8	2,88	0,61	7,9	5,0	0,81	11,0	7,13	1,02
1,8	0,82	0,41	4,9	2,95	0,61	8,0	5,07	0,82	11,1	7,20	1,03
1,9	0,89	0,41	5,0	3,02	0,62	8,1	5,14	0,83	11,2	7,20	1,03
2,0	0,96	0,42	5,1	3,08	0,63	8,2	5,21	0,83	11,3	7,30	1,04
2,1	1,03	0,43	5,2	3,15	0,63	8,3	5,28	0,84	11,4	7,40	1,05
2,2	1,10	0,43	5,3	3,22	0,64	8,4	5,34	0,85	11,5	7,50	1,05
2,3	1,17	0,44	5,4	3,29	0,65	8,5	5,41	0,85	11,6	7,54	1,06
2,4	1,23	0,45	5,5	3,36	0,65	8,6	5,48	0,86	11,7	7,60	1,07
2,5	1,30	0,45	5,6	3,43	0,66	8,7	5,55	0,87	11,8	7,67	1,07
2,6	1,37	0,46	5,7	3,50	0,67	8,8	5,62	0,87	11,9	7,74	1,08
2,7	1,44	0,47	5,8	3,56	0,67	8,9	5,69	0,88	12,0	7,80	1,09
2,8	1,51	0,47	5,9	3,63	0,68	9,0	5,76	0,89	12,1	7,88	1,09
2,9	1,58	0,48	6,0	3,70	0,69	9,1	5,82	0,89	12,2	7,90	1,10
3,0	1,65	0,49	6,1	3,77	0,69	9,2	5,89	0,90	12,3	8,0	1,11
3,1	1,71	0,49	6,2	3,84	0,70	9,3	5,96	0,91	12,4	8,01	1,11
3,2	1,78	0,50	6,3	3,91	0,71	9,4	6,0	0,91	12,5	8,15	1,12
3,3	1,85	0,51	6,4	3,97	0,71	9,5	6,10	0,92	12,6	8,20	1,13
3,4	1,92	0,51	6,5	4,04	0,72	9,6	6,17	0,93	12,7	8,29	1,13
3,5	1,99	0,52	6,6	4,11	0,73	9,7	6,23	0,93	12,8	8,36	1,14
3,6	2,0	0,53	6,7	4,18	0,73	9,8	6,30	0,94	12,9	8,40	1,15
3,7	2,13	0,53	6,8	4,25	0,74	9,9	6,37	0,95	13,0	8,50	1,15
3,8	2,2	0,54	6,9	4,3	0,75	10,0	6,44	0,95	13,1	8,56	1,16
3,9	2,26	0,54	7,0	4,4	0,75	10,1	6,51	0,96	13,2	8,63	1,17
4,0	2,33	0,55	7,1	4,45	0,76	10,2	6,58	0,97	13,3	8,70	1,17

Tabela 5 - Banco de Leite Humano : Maternidade Escola Assis Chateaubriand – Universidade Federal do Ceará – 1999.