

MAURÍCIO HENRIQUES LOUZADA SILVA

**TEOR DE LIPÍDEOS E COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DO
LEITE HUMANO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

MAURÍCIO HENRIQUES LOUZADA SILVA

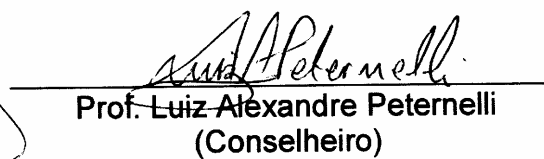
TEOR DE LIPÍDEOS E COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE HUMANO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

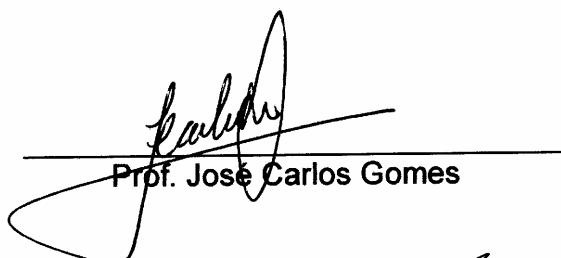
APROVADA: 14 de dezembro de 2001.



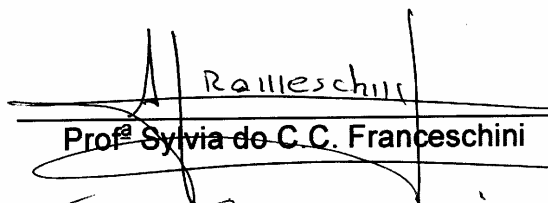
Prof. Sebastião César C. Brandão
(Conselheiro)



Prof. Luiz Alexandre Peternelli
(Conselheiro)



Prof. José Carlos Gomes



Prof. Sylvia do C.C. Franceschini



Prof. Marco Túlio Coelho Silva
(Orientador)

A Deus.

Aos meus queridos pais, Edson e Léa.

A minha esposa Vanessa, pela companhia e apoio constantes em minha vida.

Aos meus sogros e cunhadas, Alexandre e Joselina, Alessandra e Cristina.

A todas as mães, com seus filhos, pela presença de amor incondicional.

“O recém-nascido tem apenas três necessidades essenciais: o calor dos braços maternos, a certeza da presença materna e o leite de seus seios: o aleitamento materno satisfaz todas as três necessidades”.

Clark, 1984.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do Curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao professor Marco Túlio Coelho Silva, pela oportunidade de poder trabalhar sob sua orientação, pelo apoio, pelo incentivo e pela amizade.

Ao professor Luiz Alexandre Peternelli, pelas sugestões, pela atenção nas análises estatísticas e pela amizade.

Ao professor Sebastião César Cardoso Brandão, pelas sugestões e pela colaboração.

À professora Sylvia do Carmo C. Franceschini, pelas sugestões e pela amizade.

Ao professor José Carlos Gomes, pela colaboração e pela amizade.

À minha esposa Vanessa, pela convivência, pela dedicação, pelo carinho e pela contribuição indispensável na realização deste trabalho.

A Nerilda e a Mônica, pelo importante e indispensável auxílio na obtenção das lactantes.

A todas as lactantes que participaram do trabalho, pela doação do leite e pela disponibilidade.

Ao amigo Paulo Sobrinho, pela colaboração, pela amizade e pela atenção nas análises estatísticas.

Ao primo Paulo Afonso, pela amizade e pela colaboração.

Às amigas Simone e Luciana Borba, pela colaboração.

Aos demais professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos.

Aos meus amigos Manoel, Rodrigo, Renato, Iuri e João Felipe, pela força, pelo incentivo e pela amizade fraterna.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, especialmente a Geralda, Vânia, Sueli, Sr. Manoel e Fernando.

Aos colegas de laboratório: Márcio, Marcondes, Sandy, Marcelo e Tarso, pela agradável convivência.

Aos amigos Ronielli, Aureliano, Eduardo, Alcinéia, Joel e Ferlando, pela amizade.

A todos os colegas do curso.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado com êxito.

BIOGRAFIA

MAURÍCIO HENRIQUES LOUZADA SILVA, filho de Edson Rodrigues da Silva e Léa Henriques Louzada Silva, nasceu em Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, em 2 de fevereiro de 1973.

Em agosto de 1999, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Em setembro de 2000, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, na área de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos, submetendo-se à defesa de tese no dia 14 de dezembro de 2001.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Leite humano	3
2.1.1. Fisiologia de lactação	3
2.1.2. Composição do leite humano	4
2.1.3. Fatores que afetam a composição do leite humano	5
2.2. Lipídeos.....	7
2.2.1. Triacilgliceróis.....	7
2.2.2. Ácidos graxos	10
2.2.2.1. Ácidos graxos essenciais e seus derivados	12
2.2.2.2. Ácidos graxos trans	17
2.2.3. Fosfolipídeos	19
2.2.4. Outros derivados lipídicos.....	19

	Página
2.3. Lipídeos do leite humano	20
2.3.1. Triglicerídeos do leite humano	23
2.3.2. Ácidos graxos do leite humano	24
2.3.2.1. Importância dos ácidos graxos poliinsaturados e seus derivados.....	27
2.3.2.2. Ácidos graxos trans (AGT) do leite humano	29
2.3.3. Fosfolipídeos e outros derivados lipídicos do leite humano ...	30
3. CASUÍSTICA, MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Casuística	31
3.2. Extração e análise dos lipídeos	33
3.3. Determinação da composição em ácidos graxos do leite humano ..	35
3.3.1. Preparação de ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES)	35
3.3.2. Análises cromatográficas	36
3.4. Análise estatística	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1. Características gerais das doadoras	38
4.2. Hábito alimentar das lactantes	39
4.3. Teor de lipídeos do leite humano	39
4.3.1. Teor de lipídeos entre as classes econômicas.....	39
4.3.2. Teor de lipídeos no leite humano ao longo da lactação.....	44
4.4. Ácidos graxos no lipídeo do leite humano	45
4.4.1. Ácidos graxos saturados totais	47
4.4.2. Ácidos graxos trans (AGT)	55
4.4.3. Ácidos graxos insaturados totais	57
4.4.3.1. Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)	57
4.4.3.2. Ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$ e $\omega 3$	59
5. CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
APÊNDICE	80

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Composição dos principais componentes do leite humano maduro e leite de vaca.....	4
2 Concentração (%) de ácidos graxos em algumas gorduras naturais	9
3 Principais ácidos graxos saturados	11
4 Principais ácidos graxos insaturados	11
5 Composição média das classes de lipídeos do leite humano	20
6 Fatores associados às mudanças no teor de gordura do leite humano	22
7 Distribuição posicional dos principais ácidos graxos no triglicerídeo do leite humano	24
8 Composição média (%) em ácidos graxos na gordura do leite humano	25
9 Classificação econômica e renda familiar média	35
10 Características individuais das doadoras	38
11 Valores médios de algumas características das classes econômicas.....	39

	Página
12 Composição química média dos alimentos (g/100 g) encontrados nas dietas das lactantes participantes	40
13 Resumo do hábito alimentar das lactantes de alto nível econômico (ANE) e baixo nível econômico (BNE) em cada semana de lactação	41
14 Teor médio de lipídeos do leite humano (%) e diferença média.	42
15 Composição porcentual média (em massa) dos ácidos graxos do leite humano em cada classe econômica	46
16 Composição porcentual média (% em massa) de ácidos graxos ao longo da lactação para lactantes de alto nível econômico (ANE).....	48
17 Composição porcentual média (% em massa) de ácidos graxos ao longo da lactação para lactantes de baixo nível econômico (BNE).....	49
18 Composição média (% em massa) de ácidos graxos de cadeia média em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	51
19 Composição média (% em massa) de ácidos graxos saturados de cadeia longa em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	53
20 Composição média (% em massa) de ácidos graxos trans em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	55
21 Composição média (% em massa) de ácidos graxos monoinsaturados em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	57
22 Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados da família ω 6 em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	60
23 Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados da família ω 3 em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	61
24 Relação C18:2 ω 6/C18:3 ω 3 e diferença média.....	63

	Página
25 Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 6$ (AGPICL $\omega 6$) em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	65
26 Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 3$ (AGPICL $\omega 3$) em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média	66

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Reação de formação e fórmula estrutural genérica dos triacilgliceróis	8
2 Fórmula estrutural genérica dos ácidos graxos	10
3 Metabolismo de ácidos graxos essenciais pertencentes às famílias $\omega 6$ e $\omega 3$	14
4 Fontes de ácidos graxos do leite humano	26
5 Questionário de identificação do hábito alimentar das lactantes	32
6 Modelo de ficha empregada na identificação e classificação econômica das doadoras	34
7 Teor de lipídeos (%) ao longo da lactação	44
8 Exemplo de cromatograma dos ácidos graxos no lipídeo do leite humano	50
9 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos de cadeia média ao longo da lactação em cada classe econômica	52
10 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos saturados de cadeia longa (AGSCL) ao longo da lactação em cada classe econômica.....	54
11 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos trans ao longo da lactação em cada classe econômica.....	56

	Página
12 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) ao longo da lactação em cada classe econômica.....	59
13 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$ (AGPI $\omega 6$) ao longo da lactação em cada classe econômica.....	61
14 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 3$ (AGPI $\omega 3$) ao longo da lactação em cada classe econômica.....	63
15 Taxa de C18:2/C18:3 ao longo das semanas em cada classe econômica.....	64
16 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 3$ (AGPICL $\omega 3$) ao longo da lactação em cada classe econômica	67
17 Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 6$ (AGPICL $\omega 6$) ao longo da lactação em cada classe econômica	67

RESUMO

SILVA, Maurício Henriques Louzada, M.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2001. **Teor de lipídeos e composição em ácidos graxos do leite humano.** Orientador: Marco Túlio Coelho Silva. Conselheiros: Sebastião César Cardoso Brandão e Luiz Alexandre Peternelli.

Este trabalho foi desenvolvido com o propósito de avaliar o teor e a composição de ácidos graxos no lipídeo do leite humano maduro durante um período de dez semanas de lactação e comparar essas variáveis em lactantes classificadas em Alto Nível Econômico (ANE) e Baixo Nível Econômico (BNE). Foram estudadas oito doadoras saudáveis, distribuídas nos dois grupos econômicos (quatro para cada grupo). As coletas foram realizadas uma vez a cada semana, no horário de 10:00-12:00h e no fim da mamada. Ao fim de cada extração (manual), um questionário foi aplicado para observação do hábito alimentar das lactantes. Optou-se por análises descritivas para verificar o comportamento dos lipídeos e ácidos graxos ao longo da lactação, teste t, de Student para dados pareados para comparação das variáveis estudadas entre as classes econômicas, e também correlações para se avaliar o grau de associação entre algumas variáveis de interesse. Os resultados obtidos para as condições utilizadas neste trabalho são apresentados a seguir: o teor médio de lipídeos do leite humano encontrado foi de 4,02 e 3,28% para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. Embora a diferença tenha sido significativa

($P < 0,05$), os valores obtidos estão de acordo com a literatura. Ao longo das semanas, o teor de gordura apresentou muita oscilação, não sendo possível obter estatisticamente um modelo que explicasse tal variação. Os ácidos graxos de cadeia média (de novo) apresentaram média percentual significativamente superior ($P < 0,05$) para as lactantes de BNE (20,04%) quando comparado com a das lactantes de ANE (11,78%), enquanto que a média percentual dos ácidos graxos saturados de cadeia longa para as lactantes de ANE (24,59%) foi significativamente superior ($P < 0,05$) do que para as lactantes de BNE (22,94%). O grupo de ácidos graxos saturados totais apresentou valores médios de 36 e 43% para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. A média percentual dos ácidos graxos trans para as lactantes de ANE (3,44%) foi significativamente superior ($P < 0,05$) em comparação com as lactantes de BNE (1,27%). Os níveis médios de ácidos graxos monoinsaturados foram significativamente superiores ($P < 0,05$) para as lactantes de ANE (29%) quando comparados com aqueles das lactantes de BNE (26,15%). Dentre os grupos dos ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$ e $\omega 3$ e também os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, particularmente o ácido araquidônico e o ácido docosahexaenóico, não foram constatadas diferenças significativas entre as classes econômicas. O grupo de ácidos graxos insaturados totais apresentou valores médios de 52,86 e 49% para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. Correlações negativas, embora não significativas foram encontradas entre ácidos graxos trans e o conteúdo de lipídeos, e também entre ácidos graxos trans e ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa. Um aumento médio de C18:2 $\omega 6$ (linoléico) foi acompanhado significativamente pelo aumento de C18:3 $\omega 3$ (linolênico). A dieta foi provavelmente o principal fator responsável pelas diferenças encontradas para as médias das variáveis estudadas tanto ao longo da lactação quanto entre as classes econômicas. Isto ocorre possivelmente em função das diferenças observadas no hábito alimentar entre as lactantes classificadas em alto e baixo nível econômico.

ABSTRACT

SILVA, Maurício Henriques Louzada, M.S., Universidade Federal de Viçosa, December 2001. **Lipid contents and fatty acids composition in human milk.** Adviser: Marco Túlio Coelho Silva. Committee members: Sebastião César Cardoso Brandão and Luiz Alexandre Peternelli.

This study was carried out to evaluate the content and composition of fatty acids in lipid of the mature human milk over a 10-week lactation period, as well as to compare these variables in lactating women classified as High Economic Level (ANE) and Low Economic Level (BNE) women. Eight healthy donors distributed into two economic groups (four for each group) were studied. Milk collections were accomplished once every week from 10:00 to 12:00 a.m., as well as at the sucking end. At the end of each extraction (manual), a questionnaire was applied in order to observe the lactating women's feed habits. The descriptive analyses were chosen to verify the behavior of the lipid and fatty acids along lactation, as well as the Student's test to the paired data for comparison of the variables between the economic classes, and correlation to evaluate the association level among some variables. For this study conditions, the obtained results are: the average lipid contents found in human milk was 4.02 and 3.28% for lactating women at ANE and BNE levels, respectively. Although the significant difference ($P < 0.05$), the obtained values are in accordance with literature. Over the weeks, the lipid content presented a

wide oscillation, thus it was not possible to statistically obtain a model that would adjust variation. The fatty acids of the intermediate chain (de novo synthesis) showed a significantly superior percent average ($P<0.05$) for BNE lactating women (20.04%) when compared to ANE lactating women (11.78%), while the percent average of the saturated fatty acids of long chain for ANE lactating women (24.59%) was significantly superior ($P<0.05$) than those for BNE ones (22.94%). The group of the total saturated fatty acids presented average values of 36 and 43% for lactating women at ANE and BNE levels, respectively. The percent average of the trans fatty acids for ANE lactating women (3.44%) was significantly superior ($P<0.05$) in comparison with the BNE lactating women (1.27%). The average levels of the monounsaturated fatty acids were significantly superior ($P<0.05$) for ANE lactating women (29%) when compared to BNE lactating women (26.15%). Among groups of the polyunsaturated fatty acids in family $\omega 6$ and $\omega 3$ as well as the polyunsaturated fatty acids with long chain, mainly the araquidonic acid and the docosahexaenoic acid, no significant differences were found between the economic classes. The group of total unsaturated fatty acids presented average values of 52.86 and 49% for lactating women at ANE and BNE level, respectively. The negative correlations, although not significant, were found among the trans fatty acids and lipid contents, and also between the trans fatty acids and the polyunsaturated fatty acids with long chain. An average increase of C18:2 $\omega 6$ (linoleic) was significantly followed by increase in C18:3 $\omega 3$ (linolenic). Probably, the diet was the main factor responsible for the differences in the average studied variables either along lactation or among the economic classes. This probably occurs as a function of differences observed in feed habit among the lactating women classified at the high and low economic level.

1. INTRODUÇÃO

É de consenso geral que o leite humano é fundamental para a promoção e proteção da saúde dos lactentes em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, onde o combate à desnutrição e à mortalidade infantil torna cada vez mais óbvia a importância da utilização deste alimento, particularmente nos primeiros seis meses de vida.

Nos últimos anos, inúmeros trabalhos foram publicados para descrever as propriedades físico-químicas do leite humano. Atualmente, mais de 200 componentes já foram encontrados, embora os conhecimentos disponíveis ainda sejam considerados incompletos. Dentre os macronutrientes, o lipídeo é o mais variável, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo. A composição do lipídeo do leite humano é variável em função de diversos fatores, como estágio de lactação, individualidade, doenças e, principalmente, dieta (JENSEN, 1999).

A composição lipídica do leite humano é complexa e apresenta uma série de peculiaridades, que resultam em melhor digestibilidade e adequação em relação às necessidades nutricionais do lactente. A gordura é constituída de aproximadamente 98% de triglicerídeos; além de ser a principal fonte de calorias do leite humano, contribui para a sensação de saciedade, podendo, desta forma, ser um possível mecanismo de controle do apetite do lactente, fornecendo ácidos graxos essenciais ao organismo, e atuando no transporte de vitaminas (A, D, E, K) e hormônios lipossolúveis (FORMO, 1979; NATIONAL

ACADEMY OF SCIENCES, 1991). No leite humano predominam os ácidos graxos insaturados. Dentre estes, merecem destaque, por exemplo, os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (20 e 22 átomos de carbono), principalmente o ácido araquidônico (C20:4 ω 6) e o ácido docosahexaenóico (C22:6 ω 3), devido às suas importantes funções como componentes de membranas celulares. Estes ácidos graxos estão envolvidos no desenvolvimento do cérebro, sistema nervoso e funções visuais, durante a infância (HORROCKS e YEO, 1999).

Devido à grande variabilidade do lipídeo do leite humano e também à importância do seu papel no desenvolvimento do lactente, cientistas de todo o mundo têm enfatizado a necessidade de estudar este componente.

Este trabalho teve por objetivo estudar o teor e a composição em ácidos graxos no lipídeo do leite humano durante o período de dez semanas de lactação, iniciado a partir da quarta semana. Além disso, comparações médias entre o leite produzido por lactantes classificadas em alto nível econômico e baixo nível econômico foram efetuadas nesse estudo, e também correlações foram obtidas para estudar o grau de associação entre algumas variáveis de interesse.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Leite humano

2.1.1. Fisiologia de lactação

A glândula mamária passa por distintas fases de desenvolvimento, desde a vida embrionária até sua completa maturação e capacitação para a lactação, que chegará ao seu máximo na gravidez e lactação (REGO, 2001a). Neste processo de desenvolvimento atuam fatores hormonais, genéticos, nutricionais, metabólicos e nervosos que, em condições normais, agem sinérgica e harmoniosamente. Dentre estes fatores têm primordial importância os hormonais (RIORDAN e AUERBACH, 1999).

Durante a gravidez, as taxas de hormônios estrogênicos, progesterona e prolactina aumentam progressivamente no sangue. Esses hormônios, assistidos por outros (hormônios do crescimento, tireoxina, hidrocortisona e insulina), exercem ação morfogênica sobre as glândulas mamárias, preparando-as anatomicamente para a lactação, promovendo o desenvolvimento do sistema lóbulo-alveolar, que é responsável pela secreção do leite. Para a secreção láctea, o hormônio essencial é a prolactina. Após o parto, com a saída da placenta, a taxa de hormônios estrogênicos e progesterona caem subitamente no sangue, enquanto a taxa da prolactina

(hormônio galactogênico) continua elevada, estimulando fortemente a secreção do leite (RIORDAN e AUERBACH, 1999; REGO, 2001a).

2.1.2. Composição do leite humano

O leite humano é um fluido muito complexo, que contém mais de 200 componentes reconhecidos e apresenta proporções e formas químicas diferentes do leite de outras espécies (Quadro 1), consistindo de carboidratos e alguns sais em verdadeiras soluções, caseínas em dispersão coloidal, membranas, células e fragmentos celulares, e glóbulos de lipídeos emulsificados (JENSEN, 1999).

Quadro 1 – Composição dos principais componentes do leite humano maduro e leite de vaca

Componentes	Concentração (g/100mL)	
	Leite humano	Leite de vaca
Água	87,6	87,2
Proteínas	1,1	3,5
Gordura	3,8	3,7
Lactose	7,0	4,9
Minerais	0,2	0,7

Fonte: PERNETTA (1988).

As proteínas são representadas pela caseína (40%), lactoalbumina (60%) e quantidade mínima de lactoglobulina. Por esta razão, o leite humano coagula-se em flocos tênues e porosos, o que o torna mais acessível às enzimas, encurtando o período de digestão (RIORDAN e AUERBACH, 1999).

O principal carboidrato do leite humano é a lactose sob a forma de beta-lactose, dissacarídeo que se desdobra, durante o processo de digestão, em glicose e galactose. O elevado teor de lactose assegura ao lactente disponibilidade suficiente de galactose, que é um componente do cérebro. O leite humano contém também os oligossacarídeos, que estimulam o crescimento de uma flora bacteriana intestinal protetora, constituída

predominantemente pela espécie *bifidobacterium* (*Lactobacillus bifidus*), diminuindo, assim, o risco de infecções por microrganismos patogênicos (Goedhart e Bindels, 1994, Kelly et al., 1994; citados por EUCLYDES, 2000).

Os sais minerais são distribuídos no leite em solutos ou agregados às substâncias orgânicas. No leite, predominam o cálcio, fósforo e potássio, sendo relativamente escassos o sódio e o magnésio. A baixa taxa de sais do leite humano oferece menor carga osmolar ao trabalho renal, o que determina maior estabilidade hídrica do lactente que dele se alimenta (PERNETTA, 1988; RIORDAN e AUERBACH, 1999).

A água, 87,6% no leite, constitui aproximadamente 70% do peso do corpo no primeiro ano de vida e desempenha funções de interesse vital: mantém a estrutura das células e sua capacidade funcional, garante a integridade dos reservatórios líquidos no organismo e as contínuas trocas entre eles, leva substâncias nutritivas até à intimidade dos tecidos e recolhe os detritos metabólicos (ORNELLAS e ORNELLAS, 1983; EUCLYDES, 2000).

Todas as vitaminas estão presentes, merecendo particular menção os fatores A, B, E, e K. A quantidade de vitamina C depende, estritamente, da alimentação da lactante (REGO, 2001b).

A composição no leite humano apresenta pequenas variações de uma mulher para outra e mesmo no próprio indivíduo, conforme a idade, o período de lactação, a alimentação, dentre outros. (EUCLYDES, 2000; REGO, 2001b).

2.1.3. Fatores que afetam a composição do leite humano

Existem determinados fatores que influenciam a composição do leite humano. NAITO et al. (1983) observaram que o teor de proteínas do leite aumentou durante a mamada e decresceu no primeiro e no segundo mês de lactação, permanecendo, então, constante por dez meses. CHANDRA (1982), ao analisar amostras de leite de mulheres que pariram prematuramente e a termo, observou que o teor de proteína não foi influenciado pelo método de coleta (manual ou mecânica) nem pela velocidade do fluxo de leite e horário de coleta. O leite produzido por lactantes de recém-nascidos prematuros tem maior concentração (15 a 20%) de proteína total do que o leite produzido por lactantes de recém-nascidos a termo (ANDERSON et al., 1981; NATIONAL

ACADEMY OF SCIENCES, 1991). Segundo Jelliffe e Jelliffe (1978), citados por COCKBURN (1983), o leite de mulheres subnutridas e doentes apresenta pequenas reduções no teor de proteínas, mas, fisiologicamente significativas; a suplementação protéica da alimentação de tais mulheres parece não exercer efeito pronunciado sobre a concentração protéica do leite (LÖNNERDAL, 1986).

Dentre os macronutrientes encontrados no leite humano, o conteúdo de carboidratos é relativamente constante. Segundo ANDERSON et al. (1981), o leite de pré-termo apresentou um teor de carboidratos menor (aproximadamente 10%), quando comparado com o leite produzido por lactantes de recém-nascidos a termo.

Em relação aos minerais, FINLEY (1985a) determinou que os níveis de cálcio diminuíram durante a lactação. ALMEIDA et al. (1987) observaram que os teores médios de cálcio e magnésio permaneceram constantes no decorrer do período de lactação, sendo que os teores do primeiro sofreram influências do tipo de dieta na gestação e lactação e que os teores dos dois não se relacionaram ao tipo de parto. Segundo BUTTE et al. (1984), a concentração de cálcio no leite de lactantes de recém-nascidos a termo é, significativamente, maior que a do leite de lactantes de prematuros. As concentrações de sódio e cloro são maiores no leite de lactantes de prematuros, quando comparadas a lactantes de termo (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1991).

De modo geral, as vitaminas são os componentes mais variáveis do leite humano, particularmente as vitaminas A e do complexo B. O principal fator que influencia o conteúdo das vitaminas no leite humano é o estado nutricional de vitamina da lactante. Geralmente, quando a dieta materna de vitaminas é muito baixa, os níveis de vitamina no leite humano também são baixos, e vice-versa (EUCLYDES, 2000).

É de consenso geral que alguns medicamentos, drogas, pílulas anticoncepcionais, cigarros e bebidas prejudicam a quantidade e qualidade do leite materno, podendo ocorrer a transferência de alguns de seus componentes para o leite materno, ocasionando efeitos prejudiciais ao lactente.

2.2. Lipídeos

Os lipídeos são um grupo de substâncias, geralmente solúveis em solventes orgânicos e pouco solúveis em água, de origem animal, vegetal ou mesmo microbiológica. Dependendo da consistência da matéria, ou seja, da forma líquida ou sólida à temperatura ambiente, podem ser considerados óleos e gorduras, respectivamente. A classificação geral de lipídeos, com base em seus componentes estruturais, pode ser definida por uma variedade de substâncias, incluindo glicerídeos, álcoois (esteróis, tocoferóis), hidrocarbonetos (carotenos), ceras, fosfolipídeos, ácidos graxos, vitaminas lipossolúveis como A, D, E, K, glicolipídeos e lipoproteínas, que são lipídeos associados a açúcares e proteínas, respectivamente (SONTTAG, 1979; FENNEMA, 1996).

Os lipídeos são reconhecidos, há muito tempo, como nutrientes essenciais na dieta animal e humana. Eles possuem maior fonte de concentração de energia do que qualquer outra fonte de alimentos e, também, são componentes de membrana para proteção de estruturas celulares, conferindo fluidibilidade, flexibilidade e estabilidade estrutural. Também contribuem para a sensação de saciedade após a alimentação. São carreadores de hormônios e vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), e servem para tornar os outros alimentos mais palatáveis. Além destas funções, algumas substâncias lipídicas podem atuar com funções metabólicas essenciais, como é o caso do colesterol e dos ácidos graxos essenciais. Estão presentes em quantidades variáveis na grande maioria dos alimentos. As principais fontes de lipídeos na dieta são carnes, aves, peixes, nozes e sementes de vegetais, que são cultivadas em razão de seu alto conteúdo de óleo (FORMO, 1979; MORETTO e FETT, 1989).

2.2.1. Triacilgliceróis

Os lipídeos mais simples e abundantes, que contêm os ácidos graxos como unidades fundamentais, são os triacilgliceróis, também freqüentemente denominados óleos, gorduras, gorduras neutras ou triglicerídeos. Os triacilgliceróis são ésteres do álcool glicerol com três moléculas de ácidos

graxos (Figura 1). Os triacilgliceróis são os componentes principais de armazenamento, ou depósito de gorduras nas células das plantas e animais, mas não são normalmente encontrados em membranas. Observa-se que triacilgliceróis são moléculas hidrofóbicas, não-polares, pois, não contêm grupos funcionais eletricamente carregados ou altamente polares (MORETTO e FETT, 1989).

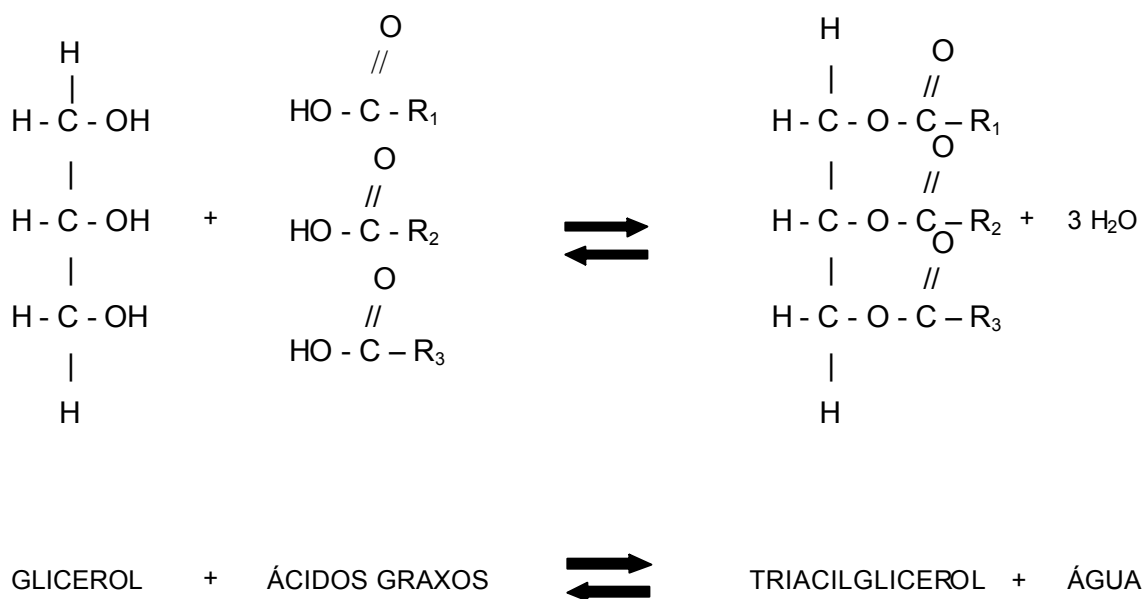


Figura 1 – Reação de formação e fórmula estrutural genérica dos triacilgliceróis.

Os triacilgliceróis existem em muitos tipos diferentes, dependendo da identidade e posição dos três ácidos graxos componentes do glicerol esterificado. Aqueles que contêm um único tipo de ácido graxo em todas as posições são classificados de triacilgliceróis simples; e são denominados de acordo com o ácido graxo que contêm. Podemos citar, como exemplo, o triestearoilglicerol, o tripalmitoilglicerol e o trioleilglicerol que contêm, respectivamente, o ácido esteárico, o ácido palmítico e o ácido oléico. Os nomes triviais e mais comumente usados destes triacilgliceróis são, respectivamente, triestearina, tripalmitina e trioleína.

Os triacilgliceróis que contêm dois ou mais ácidos graxos diferentes são classificados de triacilgliceróis mistos. A maioria das gorduras naturais, como as do óleo de oliva, da manteiga e outras gorduras alimentares são misturas complexas de triacilgliceróis simples e mistos, contendo uma variedade de ácidos graxos, que diferem na extensão da cadeia e no grau de saturação (Quadro 2) (LENHINGHER, 1990).

Quadro 2 – Concentração (%) de ácidos graxos em algumas gorduras naturais

Gorduras	Porcentagem Total dos Ácidos Graxos				
	Saturados				Insaturados
	C4-C12	C14	C16	C18	C16 + C18
Óleo de oliva	< 2	< 2	13	3	80
Manteiga	11	10	26	11	40
Gordura bovina	< 2	< 2	29	21	46

Fonte: LENHINGHER (1990).

Os triacilgliceróis contendo apenas ácidos graxos saturados, como a triestearina, principal componente da gordura bovina, são sólidos gordurosos brancos à temperatura ambiente. Os triacilgliceróis que contêm três ácidos insaturados, como a trioleína, principal componente do óleo de oliva, são líquidos. A manteiga é uma mistura de triacilgliceróis, alguns dos quais possuem ácidos graxos de cadeia relativamente curta. Como os ácidos graxos da cadeia curta possuem pontos de fusão baixos, eles conferem maciez à manteiga em temperatura ambiente. Os triacilgliceróis sofrem hidrólise, quando aquecidos com ácidos ou bases, ou quando atacados enzimaticamente pela enzima lipase, secretada no intestino delgado pelo pâncreas. Também são muito mais adequados do que o glicogênio para servir como forma de armazenamento de energia. Eles não apenas podem ser armazenados sob melhor forma em grandes quantidades, como também produzem mais do dobro de energia por grama que os carboidratos. Em alguns animais, os triacilgliceróis estocados sob a pele desempenham dois papéis importantes, isto é, funcionam como depósitos energéticos e proporcionam isolamento contra temperaturas muito baixas (LENHINGHER, 1990).

2.2.2. Ácidos graxos

Este termo refere-se a qualquer ácido monocarboxílico alifático, que pode ser liberado por hidrólise de gorduras (ORNELLAS e ORNELLAS, 1983; FENNEMA, 1996). A Figura 2 mostra a fórmula estrutural genérica de um ácido graxo.

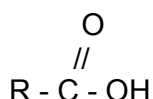


Figura 2 – Fórmula estrutural genérica dos ácidos graxos. R é geralmente um hidrocarboneto

Os ácidos graxos mais comuns nos óleos e gorduras são os de cadeia reta, com números pares de 4 a 24 átomos de carbono. Os ácidos graxos com 2-4 átomos de carbono são considerados ácidos graxos de cadeia curta ou voláteis; C6-C14, cadeia média, e C16-C24 de cadeia longa. Ácidos graxos “saturados” são os que possuem todos os átomos de carbono da cadeia hidrocarbonada ligados a, pelo menos, dois átomos de hidrogênio (Quadro 3). Por outro lado, quando há uma ou mais duplas ligações gerando carbonos ligados a um só átomo de hidrogênio, os ácidos graxos são denominados ácidos “insaturados” (Quadro 4). Os ácidos graxos diferem, basicamente, uns dos outros pelo comprimento da cadeia hidrocarbonada e pelo número e posição das duplas ligações (MORETTO e FETT, 1989).

Os ácidos graxos saturados têm como isômeros apenas os ácidos com ramificação na cadeia, sendo este tipo de isomeria pouco comum. Nos ácidos graxos insaturados, podem ocorrer dois tipos de isomeria, isto é, a de posição e a geométrica. No primeiro caso, podem apresentar isômeros posicionais em relação à localização da dupla ligação na cadeia de carbono. Na natureza, estas ligações estão freqüentemente localizadas nos carbonos C9, C12 e C15. Nos ácidos graxos insaturados de ocorrência natural predominam ligações duplas na configuração “CIS”. Pode se dizer, então, que os ácidos graxos insaturados diferem quanto ao número de átomos de carbono, número de duplas

Quadro 3 – Principais ácidos graxos saturados

Nome Sistemático	Nome Comum	Nº de Átomos de C	Fonte
n-butanóico	Butírico	4	Manteiga
n-hexanóico	Capróico	6	Manteiga
n-octanóico	Caprílico	8	Óleo de coco
n-decanóico	Cáprico	10	Óleo de coco
n-dodecanóico	Láurico	12	Óleo de coco
n-tetradecanóico	Mirístico	14	Manteiga/coco
Hexadecanóico	Palmítico	16	Maioria dos óleos
n-ctadecanóico	Esteárico	18	Maioria dos óleos
n-eicosanóico	Araqúidico	20	Porco e amendoim
n-docosanóico	Behênico	22	Amendoim

Fonte: Adaptado de MAYES (1994a).

Quadro 4 – Principais ácidos graxos insaturados

Nome Sistemático	Nome Comum	Nº Duplas Ligações	Nº de Átomos de C	Fonte
n-cis,9-decenóico	Caproléico	1	10	Manteiga
n-cis,9- dodecenóico	Lauroléico	1	12	Manteiga
n-cis,9-tetradecenóico	Miristoléico	1	14	Manteiga
n-cis,9-Hexadecenóico	Palmitoléico	1	16	Gord. animal, sementes
n-cis,9-Octadecenóico	Oléico	1	18	Todos os óleos e gorduras
n-cis,11- Octadecenóico	Vacênico	1	18	Manteiga, gordura bovina
n-cis,9,12-Octadecadienóico	Linoléico	2	18	Maioria óleos de grãos
n-cis,9,12,15-Octadecatrienóico	Linolênico	3	18	Óleo de soja
n-cis,5,8,11,14-Eicosatetraenóico	Araquidônico	4	20	Óleos de peixe
n-cis,13-Docosenóico	Erúcico	1	22	Óleo de colza
n-cis,4,7,10,13,16,19-Docosahexaenóico	Cervônico	6	22	Óleos de peixe
n-cis, 15-Tetracosenóico	Nervônico	1	24	Cerebrosídeos

Fonte: Adaptado de MAYES (1994a).

ligações (monoinsaturados, poliinsaturados), localização das insaturações, conjugação e configuração (MORETTO e FETT, 1989). Na isomeria geométrica, as duplas ligações impedem a livre rotação dos átomos de carbono, ocorrendo dois segmentos na cadeia hidrocarbonada, que podem situar-se do mesmo lado, como é o caso dos isômeros cis, gerando uma cadeia dobrada. No caso dos isômeros trans, esses dois segmentos situam-se em lados opostos, mantendo a cadeia hidrocarbonada praticamente linear. Ácidos graxos com mais de uma insaturação podem existir em mais de duas configurações. Desta maneira, o ácido linoléico (C18:2) com duas insaturações, ambas na configuração cis, terá isômeros com as configurações cis-trans, trans-cis e trans-trans (GURR, 1984).

A representação simbólica dos ácidos graxos é realizada indicando-se o número de átomos de carbono seguido de dois pontos, do número, tipo e posição das ligações insaturadas. O ácido oléico é o ácido C18:1 cis,9. A numeração usual (IUPAC), para os átomos de carbono, é a que considera o carbono da carboxila como o carbono 1. O símbolo " Δ 9", por exemplo, significa que a ligação insaturada está entre os carbonos 9-10. Para os biólogos, o carbono do grupo metil terminal é considerado como sendo o carbono 1 e a nomenclatura é apresentada como " ω " ou " n ". Então, o ácido linoléico C18:2 cis,9,12 passa a ser denominado C18:2 ω 6 (MAYES, 1994a).

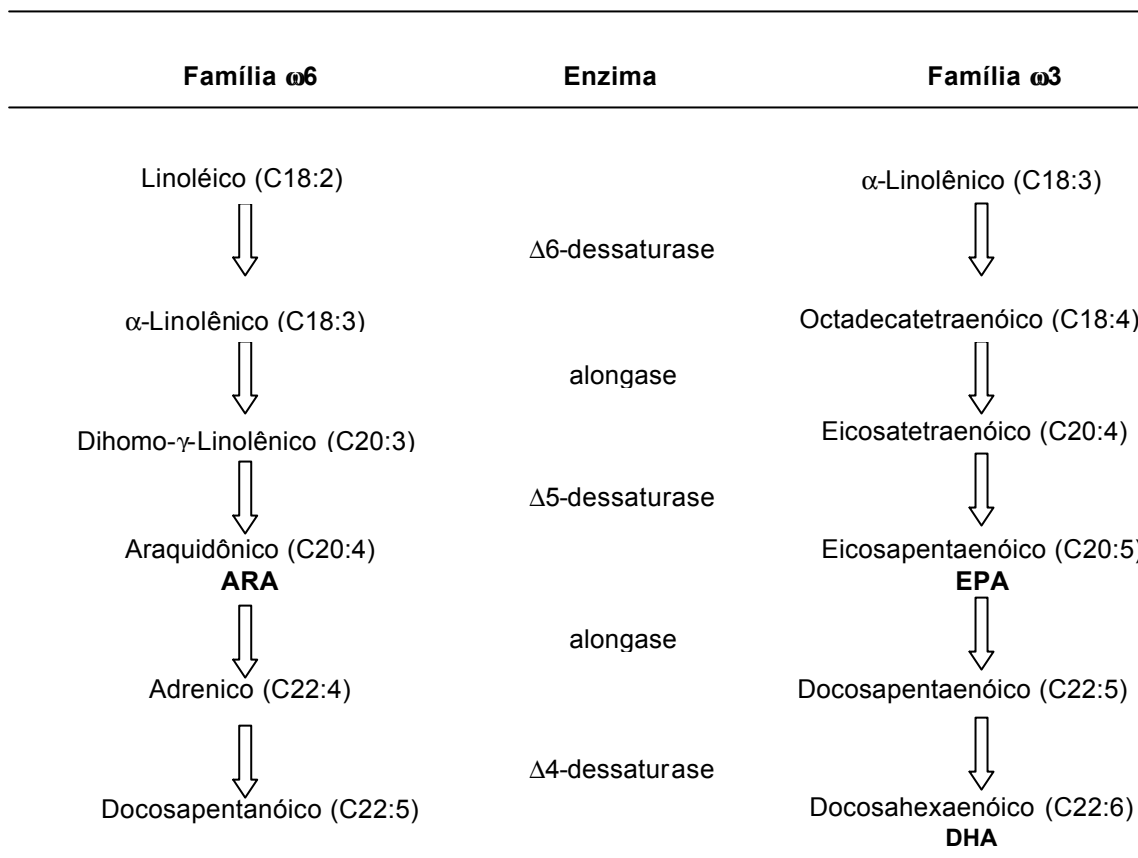
2.2.2.1. Ácidos graxos essenciais e seus derivados

Os ácidos graxos são denominados "essenciais" porque o organismo humano não pode sintetizá-los e, portanto, devem ser fornecidos através da dieta. Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) podem ser subdivididos em duas famílias, de acordo com a localização da última dupla ligação em relação ao seu grupamento metílico terminal, ou seja, a família ômega-6 (ω 6) representada pelo ácido linoléico (C18:2 Δ 9,12 ω 6) e a família ômega-3 (ω 3) representada pelo ácido α -linolênico (C18:3 Δ 9,12,15 ω 3). Estes ácidos graxos são considerados verdadeiramente essenciais. Seus derivados, como o ácido araquidônico (ARA-C20:4 ω 6), ácido docosahexaenóico (DHA-C22:6 ω 3) e ácido eicosapentaenóico (EPA-C20:5 ω 3), também podem ser considerados

essenciais, nos casos em que não possam ser sintetizados em quantidades adequadas pelo organismo, como, por exemplo, em crianças prematuras.

A essencialidade das duas séries foi, primeiramente, reportada por Burr e Burr (1929), citados por VERGROESEN e CRAWFORD (1989), como resultado da alimentação de ratos jovens com dieta livre de gordura. Os ratos apresentaram retardamento mental, dermatite escamativa, envelhecimento precoce, alterações no transporte de lipídeos pelo sangue, problemas reprodutivos (infertilidade) e degeneração, ou mau funcionamento, de diversos órgãos. Hoje, sabe-se que estas duas famílias de ácidos graxos desempenham importantes efeitos metabólicos e nutricionais no organismo. Sua deficiência no organismo é caracterizada por mudanças na composição dos ácidos graxos dos tecidos, principalmente nas membranas biológicas. Atualmente, a deficiência de ácidos graxos essenciais no organismo é considerada como precursora, ou causadora de um grande número de doenças.

Após a ingestão, uma vez absorvidos nas células e tecidos, os ácidos graxos podem ser dessaturados e alongados a AGPI de cadeia longa (AGPICL), com 20 ou mais átomos de carbono entrando na constituição de lipídeos estruturais de membrana. Os processos de alongação e dessaturação dos ácidos linoléico e α -linolênico ocorrem nos animais e, vagarosamente, nos homens, originando diversos metabólitos, conforme representado na Figura 3. A obtenção destes importantes metabólitos parece fácil, pela simples ingestão dos ácidos linoléico e α -linolênico, uma vez que o próprio metabolismo do organismo se encarregaria das transformações restantes. Entretanto, este processo tem como etapa crucial a enzima $\Delta 6$ dessaturase que, além de ser insuficiente em humanos, pode ser inibida por fatores como o baixo consumo energético de proteínas, envelhecimento, diabetes, álcool, problemas nutricionais como deficiência de piridoxina, zinco, magnésio, biotina e cálcio, e também, pelo colesterol. Além disto, os caminhos biossintéticos das famílias de ácidos graxos $\omega 3$ e $\omega 6$ utilizam o mesmo sistema enzimático, ocorrendo uma competição por cada enzima envolvida (GURR, 1984; VERGROESEN e CRAWFORD 1989). Esta competição altera todo o metabolismo de produção dos eicosanóides, como prostaglandinas (PG), tromboxanas (TX) e leucotrienos (LT), os quais são provenientes dos ácidos graxos contendo 20 átomos de carbono.



Fonte: VERGROESEN e CRAWFORD (1989).

Figura 3 – Metabolismo de ácidos graxos essenciais pertencentes às famílias $\omega 6$ e $\omega 3$.

O EPA (C20:5 $\omega 3$), oriundo do ácido α -linolênico (C18:3 $\omega 3$), é um componente importante dos fosfolípidos de membranas celulares e serve como precursor para a síntese de eicosanóides. Estes incluem as prostaglandinas da série 3 (PGA₃, PGB₃, PGD₃, PGE₃, PG₃), tromboxanas A₃ e os leucotrienos da série 5. O ARA (C20:4 $\omega 6$) promove a síntese de prostaglandinas da série 2, (PGA₂, PGB₂, PGD₂, PGE₂, PG₂), tromboxanas A₂ e os leucotrienos da série 4 (WAKIL, 1970; MAYES, 1994b).

DHA (C22:6 $\omega 3$) é um componente estrutural das membranas celulares, particularmente tecidos nervosos do cérebro, e tem um papel importante nas células visuais da retina (HORROCKS e YEO, 1999).

As experiências têm relatado que o consumo de ácido α -linolênico pode aumentar a concentração dos ácidos EPA e DHA, e reduzir a de ácido araquidônico no plasma e tecidos. O ácido α -linolênico parece ser um substrato com maior afinidade pelas enzimas dessaturases e elongases do que o ácido linoléico. Isso é, aparentemente, efetivo na redução da agregabilidade plaquetária, já que os eicosanóides provenientes do EPA são substancialmente menos ativos do que os correspondentes produtos do ARA (VERGROESEN e CRAWFORD, 1989).

Além da disponibilidade de ARA (dependente da concentração de ácido linoléico na dieta e da $\Delta 6$ dessaturase), a quantidade de eicosanóides sintetizada é influenciada pela atividade da fosfolipase A_2 , da cicloxigenase (que pode ser inibida por drogas antiinflamatórias, como a aspirina) e da lipoxigenase (que pode ser inibida por antioxidantes) (MAYES, 1994b).

A importância dos ácidos graxos essenciais na dieta humana foi assunto de grande interesse nas décadas passadas. Atualmente, pesquisas têm enfatizado o papel de seus metabólitos, como γ -linolênico (GLA), ácido dihomog γ -linolênico (DHGLA), ácido eicosapentaenóico (EPA), ácido docosahexaenóico (DHA) e ácido araquidônico (ARA). Estes componentes são requeridos por todas as membranas do corpo, conferindo a propriedade da fluidibilidade, flexibilidade e estabilidade estrutural. São importantes como precursores de substâncias biologicamente ativas, como os eicosanóides, que têm um efeito regulatório nos tecidos (THE BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 1994; UAUY et al., 2000). Estes incluem as prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanas. Os produtos que contém estrutura em anel (prostaglandinas, tromboxanas e prostaciclina) resultam da ação inicial da enzima cicloxigenase, ao passo que os derivados hidroxilados dos ácidos graxos de cadeia reta (leucotrienos) resultam da ação de diversas lipoxigenases (MAYES, 1994b).

Recomendações nutricionais indicam que a dieta em lipídeos deve conter AGPI $\omega 6$ e $\omega 3$, numa provável proporção ótima de 5-15:1 (MAKRIDES et al., 2000). Atualmente, o conteúdo médio da dieta contém uma maior proporção de ácidos graxos $\omega 6$, particularmente o ácido linoléico. O requerimento de ácidos graxos $\omega 6$ em lactentes é cerca de 2-3% das calorias

ingeridas (ou 6% dos ácidos graxos totais no leite), enquanto o requerimento de ácidos graxos $\omega 3$ é cerca de 0,5-1,0% das calorias totais (ou 0,4-1,2% dos ácidos graxos totais no leite) (CUTHBERTSON, 1976; GURR, 1984).

Experiências têm comprovado os efeitos benéficos da ingestão de AGPICL, principalmente os da série $\omega 3$ (EPA e DHA), na aterosclerose, trombose, arritmia, fluidez das membranas, hipertensão, obesidade, câncer e atividades dos eicosanóides. As doenças inflamatórias como asma, eczema atópico e psoríase foram diretamente relacionadas à carência de AGPICL (HORROCKS e YEO, 1999).

A administração de óleos ricos em AGPICL como, por exemplo, o óleo de peixe, resulta em inúmeros efeitos benéficos. Os estudos realizados têm demonstrado que o EPA e DHA parecem atuar, principalmente, na redução dos níveis de triacilglicerol plasmáticos e aumentar a síntese de HDL colesterol, enquanto o ARA diminuiu a concentração de LDL colesterol. Estes efeitos são importantes na prevenção de doenças cardiovasculares. Outros fatores como fibras na dieta, antioxidantes, sais minerais e vitaminas também afetam os níveis plasmáticos de lipídeos (VERGROESEN e CRAWFORD, 1989; HORROCKS e YEO, 1999).

Sabe-se que os ácidos graxos das séries $\omega 6$ e $\omega 3$ desempenham diferentes funções sobre os lipídeos plasmáticos, as lipoproteínas e os eicosanóides. Os efeitos antagônicos destas duas séries de ácidos graxos que, utilizam os mesmos sistemas enzimáticos, resultam em significativas alterações na produção dos eicosanóides. Por exemplo, quando AGPI $\omega 3$ são incluídos na dieta, o EPA formado inibe a síntese do ácido araquidônico por utilizar o mesmo sistema enzimático, inibindo, assim, a produção de tromboxanas A_2 (TXA_2) pelas plaquetas e resultando na produção de uma pequena quantidade de tromboxanas A_3 (TXA_3), que possui um poder de agregação e vasoconstrição inferior ao TXA_2 . Nas células endoteliais, a produção de prostaglandinas I_2 (PGI_2) não é marcadamente inibida, e a atividade fisiológica da nova prostaglandina I_3 (PGI_3) é somada a PGI_2 . O resultado final é uma mudança, que ocorre no balanço homeostático, para uma maior vasodilatação e uma menor agregação plaquetária (MAYES, 1994b).

As principais ações terapêuticas das prostaglandinas incluem: indução do parto a termo, prevenção ou alívio da úlcera gástrica, redução da pressão sanguínea, aumento da circulação sanguínea devido sua ação vasodilatadora e redução da viscosidade no sangue, aumento no tempo de coagulação do sangue, controle de batimentos cardíacos e atuação como agentes antiinflamatórios (PGE₁) (MAYES, 1994a).

Os leucotrienos promovem a permeabilidade vascular, atração e ativação dos leucócitos, e parecem agir como importantes reguladores em muitas doenças que envolvem reações inflamatórias ou hipersensibilidade muito alta, como a asma, rinite, eczema. Os leucotrienos B₅ (LTB₅) têm sido citados como agentes benéficos à saúde humana, em alguns tipos de reações inflamatórias como a dermatite e artrite reumatóide. O mecanismo parece envolver a substituição do LTB₄, que é um dos agentes inflamatórios mais potentes, pelo LTB₅ originado do EPA que é menos ativo. Isto, então, explicaria uma menor reação inflamatória observada com o acréscimo de EPA na dieta (MAYES, 1994b; CARVALHO, 1998).

Os AGPCL ω 3 (EPA e DHA) têm apresentado uma participação relevante nos processos de prevenção de câncer de diversos órgãos e tecidos como, por exemplo, cólon, fígado, próstata, mama, dentre outros. Um alto consumo destes ácidos graxos tem sido associado à redução da incidência, crescimento e dispersão de diversos tumores experimentais (CARVALHO, 1998; HORROCKS e YEO, 1999).

2.2.2.2. Ácidos graxos trans

Segundo FENEMMA (1996), a configuração geométrica de duplas ligações é, usualmente, designada pelo uso de cis (em latim, “do mesmo lado”), e trans (“em lados opostos”), mostrando como os grupos alquil estão do mesmo lado, ou em lados opostos, da molécula. Na natureza, os ácidos graxos são encontrados com mais freqüência na forma cis, sendo que os isômeros trans são praticamente desconhecidos em óleos e gorduras de origem vegetal não refinados, podendo ser formados em reações químicas como a oxidação (durante os processos de extração, refino e estocagem) e a hidrogenação (KOCHHAR e MATSUI, 1984). Em gorduras de origem animal e produtos

lácteos, os isômeros trans são componentes naturais formados através da biohidrogenação. As enzimas da microbiota presentes no rúmem de animais poligástricos incluem isomerases, além de hidrogenases (DEMAN e DEMAN, 1983).

Nos últimos cinquenta anos, tem-se observado uma mudança em relação ao consumo de gorduras em todo o mundo, com a substituição gradual das gorduras animais por gorduras vegetais hidrogenadas e, como consequência, um aumento no consumo de ácidos graxos trans. Atualmente, existem muitas controvérsias a respeito das consequências metabólicas ocasionadas pelo consumo de grande variedade de alimentos contendo ácidos graxos trans, como margarinas, massas, bolos, “snacks”, sorvetes, doces, batatas fritas, dentre outros (MANCINI FILHO et al., 1999). A ingestão destes isômeros pode causar aumento nos níveis plasmáticos da lipoproteína de baixa densidade (LDL), diminuir os da lipoproteína de alta densidade (HDL) e aumentar o risco de doenças coronarianas (aterosclerose) (NCEP, 2001). Estudos sobre os efeitos dos ácidos graxos trans no desenvolvimento de câncer de mama e cólon já foram comprovados.

A recomendação da “American Heart Association”, AHA, é que o consumo diário de gordura saturada e trans não ultrapasse os 10% das calorias ingeridas. Por enquanto ninguém sabe a quantidade ingerida de trans, pois, os rótulos dos alimentos não listam este tipo de gordura. Mas, a “Food and Drug Administration”, FDA, já está estudando o assunto. No Brasil, a nova legislação não prevê informações sobre gordura trans (NCEP, 2001).

Segundo Gurr (1992), citado por MANCINI FILHO et al. (1999), fatores como a ingestão insuficiente de ácidos graxos essenciais, acompanhada pela presença de grandes quantidades de isômeros trans, podem levar à mudança nos passos metabólicos, fazendo com que os trans atuem como substratos alternativos para as enzimas dessaturases. Neste caso, os produtos oriundos do metabolismo não são AGPICL, podendo, então, levar à formação de eicosanóides sem atividade biológica. Os ácidos graxos trans também podem bloquear o metabolismo dos ácidos graxos essenciais, atuando como inibidores enzimáticos, principalmente das enzimas dessaturases.

2.2.3. Fosfolipídeos

O termo “fosfolipídeo” deve ser usado para qualquer lipídeo contendo ácido fosfórico como um mono ou diéster, podendo ser classificado geralmente em dois grupos: os glicerofosfatídeos e esfingosilfosfatídeos (FENEMMA, 1996).

O glicerofosfatídeo é representado como derivado do ácido fosfatídico como, por exemplo, o Sn-3-fosfatidilcolina (lecitina). Além deste, a fosfatidiletanolamina ou cefalina (FE), a fosfatidilserina (FS) e o fosfatidil inositol (FI) são comumente encontrados nos alimentos. A lecitina é o fosfolipídeo mais abundante na membrana celular, representando a maior proporção do armazenamento de colina, que é importante na transmissão nervosa (MAYES, 1994a).

O lipídeo mais comumente pertencente à classe dos esfingosilfosfatídeos é a esfingomielina que, sob hidrólise, fornece ácido graxo, ácido fosfórico, colina e um aminoálcool complexo, a esfingosina. Nesta classe, o glicerol não está presente. As esfingomielinas são encontradas, principalmente, nas membranas dos tecidos, como tecido nervoso, cérebro, fígado e coração (KATES, 1986).

2.2.4. Outros derivados lipídicos

Os glicolipídeos são amplamente distribuídos em todos os tecidos do organismo, particularmente em tecido nervoso como o cérebro. Os principais glicolipídeos encontrados são os glicoesfingolipídeos (ceramida ligada a um ou mais açúcares). Os dois mais simples são a galactosilceramida e a glicoceramida, presentes em altas concentrações na mielina e tecidos extraneurais, respectivamente. Os glicoesfingolipídeos mais complexos são os gangliosídeos derivados da glicoceramida, que também são encontrados no tecido nervoso (KATES, 1986).

Os esteróis são álcoois cristalinos de elevado ponto de fusão e estrutura bastante complexa. O principal esteroide de origem animal é o colesterol. Os esteróis de origem vegetal são designados “fitosteróis”, como β -sitosterol, campesterol e estigmasterol. Bioquimicamente, o colesterol é um importante precursor de esteróides, que incluem ácidos biliares, hormônios sexuais e

vitamina D, além de ser amplamente distribuído em todas as células do organismo, especialmente no tecido nervoso. Ele é o maior constituinte da membrana plasmática e lipoproteínas plasmáticas. É freqüentemente encontrado em combinação com ácidos graxos, formando os ésteres de colesterol (MORETTO e FETT, 1989).

2.3. Lipídeos do leite humano

A composição dos lipídeos do leite humano é representada por diferentes classes, como triglicerídeos, fosfolipídeos, colesterol e muitos outros (Quadro 5). Os lipídeos (3-5%) ocorrem como glóbulos emulsificados, na fase aquosa do leite. Os glóbulos contêm, em seu interior, lipídeos não-polares, como triglicerídeos, colesteril ésteres, retinil ésteres etc. Eles são cobertos por materiais bipolares: fosfolipídeos, proteínas, colesterol, enzimas, e glicoproteínas, e organizados em uma camada livre denominada membrana do glóbulo do lipídeo do leite (BITMAN et al., 1984). Esta membrana previne os glóbulos de coalescência e atua como um estabilizante de emulsão. O diâmetro dos glóbulos varia entre 1 e 10 μm , sendo que a maioria encontra-se em 1 μm . Os glóbulos apresentam uma grande área superficial (500 cm^2/mL), onde podem atuar as enzimas lipolíticas, que são localizadas no trato digestivo, facilitando, assim, a hidrólise dos triglicerídeos do leite e a absorção de produtos oriundos da digestão (JENSEN, 1999).

Quadro 5 – Composição média das classes de lipídeos do leite humano*

Classe	Composição Porcentual (%)
Triglicerídeos	98,70
Diglicerídeos	0,01
Monoglicerídeos	0,00
Ácidos graxos livres	0,08
Fosfolipídeos	0,70
Colesterol	0,50

Fonte: Adaptado de BITMAN et al. (1983).

* Leite maduro, não considerando o tempo de gestação (pré-termo e termo).

Além de suas importantes funções, descritas anteriormente, o lipídeo é o principal nutriente utilizado como fonte calórica (50-60% de calorias) pelos lactentes. Isto se deve, principalmente, ao rápido crescimento e capacidade limitada de consumo dos lactentes, necessitando, portanto, de uma dieta com maior densidade energética (EUCLYDES, 2000).

Os lipídeos estão entre os nutrientes mais variáveis e de difícil medição, mais precisamente no leite humano, pois são diversos os fatores que afetam o conteúdo total do lipídeo no leite (Quadro 6). FINLEY et al. (1985b) observaram que o teor de lipídeos no leite humano varia durante o dia e durante a mamada, sendo maior pela manhã e no final das mamadas. HARZER et al. (1983) observaram que o teor de lipídeos apresenta oscilações diurnas, refletindo as diferenças nos hábitos alimentares das lactantes. Uma explicação para o aumento do teor de lipídeos do leite, durante a mamada, foi dada por Hytten (1954), citado por NEVILLE et al. (1984), sugerindo que os glóbulos de gordura aderem às superfícies das células alveolares da glândula mamária, retardando sua liberação. Segundo BARNESS et al. (1981), a contração dos músculos durante a mamada libera gotas de gordura, elevando, assim, o teor de lipídeos do leite humano do final da extração, quando comparado com o do início. De acordo com a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1991), a natureza globular dos lipídeos do leite é responsável pelas mudanças em sua concentração, durante a mamada, as quais constituem um dos possíveis mecanismos de controle do apetite do lactente, e que a concentração de lipídeos do leite, no início da extração, é amplamente influenciada pelo grau de esvaziamento do peito na mamada anterior e pelo intervalo entre mamadas, pois, quanto maior o intervalo, menor o teor de gordura.

O teor de lipídeos no leite humano é influenciado, ainda, por eventual estresse emocional e tensão da doadora (HAMBRAEUS, 1984), além de variar, consideravelmente, de uma mulher para outra (EUCLYDES, 2000). Jelliffe e Jelliffe (1978), citados por COCKBURN (1983), observaram que o leite de mulheres subnutridas e doentes apresentava pequenas reduções nos teores de lipídeos, porém, fisiologicamente significativas. A dieta materna também é fator de influência nos teores de lipídeos do leite humano. Sob condições metabólicas controladas, uma dieta rica em calorias e lipídeos pode resultar em aumento do teor de lipídeos no leite humano (BARNESS et al., 1981).

Quadro 6 – Fatores associados às mudanças no teor de gordura do leite humano

Fator	Efeito
Durante a mamada	Aumenta
Estágio de lactação (colostro – maduro)	Aumenta
Ritmo diurno	Variável (dieta e intervalo entre as mamadas)
Tempo de gestação (pré-termo e termo)	Ocorre variação
Estado nutricional	Decresce (mulheres subnutridas)
Dieta com alto teor de carboidratos	Pode decrescer
Infecções; estresse e alterações metabólicas	Geralmente decresce
Paridade	Decresce
Individualidade	Variável

Fonte: JENSEN (1999).

NÓBREGA et al. (1985) compararam a extração manual e mecânica, não encontrando diferenças estatísticas entre o conteúdo de gordura ou valor calórico do leite.

ANDERSON et al. (1981) observaram que o leite produzido por lactantes de recém-nascidos prematuros é 20 a 30% mais rico em lipídeos do que o leite produzido por lactantes de recém-nascidos a termo, enquanto BITMAN et al. (1983) encontraram valores maiores em leite de recém-nascidos a termo. Segundo PRENTICE (1986), o teor de lipídeos no leite humano é ainda influenciado pela paridade da doadora, sendo maior na primeira paridade e relativamente constante após a terceira. FINLEY et al. (1985b) encontraram correlação significativamente negativa entre paridade e teor de gordura. NÓBREGA (1996) comentou que os tipos de parto normal e cesariana não influenciaram o teor de lipídeos do leite humano.

Segundo VILLALPANDO et al. (1995), o conteúdo de lipídeos oscilou durante todo o dia, no leite de mulheres subnutridas que consumiram uma dieta com baixo teor de gordura e alto teor de carboidratos. A aparente causa do decréscimo no conteúdo de lipídeos foi um aumento na síntese de ácidos graxos de cadeia média (C6:0-C14:0) e um decréscimo na síntese de ácido oléico oriundo da dieta. Por outro lado, SILBER et al. (1988) verificaram que não houve correlação significativa entre as mudanças de ácidos graxos de cadeia média e o teor de gordura do leite.

2.3.1. Triglicerídeos do leite humano

Os triglicerídeos (TGs) representam 98% dos lipídeos no leite, e são sintetizados na célula alveolar da glândula mamária. Suas composições são, usualmente, dadas pelos tipos e quantidades de ácidos graxos presentes, mas a estrutura é também importante, pois, organiza os ácidos graxos em cada uma das posições estereoespecíficas Sn-1, Sn-2 e Sn-3, controlando a fluidibilidade dos glóbulos de gordura e a identidade dos produtos formados pelas lipólises (hidrólises) do TG no estômago e intestino delgado. Os ácidos graxos livres e os monoglicerídeos resultantes são, então, absorvidos (JENSEN et al., 1978).

O leite humano contém, aproximadamente, sete ácidos graxos em quantidades maiores que 1%. Se estes fossem aleatoriamente distribuídos entre as três posições do glicerol, resultaria em 343 (7^3) TGs. Estes são apenas números, não quantidades, pois, as quantidades de ácidos graxos individuais podem ser influenciadas por alterações na dieta. Embora a distribuição dos ácidos graxos no TG do leite humano não seja aleatória, o potencial número de TGs poderia chegar a milhões porque, aproximadamente, 200 ácidos graxos já foram detectados (JENSEN, 1996). Devido à sua estrutura, a distribuição dos ácidos graxos no TG do leite humano é considerada especial (Quadro 7), pois, 70% do ácido palmítico (C16:0) encontra-se esterificado na posição 2, proporcionando uma eficiente absorção da gordura e cálcio no intestino delgado. Segundo EUCLYDES (2000), a lipase pancreática hidrolisa seletivamente os ácidos graxos nas posições 1 e 3, produzindo duas moléculas de ácidos graxos livres e 2-monoglicerídeo, que é considerado a forma mais eficientemente absorvida de muitos ácidos graxos, uma vez que ele combina-se facilmente com os ácidos biliares, formando micelas, além de evitar sua ligação com cátions, como Ca e Mg, e a conseqüente formação de sabões eliminados pelas fezes. A ação da lipase estimulada por sais biliares do leite humano, também, contribui significativamente para o aumento da digestão, e os ácidos graxos láurico (C12:0) e linoléico (C18:2) e seus monoglicerídeos são potentes microbicidas, ajudando a controlar infecções no estômago e intestino delgado. A ação antiviral pode ser aplicada, limitadamente, a patógenos entéricos como, por exemplo, *Giardia lamblia* (JENSEN et al., 1978; NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1991).

Quadro 7 – Distribuição posicional dos principais ácidos graxos no triglicerídeo do leite humano

Ácidos Graxos (% mol)	Posição Sn		
	1	2	3
C8:0	-	-	-
C10:0	0,2	0,2	1,8
C12:0	1,3	2,1	6,1
C14:0	3,2	7,3	7,1
C16:0	16,1	58,2	6,2
C16:1	3,6	4,7	7,3
C18:0	15,0	3,3	2,0
C18:1	46,1	12,7	49,7
C18:2	11,0	7,3	14,7
C18:3	0,4	0,6	1,6
C20:1	1,5	0,7	0,5
C20:4	Traço	0,9	0,3

Fonte: Kuksis e Breckenridge (1968), citados por JENSEN (1996).

MARTIN et al. (1993a) obtiveram alguns dos poucos dados disponíveis sobre a distribuição de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa no TG do leite humano. Estes são distribuídos, com algumas exceções, principalmente na posição primária e, portanto, sujeitos à ação de lipases no tubo digestivo, com importantes efeitos nutricionais.

Os efeitos da dieta mostraram que a estrutura dos TGs responde às mudanças em ácidos graxos das dietas. Essas alterações são, principalmente, a redução da quantidade de ácido palmítico (C16:0) na posição Sn-2 e aumento das quantidades de linoléico (C18:2). As mudanças observadas em ácido palmítico no leite de mulheres submetidas a essas dietas podem alterar a eficiência de absorção da gordura, segundo VERKADE et al. (1991).

2.3.2. Ácidos graxos do leite humano

Muitos fatores que afetam o conteúdo de gordura, listados no Quadro 6, não alteram a composição em ácidos graxos do leite humano, embora suas quantidades absolutas possam ser alteradas. Exceções são o tempo pós-parto (estágio de lactação), tempo de gestação (pré-termo e termo), paridade, doenças, individualidade e dieta (JENSEN, 1999). A dieta tem um efeito maior. Influências atribuídas à região e à estação são, possivelmente, devidas à dieta.

Em geral, o leite humano contém um grande número de ácidos graxos, incluindo saturados, monoinsaturados e também os poliinsaturados das séries $\omega 6$ e $\omega 3$ (Quadro 8). No último grupo estão os ácidos graxos essenciais linoléico e linolênico, assim como pequenas quantidades do araquidônico e docosahexaenóico. Os ácidos linoléico e linolênico representam 16 e 1%, respectivamente, dos ácidos graxos totais do leite. Neste quadro, observa-se também que os ácidos poliinsaturados derivados do linoléico e linolênico estão em níveis mais elevados do que no leite de vaca, principalmente no colostro e leite de lactantes de prematuros. Os ácidos graxos de cadeia média representam cerca de 4 a 12% dos ácidos graxos totais do leite maduro. O principal ácido graxo saturado, C16:0 (palmítico), encontra-se esterificado principalmente na posição 2 do triglicerídeo, enquanto no leite de vaca e nas fórmulas está nas posições 1 e 3. Isto significa que a absorção é melhor no caso do leite humano (INNIS, 1992).

Quadro 8 – Composição média (%) em ácidos graxos na gordura do leite humano*

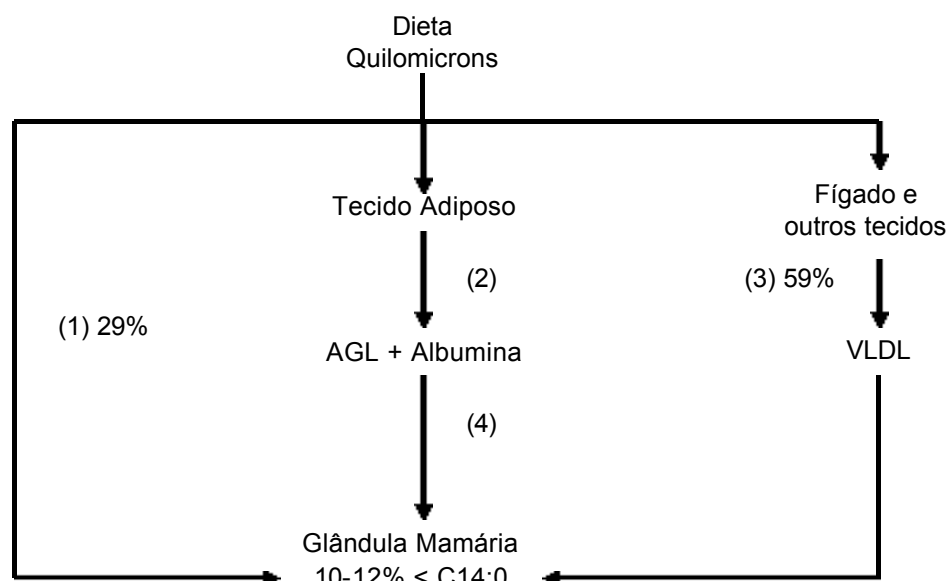
Ácidos Graxos	Porcentual
C10:0	0,97
C12:0	4,46
C14:0	5,68
C16:0	22,20
C16:1	3,83
C18:0	7,68
C18:1	35,51
C18:2	15,58
C18:3	1,03
C20:0	0,32
C20:4	0,60
C22:5	Tr**
C22:6	0,23

Fonte: Adaptado de BITMAN et al. (1983).

* Leite maduro de lactantes de recém-nascidos a termo.

** Traço.

Existem três fontes de ácidos graxos encontrados no leite humano, isto é, dieta, tecido adiposo e outros, e síntese na glândula mamária (Figura 4). A magnitude das contribuições de cada fonte para o conteúdo depende do teor de carboidratos e da composição em ácidos graxos da dieta, do tempo



Fonte: JENSEN (1996).

Dieta fornece 29% (1); tecido adiposo, fígado e outros tecidos fornecem 59% (2) e (3); e a síntese de glicose na glândula mamária fornecem 10-12%. Ácidos graxos da dieta são transportados para a glândula mamária e outros tecidos, em forma de quilomicrons. Ácidos graxos do tecido adiposo são carregados para a glândula através de complexos de AGL + Albumina (4), e os do fígado e outros tecidos através do VLDL.

Figura 4 – Fontes de ácidos graxos do leite humano.

transcorrido após a última refeição, de fatores afetando a mobilização de ácidos graxos do tecido adiposo, e do desenvolvimento da biossíntese de elongação-dessaturação de C18:2 ω 6 (linoléico) e C18:2 ω 3 (linolênico), primariamente no fígado. As mudanças ocorrem rapidamente dependendo do estado energético da lactante, constituindo um sistema muito complexo (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1991; JENSEN, 1996).

Uma dieta contendo alto teor de carboidratos e baixo teor de gordura, estimula a síntese de novo de ácidos graxos de cadeia média (C6:0-C14:0), que ocorre no citoplasma da glândula mamária. O total destes ácidos graxos pode aumentar, aproximadamente, de 10 a 20% (van BEUSEKOM et al., 1990). Segundo NEVILLE e PICCIANO (1997), dietas com alto teor de gordura ou jejum diminuíram a síntese de C6:0-C14:0. Eles explicaram que a lipase lipoprotéica do leite produz ácidos graxos livres (AGL), na superfície endotelial das células da glândula mamária, quando as dietas são ricas em gorduras. A ação da lipase no tecido adiposo libera AGL, durante o período de jejum. Estes

AGL entram na circulação e são transportados para a glândula e outros tecidos. Acredita-se que os AGL produzidos inibem a atuação da enzima acetil-CoA carboxilase, que é responsável pela formação do malonil-CoA. Este composto é o principal esqueleto para a formação dos ácidos graxos de cadeia média (síntese de novo). A glicose é o precursor da síntese desses ácidos graxos. Segundo EUCLYDES (2000), os ácidos graxos de cadeia média são importantes para lactentes, que nascem com peso baixo, e prematuros que têm deficiência enzimática, favorecendo a absorção.

A influência de ácidos graxos da dieta sobre a composição em ácidos graxos pode ser confirmada em virtude da grande variação nos conteúdos de ácidos C18:1 (oléico), C18:2 (linoléico), C18:3 (linolênico) e C18:1 Trans (elaídico). Estas mudanças ocorrem, provavelmente, devido ao consumo de óleos poliinsaturados e gorduras parcialmente hidrogenadas (JENSEN, 1996 e 1999).

A maior proporção em porcentagem de ácido graxo monoinsaturado encontrado no leite humano é o C18:1 (oléico) que, além de desempenhar a função usual dos ácidos graxos (energia, componente estrutural do cérebro), reduz o ponto de fusão do TG, proporcionando a fluidibilidade necessária à formação, transporte e metabolismo dos glóbulos de gordura. Segundo YAQOOB (1998), existem algumas evidências de que os efeitos do óleo de oliva sobre o sistema imunológico, em animais, são mais devidos ao ácido oléico do que aos elementos traços ou antioxidantes. Esse mesmo autor relatou que um significativo número de experimentos clínicos com óleo de oliva tem mostrado resultados iguais, ou similares, aos efeitos de tratamentos realizados com óleo de peixe. Esse autor relatou ainda que alguns estudos mostraram o efeito benéfico do ácido oléico no tratamento de artrite reumatóide.

2.3.2.1. Importância dos ácidos graxos poliinsaturados e seus derivados

Os ácidos graxos poliinsaturados são uma importante área de estudo e têm sido, recentemente, assunto de intensa pesquisa com a produção de muitos artigos e simpósios. Esses estudos foram estimulados por trabalhos sobre a suplementação de fórmulas, para crianças prematuras, com óleo de

peixe que contém quantidades relativamente grandes de EPA (C20:5 ω 3) e DHA (C22:6 ω 3). Estes ácidos graxos estão envolvidos na maturação do cérebro, sistema nervoso e funções visuais (CRAWFORD, 1993; CONNOR, 2000). Durante a fase intra-uterina, as crianças prematuras também necessitam de ARA (C20:4 ω 6) para ótimo crescimento e desenvolvimento, sendo que este ácido não está prontamente disponível na suplementação. O perfil de ácidos graxos do leite humano tem sido utilizado como padrão em recentes estudos, servindo como modelo de suplemento de nutrientes na fase pré-natal (KOLETZKO et al., 1992).

O ácido linoléico dá origem ao ARA, que é constituinte da membrana fosfolipídica e precursor de outros compostos importantes, como prostaglandina, prostaciclina, tromboxanas e leucotrienos, os quais intervêm na regulação da pressão sanguínea, batimentos cardíacos, coagulação sanguínea, resposta imunológica, e inibição da agregação de plaquetas. O ácido α -linolênico é precursor dos ácidos EPA e DHA, que participam da síntese de fosfolipídeos integrantes das membranas celulares, principalmente no cérebro, retina (melhor acuidade visual), mielinização do sistema nervoso central (SNC), desempenhando importante papel nas propriedades físicas e funcionais dessas membranas. Os dois principais ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, encontrados no cérebro, são o DHA e o ARA (KOLETZKO e RODRIGUEZ-PALMERO 1999; UAUY et al., 2000).

O recém-nascido a termo conta com um suprimento adequado de ácidos graxos poliinsaturados, no fígado e no cérebro. Após o nascimento, a criança passa a depender de sua própria síntese, ou da disponibilidade desses ácidos graxos na dieta (JENSEN et al., 1992).

A síntese dos ARA e DHA requer não somente quantidades adequadas dos substratos (linoléico e linolênico), como também níveis adequados da enzima dessaturase. Uma taxa de 5-15:1 entre C18:2 ω 6 e C18:3 ω 3 tem sido estabelecida como desejável, embora alguns autores têm encontrado uma relação maior (MAKRIDES et al., 2000). LANDS (1986) sugeriu que uma superprodução de prostaglandinas da série ω 6, derivadas de altos níveis de ARA originado do ácido linoléico, resultou em desordens inflamatórias crônicas. A bioquímica da dessaturação é complexa e muitos aspectos ainda não foram

bem entendidos. Sabe-se que a dessaturação dos ácidos graxos das séries ω -6 e ω -3 depende do mesmo sistema enzimático, e que existe competição entre os substratos em potencial por uma mesma enzima. As enzimas são também inibidas pelos produtos de suas reações (ARA e DHA), o que garante que a velocidade de síntese destes ácidos graxos seja proporcional às necessidades do lactente (VERGROESEN e CRAWFORD, 1989; EUCLYDES, 2000). Embora a tendência em enfatizar as rotas de dessaturação e alongamento dos ácidos linoléico e linolênico, em virtude de sua importância, não se deveria esquecer que estes ácidos graxos também podem ser oxidados para produção de energia. Somente um balanço energético positivo, associado à nutrição normal do lactente, irá garantir o uso adequado dos mesmos para fins biossintéticos, enquanto o balanço negativo irá direcioná-los para oxidação e produção de energia (INNIS, 1992).

2.3.2.2. Ácidos graxos trans (AGT) do leite humano

O interesse em ácidos graxos trans no leite é devido à sua possibilidade em constituir um fator de risco em doenças cardiovasculares, podendo interferir na biossíntese de AGPCL durante a infância, ocorrendo mudanças nas membranas e na composição de prostaglandinas, além da possibilidade em diminuir o conteúdo de gordura do leite (DECSI e KOLETZKO, 1995; INNIS e KING, 1999). CHEN et al. (1995) não encontraram uma correlação entre o conteúdo total de ácidos graxos trans e o teor de gordura, concluindo que os ácidos graxos trans não interferem no conteúdo da gordura. Contudo, esses autores verificaram que os ácidos graxos linoléico e linolênico foram inversamente relacionados com o conteúdo total de ácido eláidico.

De acordo com WOLFF et al. (1998), o principal ácido graxo trans encontrado no leite humano é o C18:1 trans (elaídico), visto que é o principal componente da dieta; embora também trans poliinsaturados podem ser distribuídos em nossa alimentação. A principal fonte de AGT é a dieta, embora CHAPPELL et al. (1985) relataram que a perda de peso é, também, um fator importante, visto que um balanço negativo de energia promove mobilização de AGT no tecido adiposo.

2.3.3. Fosfolipídeos e outros derivados lipídicos do leite humano

Os fosfolipídeos são os principais constituintes de membranas celulares, principalmente no cérebro, retina e pulmão, desempenhando importante papel em manter a integridade estrutural das células. A maioria está associada à membrana do glóbulo de gordura do leite. Apresentam uma concentração média de 1,0% do lipídeo total no leite humano (BITMAN et al., 1984; NÓBREGA, 1996). Estudos têm mostrado que sua concentração diminui ao longo da lactação. BITMAN et al. (1983 e 1984) atribuíram o decréscimo em fosfolipídeo total ao aumento no conteúdo de gordura e diâmetro do glóbulo, que ocorre com o progresso da lactação.

O leite humano também contém glicoceramidas (cerebrosídeos), gangliosídeos e galactosilceramida. Estes compostos encontram-se na membrana do glóbulo de lipídeo (JENSEN, 1996).

O colesterol (0,5%) é o principal componente encontrado no leite humano, servindo como um componente estrutural da membrana do glóbulo de gordura do leite (NÓBREGA, 1996). Seu conteúdo é variável (10-20mg/dL), porém maior que o do leite de vaca, embora não seja afetado pela dieta ou por níveis plasmáticos maternos (JENSEN, 1999). Durante a mamada, seu teor aumenta juntamente com o conteúdo de gordura. BOERSMA et al. (1991) sugeriram que a redução na quantidade de colesterol, com o avanço da lactação, estava associada ao aumento no diâmetro do glóbulo de gordura do leite, proporcionando uma membrana mais fina.

A ingestão de colesterol, pela criança, comparada a do adulto é 5,8 vezes maior. Segundo Worthington-roberts (1986), citado por ELWING (1988), este nível elevado é benéfico, em razão da importância do colesterol para a síntese de mielina, que é necessária ao sistema nervoso central (SNC), e também por contribuir para o desenvolvimento de sistemas enzimáticos responsáveis, na vida adulta, por mecanismos de regulação do próprio colesterol.

3. CASUÍSTICA, MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Casuística

O estudo do teor de lipídeos e composição em ácidos graxos foi conduzido em amostras individuais. Para a análise em questão, foram utilizadas oito doadoras saudáveis, com tempo de gestação entre 38-42 semanas (termo). As lactantes foram classificadas por classes econômicas e divididas em duas classes, isto é, alto nível econômico (ANE) e baixo nível econômico (BNE). Todas as doadoras foram informadas que a coleta era um ato de doação e que elas poderiam abandonar o estudo, quando fosse de sua vontade.

Todas as coletas foram conduzidas nas residências das doadoras, onde o leite foi coletado uma vez, a cada semana, constituindo um total de dez semanas de coleta ao longo da lactação, iniciando-se a partir da quarta semana (leite maduro) e terminando na décima terceira semana de lactação. A cada coleta, as doadoras foram submetidas a um simples questionário (Figura 5), para observação do hábito de dieta das lactantes.

A extração foi efetuada, manualmente, no final de cada mamada, em ambas as mamas, obtendo-se uma quantidade de secreção láctea em torno de 10 mL. As coletas foram realizadas entre 10:00-12:00h, com o objetivo de minimizar as possíveis variações diurnas que ocorrem com a gordura do leite humano. O leite foi armazenado em frascos previamente esterilizados, transportado para o Laboratório de Análise de Alimentos da UFV, em caixa de isopor com gelo, e congelado a -20 °C para posteriores análises.

QUESTIONÁRIO

Assinale com um (X) qual dos alimentos abaixo você utilizou nesta semana:

1 – Carnes

☐ boi ☐ porco ☐ galinha ☐ peixes

2 – Cereais/Farinhas

☐ arroz ☐ pão (queijo, sal, doce e integral)
☐ bolo/broa ☐ massas/salgado ☐ biscoitos
☐ farinha (milho/mandioca) ☐ aveia

3 – Leguminosas

☐ feijão ☐ soja ☐ amendoim
☐ grão-de-bico ☐ lentilha ☐ ervilha

4 – Óleos e Gorduras

☐ óleo de soja ☐ óleo de milho ☐ óleo de girassol
☐ óleo de algodão ☐ azeite de oliva ☐ manteiga
☐ maionese ☐ margarina ☐ gordura de coco
☐ gordura de porco ☐ bacon/toucinho ☐ torresmo
☐ alimentos fritos (coxinha, batata frita, pastel etc.)

5 – Doces

☐ açúcar ☐ doce de leite/outros
☐ compota de frutas ☐ geléias
☐ achocolatados ☐ balas
☐ sorvetes/picolés ☐ gelatina

6 – Hortaliças

☐ Grupo A: folhosas, berinjela, jiló abobrinha, pepino, couve-flor, tomate e pimentão.
☐ Grupo B: abóbora, beterraba, cenoura, chuchu, quiabo e vagem.
☐ Grupo C: mandioca, batata (inglesa, baroa e doce), inhame e milho verde.

7 – Frutas

☐ Grupo A: abacaxi, goiaba, melancia, melão, morango, laranja, limão e maracujá.
☐ Grupo B: ameixa, figo, maçã, pêra, banana, caqui e uva.
☐ abacate

Observações: _____

Figura 5 – Questionário de identificação do hábito alimentar das lactantes.

O questionário econômico (Figura 6) foi baseado segundo a ANEP (1997), que divide o mercado em classes econômicas, enfatizando como principal função em estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas. Com base neste questionário, uma pontuação foi obtida para cada lactante, para verificação da classe à qual cada doadora pertencia e, conseqüentemente, sua renda familiar média (Quadro 9). Foi incluída, também, nesse questionário (Figura 6), uma ficha de identificação contendo nome, idade, estado civil, número (paridade) e tipo de partos, doenças durante a gravidez, tempo de amamentação anterior, em relação ao parto do filho anterior, complicações pós-parto, uso de medicamentos e eventuais vícios, como o cigarro e álcool.

Em razão da utilização de seres humanos na pesquisa, o projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da UFV, através do preenchimento de um formulário modelo denominado Consentimento Livre Esclarecido, que foi apresentado às lactantes antes de iniciar o experimento.

3.2. Extração e análise dos lipídeos

A extração e quantificação dos lipídeos foi baseada no método de BLIGH e DYER (1959) modificado, conforme apresentado a seguir: Da amostra de leite, 3mL foram transferidos para um tubo de aproximadamente 70 mL, com acréscimo de 10 mL de metanol, 5 mL de clorofórmio e 1,30 mL de água, mistura com uma proporção de 2:1:0,8 (metanol: clorofórmio: água). Agitou-se a mistura por trinta minutos. Após agitação, acrescentaram-se 5 mL de clorofórmio e 5 mL de solução de sulfato de sódio anidro 2%. A mistura final apresentou uma proporção final de 2:2:1,8 (metanol: clorofórmio: água). Esta mistura foi agitada, por dois minutos, e centrifugada em 4000 rpm (2250 X g) por 20 minutos. A fase inferior (lipídeos + clorofórmio) foi filtrada em papel de filtro contendo cerca de 2 g de sulfato de sódio anidro, em proveta de 50 mL. Na fase restante foram adicionados mais 10 mL de clorofórmio, sendo, então, novamente centrifugado sob as mesmas condições, retirando-se mais uma vez a fase inferior (duas extrações). O volume total das duas extrações foi anotado. A determinação da quantificação do lipídeo foi realizada por gravimetria em

QUESTIONÁRIO

Nome: _____
 Estado Civil: _____
 Idade: _____
 Número de filhos: _____
 Datas de nascimento dos filhos: _____
 Tempo de amamentação anterior: _____
 Tipo de parto: _____ () Normal () Cesariana
 Doenças durante a gravidez: _____
 Complicações pós-parto: _____
 Uso de medicamentos: _____
 Vícios:
 Álcool: _____ () sim () não Freqüência: _____
 Cigarro (fumo): _____ () sim () não Quanto tempo: _____
 Tipo de coleta: _____ () manual () mecânica
 Grau de instrução do pai: _____
 Grau de instrução da mãe: _____

Responda com um X se possui os seguintes itens e em que quantidade:

	Não Possui	Possui					
		1	2	3	4	5	6 ou mais
Televisão em cores							
Videocassete							
Rádio							
Banheiro							
Automóvel							
Empregada mensalista							
Aspirador de pó							
Máquina de lavar							

Geladeira e Freezer:

Não possui	
Possui só geladeira sem freezer	
Possui geladeira duplex ou freezer	

Figura 6 – Modelo de ficha empregada na identificação e classificação econômica das doadoras.

Quadro 9 – Classificação econômica e renda familiar média

Classe Econômica	Pontuação	Renda Média (R\$)
A1	30-34	5894,00
A2	25-29	3743,00
B1	21-24	2444,00
B2	17-20	1614,00
C	11-16	844,00
D	6-10	435,00
E	0-5	229,00

Fonte: ANEP (1997).

uma alíquota (3 mL) do extrato orgânico, após evaporação do solvente. O volume restante (proveta) foi anotado, e armazenado em frascos âmbar sob refrigeração (-20 °C), para posterior análise. As extrações e quantificações foram feitas em duplicatas.

3.3. Determinação da composição em ácidos graxos do leite humano

A composição em ácidos graxos foi efetuada pela análise de cromatografia gasosa dos ésteres metílicos de ácidos graxos.

3.3.1. Preparação de ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES)

A preparação dos ésteres metílicos foi feita, segundo HARTMAN e LAGO (1986). Em um tubo de ensaio com tampa rosqueada foi adicionada uma alíquota da solução de clorofórmio, contendo 40-50 mg de lipídeos. Após a evaporação do solvente, para a reação de saponificação, adicionaram-se 5 mL de solução 0,5 N de NaOH em metanol. Os tubos foram tampados e aquecidos em banho a 70 °C por 15 minutos, para completa saponificação da amostra e obtenção de ácidos graxos livres. Após o resfriamento, adicionaram-se 15 mL de reagente de esterificação (ácido sulfúrico concentrado e cloreto de amônio em metanol), e aqueceu-se o tubo com a mistura em banho a 70 °C, por 10 minutos, para formação dos ésteres metílicos. Os ésteres metílicos formados depois desta etapa foram extraídos com 2 mL de hexano grau HPLC. Para facilitar a extração, adicionaram-se 5 mL de solução saturada de cloreto

de sódio 20% para aumentar a polaridade da fase aquosa, forçando os ésteres metílicos dissolvidos na solução de saponificação-esterificação a migrarem para a fase apolar (hexano).

Da fase orgânica superior (hexano + FAMES), 1 mL foi transferido para um frasco de vidro cor âmbar, com o auxílio de uma pipeta automática. Repetiu-se a extração com mais 1 mL de hexano, retirando-se mais 1 mL da fase superior, que contém os ésteres metílicos. Portanto, cada frasco tinha a quantidade de 2 mL de hexano mais ésteres metílicos. Os frascos etiquetados com o código de cada amostra foram armazenados sob refrigeração (-20 °C), para análise por cromatografia.

3.3.2. Análises cromatográficas

As análises dos ésteres metílicos dos ácidos graxos do lipídeo do leite humano foram realizadas num cromatógrafo a gás, modelo Varian 3400, equipado com detector de ionização de chama (FD), e gerenciado por um software “Varian Star Chromatography Workstation” que tinha a função de registrar e efetuar as análises dos cromatogramas obtidos.

Os componentes dos ésteres metílicos foram separados em uma coluna capilar modelo CPSil-88 (50 m x 0,25 mm x 0,20 µm; Chrompack, Middelburg, NE).

As condições utilizadas no aparelho, para a separação cromatográfica foram:

- Temperatura do injetor: 250 °C
- Temperatura do detector: 270 °C
- Temperatura da coluna: 50 °C → 170 °C (10 °C/min)
170 °C → 220 °C (2 °C/min)
220 °C → mantida por 20 min.
- Vazão dos gases:
 - Hélio (gás de arraste): 1,0 mL/min
 - Nitrogênio (make up): 30 mL/min
 - Hidrogênio: 30 mL/min
 - Ar Sintético: 240 mL/min
- Injeção:
 - 1,0 µL de amostra em duplicata;
 - Seringa: Hamilton, 10 µL;
 - Vazão do “Splitter”: 100 mL/min.

A determinação qualitativa dos ácidos graxos, a partir da análise dos FAMES, foi realizada comparando-se os tempos de retenção dos picos gerados nos cromatogramas pelas amostras com os tempos de retenção dos picos obtidos pela injeção de uma mistura padrão de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (# 189-19/Sigma Chemical, St Louis, MO) .

A quantificação dos ácidos graxos foi feita usando-se fatores de correção, através da utilização do método do padrão interno (PI), em que o ácido erúcico (C22:1) foi utilizado como padrão.

3.4. Análise estatística

Os dados do experimento foram submetidos a análises descritivas e teste t, de Student para dados pareados, para comparação das variáveis estudadas entre as classes econômicas. Correlações foram utilizadas para verificação do grau de associação entre algumas variáveis de interesse utilizadas neste estudo.

As análises estatísticas foram realizadas, usando-se o programa SAS v.8.0 e SAEG v.8.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características gerais das doadoras

O Quadro 10 apresenta as características individuais das doadoras que participaram do estudo. Através da pontuação obtida com a aplicação do questionário econômico (Figura 6), as lactantes foram classificadas em classes econômicas e, conseqüentemente, sua renda familiar média foi estimada (Quadro 9).

Quadro 10 – Características individuais das doadoras

Doadora	Idade (anos)	Paridade (nº de partos)	Classe Econômica	Tipo de Parto	Tempo de Amamentação Anterior (meses)
1	23	2	B ₂	Cesariana	6
2	38	2	B ₂	Cesariana	9
3	35	1	B ₂	Cesariana	-
4	36	2	B ₁	Normal	16
5	27	3	E	Cesariana	48
6	31	3	E	Cesariana	36
7	25	3	D	Cesariana	12
8	19	2	D	Normal	16

As doadoras pertencentes às classes econômicas B₁ e B₂ foram agrupadas em alto nível econômico (ANE), enquanto as doadoras das classes econômicas D e E foram agrupadas em baixo nível econômico (BNE). As características das doadoras, por nível econômico, são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 – Valores médios de algumas características das classes econômicas

Classe Econômica	Idade (anos)	Paridade (nº de partos)	Tempo de Amamentação Anterior (meses)	Faixa de Renda (R\$)
ANE	33	1,75	7,75	1614 – 2444
BNE	25,5	2,75	28	229 - 435

4.2. Hábito alimentar das lactantes

O Quadro 12 apresenta a composição química média de alguns alimentos encontrados nas dietas das lactantes. Um resumo do hábito alimentar das doadoras, durante as dez semanas de lactação, é apresentado no Quadro 13, para ambas classes econômicas. Dentro de cada semana, uma pontuação de 0-4 foi estabelecida, mostrando o número de lactantes que consumiram os alimentos relatados no questionário, sendo que o valor zero significa que nenhuma lactante consumiu os alimentos na semana especificada, enquanto o valor quatro significa que todas as lactantes de uma classe econômica consumiram os alimentos relatados.

4.3. Teor de lipídeos do leite humano

4.3.1. Teor de lipídeos entre as classes econômicas

O Quadro 14 apresenta o teor médio de lipídeos para as lactantes de ANE e BNE, e também a diferença média obtida entre as duas classes, durante as dez semanas de lactação.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que o teor de lipídeos, para ANE, foi significativamente superior ($P < 0,05$) àquele de BNE, pelo teste

Quadro 12 – Composição química média dos alimentos (g/100g) encontrados nas dietas das lactantes participantes

Alimentos (100 g)		Carboidratos (g)	Lipídeos (g)
Carnes	Boi	0	10,8 – 35,6
	Porco	0	11,9 – 39,1
	Frango	0	1,7 – 12,6
	Peixe	0	0,7 – 38,8
Cereais e derivados	Massas	22,3 – 27,2	0,2 – 12,0
	Produtos de panificação	56,3 – 80,0	1,0 – 13,8
	Arroz	68,0 – 79,3	1,4 – 2,2
	Farinhas	71,7 – 83,2	0,4 – 3,1
Leguminosas	Grão-de-bico/feijão	17,7 – 54,6	1,2 – 2,2
Doces	Açúcar/bala	99,5	0
	Compotas de frutas/sorvete	19,2 – 30,0	0 – 12
	Doce de leite	54,7	4,0
Vegetais	Grupo A	0,3 – 6,0	0 – 0,3
	Grupo B	6,4 – 9,8	0,1 – 0,5
	Grupo C	14,6 – 36,0	0,2 – 13,2
Frutas	Grupo A	2,0 – 13,7	0,1 – 1,0
	Grupo B	13,5 – 22,8	0 – 1,0
	Abacate	2,86 – 4,4	8,8 – 15,8

Fonte: Adaptado de FRANCO (1995).

t de Student. Resultados semelhantes foram encontrados por BRASIL et al. (1996). NÓBREGA et al. (1985) encontraram 3,78% e 3,38% de gordura no leite maduro de lactantes eutróficas de alto e baixo nível econômico, respectivamente.

A dieta padrão de mulheres brasileiras de BNE é caracterizada por uma grande proporção de energia total em carboidratos (BRASIL et al., 1996). De acordo com o hábito alimentar das doadoras de BNE (Quadro 13) e observações anotadas no questionário, verificou-se que estas apresentavam uma alimentação menos variada e semelhante em cada semana, visto que sua principal refeição era baseada em carboidratos, quando comparadas com as de ANE que apresentaram uma alimentação mais diversificada, especialmente devido a seu maior poder aquisitivo. Os principais alimentos consumidos pelas lactantes de BNE foram arroz, farinha, batata, massas (macarrão), pão e bolo, que contêm níveis consideráveis de carboidratos (Quadros 12 e 13). Esta menor variação da alimentação pode ter favorecido a obtenção de um menor desvio-padrão (1,04), para o conteúdo total de lipídeos para as lactantes de BNE.

Quadro 13 – Resumo do hábito alimentar das lactantes de alto nível econômico (ANE) e baixo nível econômico (BNE) em cada semana de lactação

Alimentos		ANE										BNE									
		Semanas de Lactação										Semanas de Lactação									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Carne	Boi	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	2	2	1	2	2	1	0	1	2	1
	Porco	0	1	2	2	3	4	1	2	3	4	1	1	1	1	2	0	2	2	0	3
	Galinha	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4
	Peixe	1	1	2	1	1	2	3	3	1	4	1	3	2	2	0	0	0	2	3	1
Cereais e derivados	Massas	1	3	2	4	3	3	2	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	Produtos de panificação	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	2
	Arroz	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Farinhas	1	1	2	1	2	3	2	2	2	1	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4
Leguminosas	Grão-de-bico/feijão	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Óleos e Gorduras	Margarina	4	3	4	2	4	3	4	4	4	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
	Manteiga	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Óleos vegetais	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4
	Gordura animal	1	1	0	2	3	2	2	2	1	0	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3
Doces	Doces de fruta/sorvete	2	1	2	2	4	3	3	4	2	2	1	3	3	3	3	3	2	3	3	2
	Açúcar/balas	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Doce de leite	3	3	1	1	2	2	2	1	3	2	1	3	3	3	2	2	2	2	3	2
Vegetais	Grupo A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	3	3	3	3	3	3	3	2
	Grupo B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4
	Grupo C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4	3	3	3	4	4
Frutas	Grupo A	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	Grupo B	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	1	4	3	4	2	2	3	3	3	3
	Abacate	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1

0-4 – Frequência de ocorrência entre as quatro lactantes em cada classe econômica ao longo de cada semana de lactação.

Quadro 14 – Teor médio de lipídeos do leite humano (%) e diferença média

Classe Econômica	Teor de Lipídeos (%)	Diferença Média ^a
ANE	4,02	0,74 ± 1,02
BNE	3,28	

^a Média ± desvio-padrão.

O maior desvio-padrão (2,33) encontrado para o conteúdo total médio de lipídeos, para as lactantes de ANE, mostra as consideráveis variações individuais entre essas lactantes, talvez pelo fato de apresentarem uma alimentação mais variada.

COELHO e NÓBREGA (1989) demonstraram que o nível econômico não influenciou a concentração de gordura para lactantes adultas. Embora o teor de lipídeos para as lactantes de BNE tenha sido relativamente menor, este resultado está de acordo com a literatura, pois, a gordura do leite humano varia entre 3 a 5%, segundo JENSEN (1996 e 1999). Apesar deste trabalho não ter realizado medidas antropométricas como, por exemplo, relação peso/altura, para verificação do estado nutricional das doadoras, alguns autores relataram a importância da prolactina nas lactantes de BNE eutróficas ou subnutridas. A capacidade de mulheres, em estado de desnutrição, em manter a qualidade de secreção do leite poderia ser explicada em razão dos maiores níveis de prolactina encontrados no soro de mulheres subnutridas (LUNN et al., 1980), maior absorção intestinal e possível economia de metabolismo nos tecidos (TRAYHURN et al., 1982). NÓBREGA et al. (1985) não encontraram diferenças significativas em ambos os níveis de teor de gordura e energia total, quando estudaram leite maduro de mulheres de BNE eutróficas e subnutridas. NOMMSEN et al. (1991) verificaram que a composição do leite secretado é mais sensível às condições maternas, como composição corporal, dieta e paridade, na última fase de gestação, do que nos primeiros meses pós-parto. FINLEY et al. (1985b) observaram que o aumento da paridade estava negativamente correlacionado com o teor de gordura do leite humano, sendo que esta gordura apresentava uma maior proporção de ácidos graxos sintetizados pela glândula mamária. Estes autores também verificaram que os níveis de gordura no leite não foram correlacionados com a ingestão de

gordura vegetal ou gordura total. Senterre et al. (1978), citados por SILBER et al. (1988), também observaram que um decréscimo na energia total não foi significativamente correlacionada com a redução no teor de gordura. Eles verificaram que o aumento do conteúdo de gordura de 5 para 15% e a seleção de alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados poderiam resultar em uma composição de gordura mais favorável.

Karmarkar et al. (1963), citados por LÖNNERDAL (1986), suplementaram lactantes Indianas com níveis variáveis de gordura e proteína. Os suplementos foram fornecidos com uma dieta de baixo nível em gordura (5 g/d) até um alto nível (45 g/d), com cada nível sendo fornecido durante um mês. O conteúdo de gordura do leite aumentou de 3,8 para 4,7-5,0%, atingindo um nível máximo com 35 g de gordura por dia. FINLEY et al. (1985b) compararam o leite de mulheres que consumiam uma quantidade inferior a 35 g de gordura animal por dia (grupo de baixa gordura animal – BGA), com o leite de mulheres que consumiam uma quantidade superior a 35 g por dia (grupo de alta gordura animal – AGA), sem considerar o padrão de carne consumido. Uma correlação significativamente positiva foi obtida entre o teor de gordura e o grupo de BGA, enquanto para o grupo de AGA nenhuma correlação foi encontrada. Para o grupo de AGA, uma quantidade finita de ácidos graxos saturados oriundos da gordura animal (ambos da dieta ou estoque) poderia ser removido do plasma, e uma vez atingidos esses níveis, a síntese na glândula mamária deveria ser a principal fonte de ácidos graxos para aumentar a gordura no leite. Para baixos níveis de ingestão de gordura vegetal, aumentos no teor de gordura foram correlacionados com o aumento na síntese da glândula mamária.

Diversos fatores podem estar associados ao conteúdo de lipídeos do leite humano, neste estudo. Dentre esses fatores, sugere-se que a dieta, paridade e individualidade influenciaram o conteúdo total médio de lipídeos do leite humano. Neste trabalho, o decréscimo no conteúdo de lipídeos não foi correlacionado com o aumento na síntese de ácidos graxos de cadeia média (síntese de novo), em que resultados semelhantes foram obtidos por SILBER et al. (1988). Embora não se tenha obtido informação sobre o conteúdo calórico da dieta das lactantes, acredita-se que as lactantes de BNE tenham apresentado uma maior proporção em energia oriunda de carboidratos, tendo

em vista que, de acordo com o hábito alimentar observado, elas apresentaram um maior consumo de carboidratos, típico de populações de baixa renda.

4.3.2. Teor de lipídeos no leite humano ao longo da lactação

A Figura 7 apresenta o comportamento médio do teor de gordura, para as diferentes classes econômicas, ao longo das dez semanas de lactação.

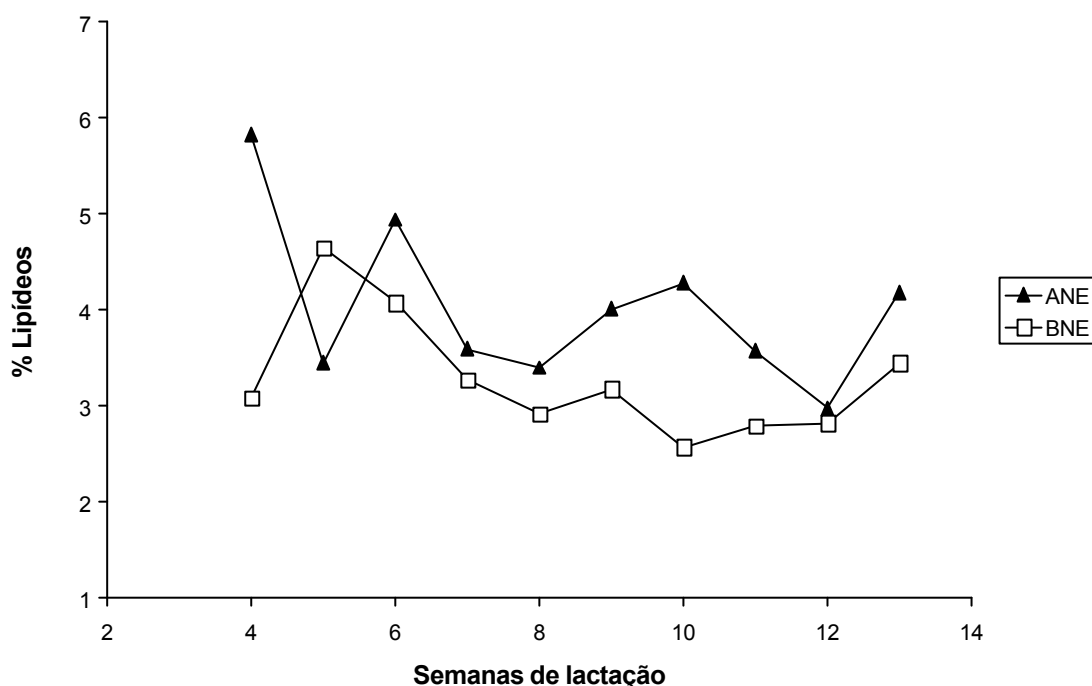


Figura 7 – Teor de lipídeos (%) ao longo da lactação.

Os resultados apresentados na Figura 7 confirmam a idéia de que o lipídeo do leite humano é um dos componentes mais variáveis, dentre os macronutrientes encontrados no leite. Dados relativos ao comportamento dos lipídeos do leite humano, ao longo da lactação, são muito escassos. Além disso, diferenças metodológicas também dificultam a comparação com outros resultados. Diante de tanta variação, não foi possível obter um modelo que ajustasse adequadamente o comportamento dos lipídeos ao longo das semanas, para ambas classes econômicas. As lactantes de BNE tiveram uma menor variação ao longo das semanas, o que pode ser devido ao fato de elas

apresentarem um comportamento mais constante em relação a seu hábito alimentar, durante cada semana, quando comparado àquele das ANE.

Michaelson et al. (1990), citados por JENSEN (1999), observaram que o conteúdo de lipídeos decresceu, durante os quatro primeiros meses de lactação, seguido por um aumento quase linear. BITMAN et al. (1983) verificaram que o conteúdo de lipídeos do leite mudou, durante a lactação, de um nível mais baixo no colostro para um nível maior, que foi mantido ao longo da lactação. Os autores concluíram que o leite maduro teve um comportamento relativamente constante ao longo da lactação. HARZER et al. (1983), estudando o leite de lactantes alemãs e inglesas, verificaram que o conteúdo de lipídeos do leite humano poderia ser ainda influenciado pela dieta da lactante. Eles observaram que as lactantes alemãs possuíam um hábito de realizar sua principal refeição no período da tarde, em que um maior teor de gordura foi observado. Já as lactantes inglesas tinham uma preferência em realizar sua principal refeição à noite, em que o teor de gordura foi maior.

Sugerem-se mais estudos para comprovar as hipóteses levantadas. O teor de lipídeos varia ao longo da mamada sendo, portanto, um possível fator contribuindo para maior variabilidade dos resultados ao longo da lactação. Sugere-se, para estudos futuros, efetuar pelo menos três coletas durante o dia, uma pela manhã, tarde e noite, verificando-se, em cada coleta, o horário da última refeição. Isto poderia minimizar as variações diurnas que ocorrem no lipídeo do leite humano. Além disso, durante cada coleta, o ideal seria obter uma pequena alíquota do leite do início, meio e fim de cada mamada, obtendo-se, dessa forma, uma amostragem mais representativa após cada extração. Como o conteúdo de lipídeos do leite humano pode ser afetado pela dieta da lactante, seria também interessante efetuar uma alimentação mais controlada em energia para cada doadora, variando-se os conteúdos de carboidratos e gorduras, durante o último período de gestação, e também após o período pós-parto, para verificação do efeito dessa alimentação sobre o conteúdo total de lipídeos.

4.4. Ácidos graxos no lipídeo do leite humano

O Quadro 15 apresenta a composição em ácidos graxos do lipídeo do leite humano (média $\pm$ desvio-padrão), para ambas classes econômicas.

Quadro 15 – Composição porcentual média (em massa) dos ácidos graxos do leite humano em cada classe econômica

		Classe Econômica	
Ácido Graxo		ANE	BNE
1	C 4:0	ND*	ND
2	C 6:0	TR**	TR
3	C 8:0	0,15 ± 0,05 ^a	0,26 ± 0,19
4	C10:0	1,35 ± 0,32	2,01 ± 0,39
5	C12:0	5,03 ± 1,60	8,75 ± 2,48
6	C14:0	5,23 ± 2,57	8,81 ± 2,43
7	C11:0	TR	TR
8	C13:0	TR	TR
9	C15:0	0,31 ± 0,15	0,23 ± 0,18
10	C16:0	17,75 ± 2,20	16,82 ± 2,21
11	C17:0	0,36 ± 0,09	0,29 ± 0,12
12	C18:0	5,64 ± 0,66	5,23 ± 1,63
13	C19:0	TR	TR
14	C20:0	0,13 ± 0,03	0,12 ± 0,03
15	C21:0	0,31 ± 0,18	0,17 ± 0,15
16	C22:0	TR	TR
17	C23:0	ND	ND
18	C24:0	TR	TR
19	C14:1	0,19 ± 0,15	0,16 ± 0,14
20	C15:1	ND	ND
21	C16:1	1,97 ± 0,65	2,02 ± 0,83
22	C17:1	0,19 ± 0,05	0,16 ± 0,06
23	C18:1 Cis	26,39 ± 2,16	23,57 ± 3,94
24	C20:1	0,28 ± 0,05	0,25 ± 0,08
25	C24:1	TR	TR
26	C18:1 Trans	3,31 ± 1,66	1,19 ± 0,94
27	C18:2 Trans	0,14 ± 0,05	TR
28	C18:2 ω6	20,85 ± 6,70	19,68 ± 6,31
29	C18:3 Gama	0,12 ± 0,04	TR
30	C20:2 ω6	0,42 ± 0,12	0,42 ± 0,11
31	C20:3 ω6	0,45 ± 0,10	0,39 ± 0,13
32	C20:4 ω6	0,53 ± 0,12	0,53 ± 0,14
33	C22:2 ω6	TR	TR
34	C18:3 Alfa ω3	1,33 ± 0,53	1,52 ± 0,76
35	C20:3 ω3	TR	TR
36	C20:5 ω3	TR	TR
37	C22:6 ω3	0,14 ± 0,04	0,14 ± 0,05
38	Outros (Não identificados)	10,00	8,00

*ND: Não-Detectado. **TR: Traço.

^aMédia ± desvio-padrão.

Ácidos graxos de novo: 2-6; AGSCL: 9-18; Ácidos graxos saturados totais: 1-18.

AGMI: 19-25.

AGT: 26-27.

AGPI ω6: 28-33; AGPICL ω6: 30-33; AGPI ω3: 34-37; AGPICL ω3: 35-37.

Ácidos graxos insaturados totais: 19-25/28-37.

Devido à complexidade de se estudar cada ácido graxo individualmente, esses foram agrupados em ácidos graxos de cadeia média (2-6), sintetizados na glândula mamária (via de novo) e ácidos graxos saturados de cadeia longa (AGSCL–9-18). Estes dois grupos de ácidos graxos, mais o C4:0 (1), C11:0 (7) e C13:0 (8), compreenderam o grupo de ácidos graxos saturados totais (1-18). O grupo de ácidos graxos insaturados totais (19-25/28-37) foram divididos em ácidos graxos monoinsaturados (AGMI–19-25), ácidos graxos poliinsaturados da família ω 6 (AGPI ω 6–28-33), ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ω 6 (AGPICL ω 6–30-33), ácidos graxos poliinsaturados da família ω 3 (AGPI ω 3–34-37) e ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ω 3 (AGPICL ω 3–35-37). A composição percentual média, para os ácidos graxos ao longo da lactação, é apresentada nos Quadros 16 e 17, para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. A Figura 8 ilustra um exemplo de cromatograma dos ácidos graxos no lipídeo do leite humano.

4.4.1. Ácidos graxos saturados totais

O Quadro 18 apresenta os ácidos graxos de cadeia média, sintetizados pela via de novo (C6-C14:0), na glândula mamária, entre as classes econômicas, e a diferença média obtida entre as classes durante as dez semanas de lactação.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que os ácidos graxos de cadeia média (via de novo), para BNE, apresentaram resultados significativamente superiores ($P < 0,05$) àqueles de ANE, pelo teste t, de Student. Resultados semelhantes foram encontrados por NÓBREGA et al. (1986) e BRASIL et al. (1996), que estudaram o leite de nutrizes com dieta alta em carboidratos e baixa em gorduras, própria de populações de baixa renda, e encontraram altas concentrações de C12:0 e C14:0, embora as condições de análises dos ácidos graxos efetuadas por esses autores tenham sido limitadas, devido à utilização de uma coluna empacotada de vidro.

Van BEUSEKOM et al. (1990) observaram que uma alta ingestão calórica de carboidratos ocorre em muitos países em desenvolvimento, e encontraram uma maior síntese nos ácidos graxos de cadeia média (de novo)

Quadro 16 – Composição porcentual média (% em massa) de ácidos graxos ao longo da lactação para lactantes de alto nível econômico (ANE)

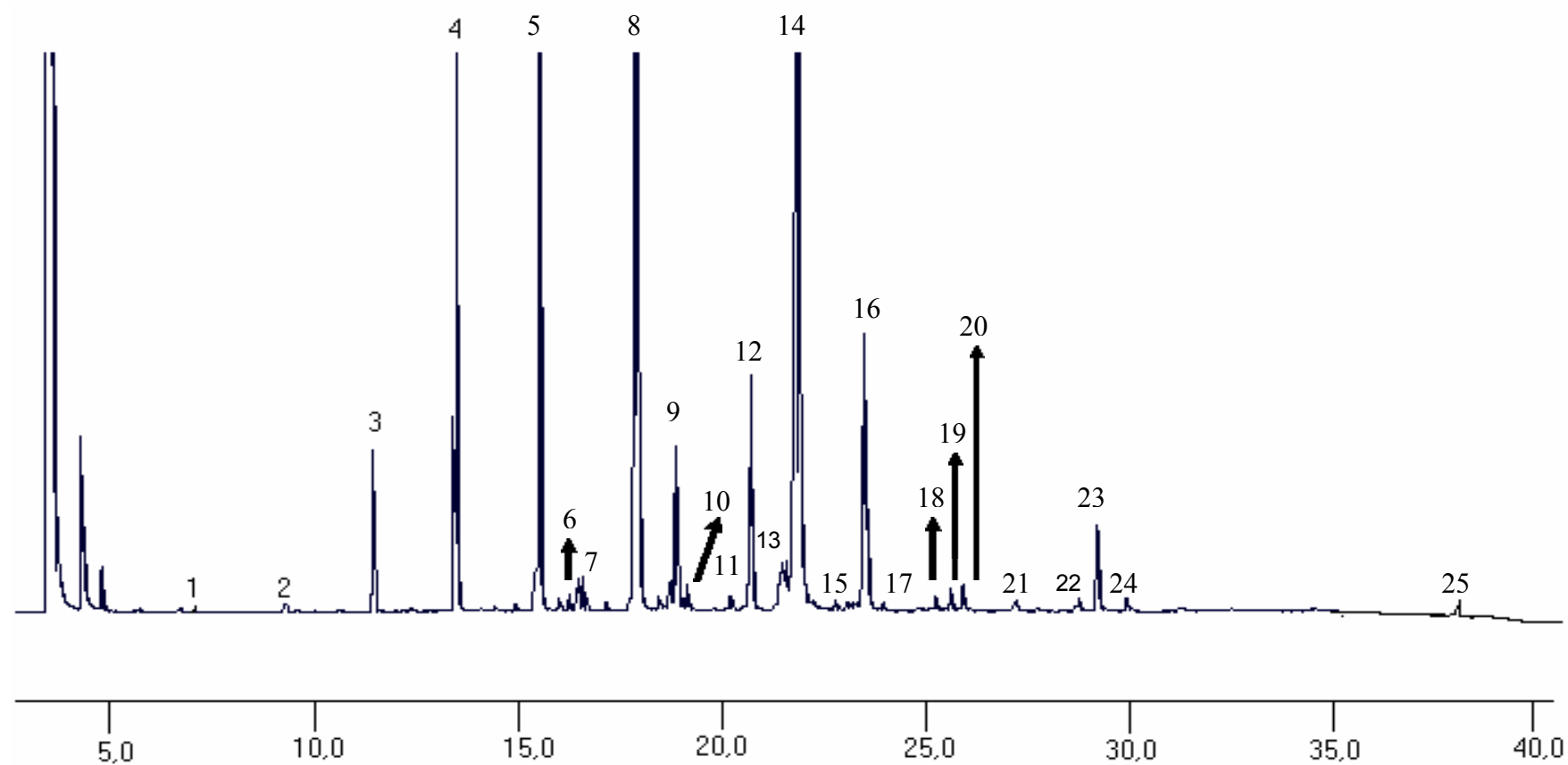
Ácido Graxo	ANE									
	Semanas de Lactação									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C4:0	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C6:0	TR**	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C8:0	0,20	0,15	0,17	0,14	0,15	0,16	0,15	0,11	0,12	0,14
C10:0	1,66	1,33	1,50	1,28	1,35	1,40	1,47	1,12	1,13	1,25
C12:0	6,10	4,84	5,31	4,73	4,84	5,41	5,37	4,57	4,62	4,50
C14:0	6,27	4,89	5,11	4,71	5,17	5,63	5,50	5,48	4,91	4,70
C11:0	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C13:0	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C15:0	0,35	0,26	0,29	0,27	0,29	0,34	0,30	0,41	0,31	0,31
C16:0	18,36	17,51	16,41	17,47	18,26	17,81	17,84	18,76	17,78	17,28
C17:0	0,42	0,33	0,34	0,32	0,36	0,38	0,36	0,39	0,35	0,35
C18:0	5,83	5,56	5,26	5,49	5,89	5,57	5,44	5,66	6,06	5,65
C19:0	0,12	TR	TR	0,17	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C20:0	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13
C21:0	0,39	0,30	0,32	0,27	0,36	0,30	0,28	0,31	0,27	0,28
C22:0	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C23:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C24:0	TR	ND	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C14:1	0,21	0,17	0,16	0,16	0,18	0,21	0,20	0,24	0,19	0,18
C15:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C16:1	2,03	2,17	1,79	2,00	2,03	1,92	1,84	2,13	1,97	1,82
C17:1	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,16	0,22	0,21	0,21
C18:1 Cis	25,52	27,04	25,13	25,52	26,53	25,88	26,82	26,32	27,88	27,25
C20:1	0,25	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,26	0,29	0,30	0,27
C24:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	TR	ND
C18:1 Trans	3,37	3,06	3,07	4,95	3,16	2,55	2,97	2,99	3,24	3,79
C18:2 Trans	0,16	0,15	0,11	0,19	0,12	0,12	0,12	0,14	0,12	0,17
C18:2 ω6	17,94	20,32	23,48	20,23	21,22	22,05	21,49	19,58	20,66	21,56
C18:3 Gama	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	TR	0,11	0,11	0,11
C20:2 ω6	0,45	0,47	0,46	0,39	0,39	0,39	0,35	0,42	0,44	0,42
C20:3 ω6	0,55	0,52	0,47	0,42	0,44	0,41	0,35	0,46	0,43	0,41
C20:4 ω6	0,60	0,55	0,52	0,52	0,49	0,50	0,44	0,58	0,57	0,54
C22:2 ω6	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C18:3 Alfa ω3	1,26	1,39	1,79	1,23	1,39	1,45	1,54	1,16	0,99	1,13
C20:3 ω3	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C20:5 ω3	ND	ND	ND	ND	TR	ND	TR	TR	TR	TR
C22:6 ω3	0,20	0,16	0,15	0,13	0,15	0,14	0,11	0,13	0,12	0,12

*ND: não-detectado.**TR: traço.

Quadro 17 – Composição porcentual média (% em massa) de ácidos graxos ao longo da lactação para lactantes de baixo nível econômico (BNE)

Ácido Graxo	BNE									
	Semanas de Lactação									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C4:0	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C6:0	TR**	TR	TR	TR	TR	0,43	0,33	0,60	0,44	0,25
C8:0	0,27	0,24	0,22	0,21	0,17	0,33	0,27	0,37	0,30	0,26
C10:0	2,34	2,18	2,09	2,25	1,88	1,93	1,93	1,96	1,74	1,82
C12:0	10,29	9,94	9,58	9,96	9,06	7,81	8,30	7,51	7,34	7,67
C14:0	9,68	9,84	8,87	9,33	9,17	8,09	8,59	8,53	8,14	7,88
C11:0	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C13:0	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C15:0	0,16	0,14	0,22	0,19	0,16	0,23	0,26	0,35	0,35	0,26
C16:0	15,65	15,14	16,57	16,21	15,12	17,35	17,86	19,02	17,79	17,54
C17:0	0,25	0,23	0,29	0,30	0,25	0,24	0,34	0,38	0,32	0,29
C18:0	4,66	4,13	5,11	5,27	4,81	5,50	5,64	6,15	5,40	5,61
C19:0	TR	TR	TR	TR	0,15	TR	TR	TR	TR	TR
C20:0	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11
C21:0	0,12	0,13	0,16	0,13	0,11	0,13	0,24	0,30	0,20	0,20
C22:0	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C23:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C24:0	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C14:1	0,10	0,10	0,14	0,12	0,09	0,19	0,18	0,26	0,25	0,17
C15:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C16:1	1,87	1,68	1,89	1,84	1,48	2,28	2,40	2,35	2,11	2,28
C17:1	0,15	0,14	0,15	0,17	0,15	0,15	0,19	0,20	0,17	0,18
C18:1 Cis	21,54	21,35	23,84	22,67	22,09	25,14	23,99	24,62	25,22	25,26
C20:1	0,27	0,25	0,31	0,28	0,27	0,23	0,18	0,18	0,26	0,28
C24:1	TR	TR	TR	TR	TR	ND	TR	ND	ND	ND
C18:1 Trans	1,08	1,18	1,33	0,92	0,95	1,06	1,42	1,30	1,30	1,38
C18:2 Trans	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C18:2 ω6	20,17	22,47	18,86	19,58	23,54	19,49	18,44	17,06	18,82	18,38
C18:3 Gama	0,10	0,10	0,13	0,09	0,10	0,09	TR	0,09	0,09	TR
C20:2 ω6	0,55	0,43	0,47	0,46	0,46	0,39	0,35	0,33	0,37	0,41
C20:3 ω6	0,46	0,52	0,50	0,44	0,42	0,35	0,30	0,28	0,36	0,31
C20:4 ω6	0,60	0,60	0,57	0,54	0,55	0,52	0,47	0,43	0,55	0,54
C22:2 ω6	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C18:3 Alfa ω3	1,57	1,82	1,40	1,57	1,95	1,51	1,46	1,32	1,38	1,28
C20:3 ω3	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
C20:5 ω3	ND	ND	ND	TR	TR	TR	TR	ND	ND	ND
C22:6 ω3	0,17	0,15	0,17	0,16	0,14	0,12	0,12	0,10	0,12	0,12

*ND: não-detectado. **TR: traço.



1 – C6:0; **2** – C8:0; **3** – C10:0; **4** – C12:0; **5** – C14:0; **6** – C14:1; **7** – C15:0; **8** – C16:0; **9** – C16:1; **10** – C17:0; **11** – C17:1; **12** – C18:0; **13** – C18:1t; **14** – C18:1; **15** – C18:2t; **16** – C18:2 ω 6; **17** – C20:0; **18** – C20:1; **19** – C18:3 Alfa ω 3; **20** – C21:0; **21** – C20:2 ω 6; **22** – C20:3 ω 6; **23** – C22:1 (Padrão Interno); **24** – C20:4 ω 6; **25** – C22:6 ω 3.

Figura 8 – Exemplo de cromatograma dos ácidos graxos no lipídeo do leite humano.

Quadro 18 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos de cadeia média em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	Ácidos Graxos de Cadeia Média (%)	Diferença Média ^a
ANE	11,78	-8,26 ± 1,65
BNE	20,04	

^a Média ± desvio-padrão.

para as lactantes dominicanas, que possuíam uma dieta maior em carboidratos (70%), quando comparadas com as de Belize (55%). VANDERJAGT et al. (2000) verificaram que uma alta proporção de ácidos graxos de cadeia média, no leite de lactantes da região norte da Nigéria (Fulani), parece ser teoricamente importante para a sobrevivência da criança, pois, essa produzia uma fonte de energia alta, que era facilmente digerida e prontamente oxidada pelo lactente. Os autores encontraram valores semelhantes da síntese de novo (21,8%), quando comparados àqueles das lactantes de BNE neste estudo. SCHMEITS et al. (1999), analisando o leite de mulheres rurais do Nepal, observaram que elas possuíam uma dieta alta em carboidratos, e quantidades pequenas de proteínas e gorduras. Esses autores encontraram o valor médio de 25% para ácidos graxos de cadeia média. KNEEBONE et al. (1985), estudando lactantes de três diferentes grupos raciais, na ilha de Penang, situada na costa ocidental da Malásia, observaram que as mulheres chinesas apresentavam um conteúdo de aproximadamente 12% de ácidos graxos de cadeia média, semelhantemente aos resultados encontrados para as lactantes de ANE neste trabalho, enquanto as lactantes indianas e de Malai apresentavam valores semelhantes aos das lactantes de BNE determinados neste estudo. As lactantes chinesas tinham uma dieta baseada em carne, peixe e óleos poliinsaturados, enquanto as mulheres indianas e de Malai possuíam uma dieta consistindo, predominantemente, de carboidratos.

O comportamento médio desses ácidos graxos, ao longo da lactação, para as classes econômicas é apresentado na Figura 9.

Ao longo da lactação, foi observado que as maiores variações nas porcentagens dos ácidos graxos de cadeia média, para ambas classes econômicas, foram devidas ao C10:0 (cáprico), C12:0 (láurico) e C14:0 (mirístico)

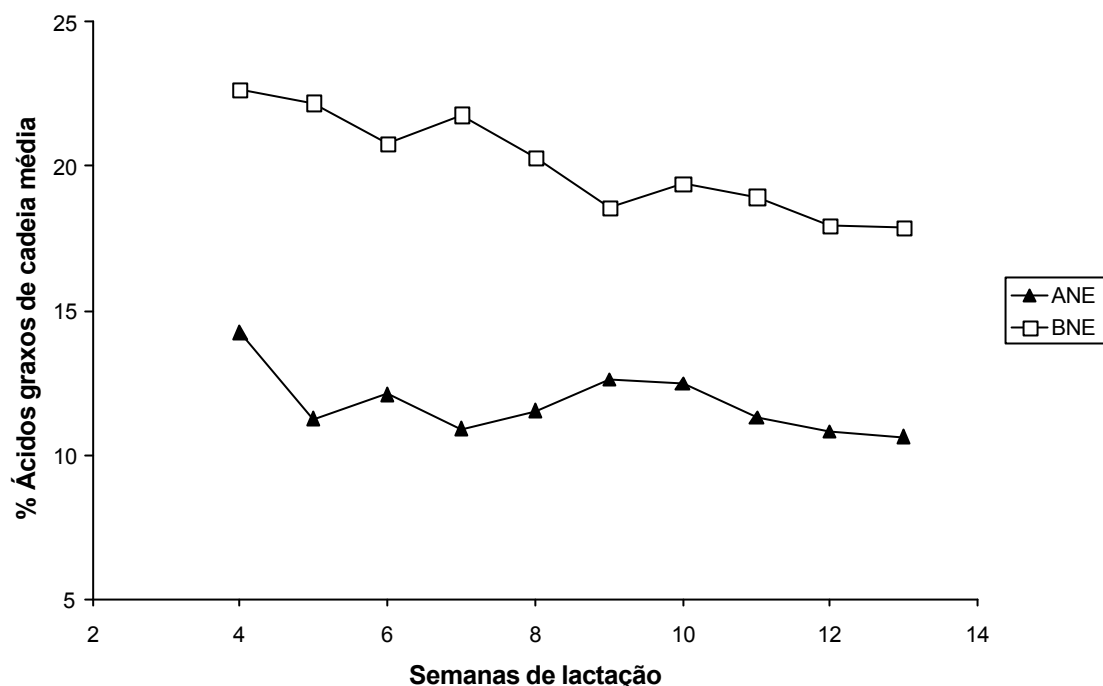


Figura 9 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos de cadeia média ao longo da lactação em cada classe econômica.

(Quadros 16 e 17) que, evidentemente, influenciaram o conteúdo total de ácidos graxos sintetizados pela glândula mamária. Guesnet et al. (1993), citados por JENSEN (1996), encontraram resultados semelhantes.

VILLALPANDO et al. (1995) observaram que as variações na composição em ácidos graxos da dieta tinham um profundo efeito sobre a composição em ácidos graxos da gordura do leite humano. FINLEY et al. (1985b) verificaram que, à medida que ocorria o aumento da paridade, a gordura do leite humano continha uma maior proporção de ácidos graxos sintetizados pela glândula mamária.

Os resultados apresentados neste trabalho sugerem que a dieta influenciou, consideravelmente, o conteúdo de ácidos graxos de cadeia média (de novo), para ambas classes econômicas. Uma outra hipótese para o maior conteúdo desses ácidos graxos, encontrados em lactantes de BNE, pode ser baseada na paridade (Quadro 11), pois, geralmente há uma maior maturidade nas células da glândula mamária com o aumento da paridade. O Quadro 19 apresenta o conteúdo de ácidos graxos saturados de cadeia longa (AGSCL),

para ambas classes econômicas, e a diferença média obtida entre as classes, durante as dez semanas de lactação.

Quadro 19 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos saturados de cadeia longa em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	Ácidos Graxos Saturados de Cadeia Longa (%)	Diferença Média ^a
ANE	24,59	1,65 ± 2,06
BNE	22,94	

^a Média ± desvio-padrão.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano de lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que os ácidos graxos saturados de cadeia longa, para ANE, foram significativamente superiores ($P < 0,05$) aos de BNE pelo teste t, de Student. BRASIL et al. (1996) encontraram resultados semelhantes, embora as condições de análise dos ácidos graxos tenham sido limitadas, visto que os autores somente identificaram C16:0 e C18:0.

KNEEBONE et al. (1985) encontraram valores de, aproximadamente, 28% de AGSCL para lactantes chinesas, que apresentavam o hábito de comer carnes de porco, boi e frango nas refeições. Van der Westhuyzen et al. (1988), citados por JENSEN (1996), verificaram que as lactantes urbanas da região sul da África apresentavam cerca de 30% desses ácidos graxos, e cuja dieta principal era derivada de gordura animal e proteínas.

VÍTOLO et al. (1996) observaram que o leite de lactantes pertencentes à ANE produziu uma maior porcentagem de ácido esteárico (C18:0), quando comparado com o leite de lactantes de BNE. Os autores concluíram que o resultado foi devido a uma maior ingestão de gordura animal e proteína, consumida pelas lactantes de ANE, do que normalmente consumido por BNE. Segundo HAYAT et al. (1999), as análises de leite doado por lactantes do Kuwait, que consumiam alta porcentagem calórica de proteínas, mostraram altos valores de C16:0 (ácido palmítico).

Os ácidos graxos saturados de cadeia longa podem ser oriundos de fontes de dieta (gordura animal) e tecido adiposo (*déficit* calórico), bem como

de síntese endógena a partir de carboidratos (C16:0), sendo que esta apresenta uma menor contribuição quando comparada com as demais fontes. Portanto, as possíveis variações desses ácidos graxos, ao longo da lactação (Figura 10), podem ser explicadas por esses fatores.

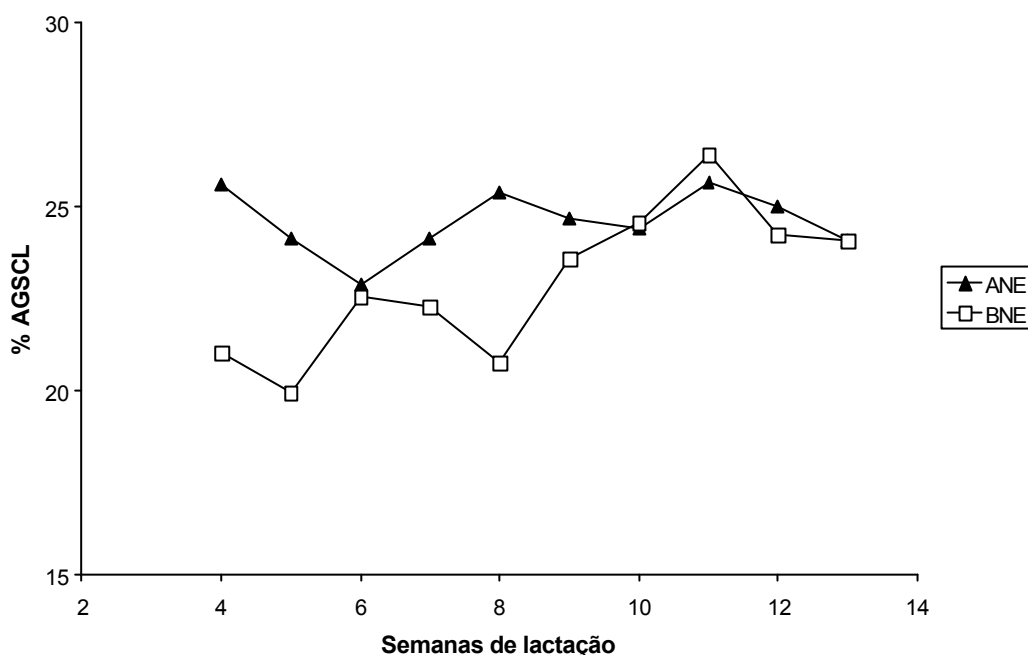


Figura 10 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos saturados de cadeia longa (AGSCL) ao longo da lactação em cada classe econômica.

Para as duas classes econômicas, os principais ácidos graxos apresentando as maiores variações, ao longo da lactação, foram o C16:0 e C18:0 (Quadros 16 e 17), portanto, influenciando a composição final dos AGSCL. Para as lactantes de ANE, acredita-se que a principal fonte desses ácidos graxos foi proveniente da ingestão de carnes (gordura animal), tendo em vista seu maior poder aquisitivo. As lactantes de BNE tinham hábito menos freqüente de consumo de carnes (Quadro 13). Além disso, estas não consumiam carnes diariamente, enquanto as de ANE consumiam pelo menos uma vez por dia. Uma característica interessante, observada na dieta das lactantes de BNE, é que estas apresentavam o hábito de utilizar gordura de porco (banha) como fonte de gordura (Quadro 13). Acredita-se, portanto, que a principal fonte deste grupo de ácidos graxos utilizada pelas lactantes de BNE

seja o consumo de banha de porco, que contém níveis consideráveis de C16:0 e C18:0. Tal fato pode ter contribuído para o resultado aproximadamente igual encontrado entre as classes econômicas, embora tenha ocorrido diferença significativa.

Os ácidos graxos saturados totais constituíram, em média, 36 e 43% do total de ácidos graxos no leite humano, para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. Este maior valor para as lactantes de BNE é explicado pelo maior conteúdo de ácidos graxos de cadeia média (de novo). As lactantes européias e de Gâmbia apresentaram, respectivamente, em torno de 43 e 35% de ácidos graxos saturados totais (JENSEN, 1996).

4.4.2. Ácidos graxos trans (AGT)

Os ácidos graxos trans (Quadro 20), detectados no leite humano, têm sido investigados pelo fato de prejudicarem o metabolismo dos ácidos graxos essenciais e, conseqüentemente o desenvolvimento do lactente, conforme reportado por DECSI e KOLETZKO (1995).

Quadro 20 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos trans em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	Ácidos Graxos Trans (%)	Diferença Média ^a
ANE	3,44	2,17 ± 0,72
BNE	1,27	

^a Média ± desvio-padrão.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que os ácidos graxos trans, para ANE, foram significativamente superiores ($P < 0,05$) àqueles de BNE, pelo teste t, de Student. Embora o conteúdo de ácidos graxos trans encontrados nas lactantes de ANE tenha sido superior, este trabalho apresentou baixos valores médios de AGT, quando comparado com mulheres canadenses e germânicas para os quais foram encontrados valores médios de 7,20 e 4,40% de AGT, respectivamente, sendo que essas lactantes,

principalmente as canadenses, apresentavam um consumo relativamente alto de margarinas (CHEN et al., 1995; JENSEN, 1999). Esses resultados refletem as diferenças regionais desses ácidos graxos no leite das lactantes de diferentes países.

A Figura 11 apresenta os resultados dos ácidos graxos trans, ao longo da lactação, nas diferentes classes econômicas.

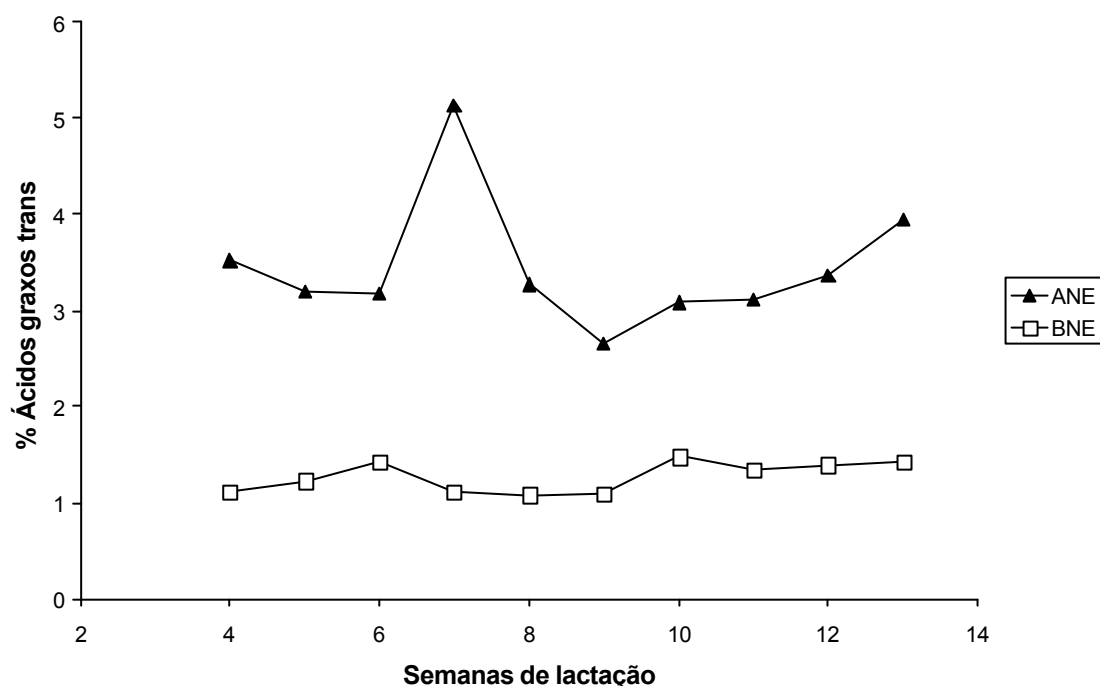


Figura 11 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos trans ao longo da lactação em cada classe econômica.

Somente dois ácidos graxos trans foram identificados neste estudo, ou seja, o C18:1t (trans) e o C18:2t (trans). As variações ao longo da lactação podem ser explicadas em razão das alterações nas dietas, em que o C18:1t foi o principal ácido graxo trans quantificado. De acordo com o hábito alimentar observado neste estudo (Quadro 13), as lactantes de ANE consumiram mais freqüentemente margarina, em todas as semanas, quando comparadas com as lactantes de BNE. Isto explica, talvez, a menor variação ao longo das semanas para as lactantes de BNE, quando comparada com aquela das lactantes de ANE. Além das margarinas, uma outra possível fonte de ácidos graxos trans pode ter sido oriunda de produtos de panificação.

Neste estudo, foram obtidas correlações negativas, porém não significativas, entre AGT e teor de lipídeos, e também entre AGT e AGPICL, para ambas classes econômicas, o que evidencia que os AGT não estão relacionados à redução no teor de lipídeos, nem ao metabolismo dos ácidos graxos essenciais. DECSI e KOLETZKO (1995) encontraram correlações significativamente inversas entre AGT e AGPICL, e também com DHA e ARA.

4.4.3. Ácidos graxos insaturados totais

4.4.3.1. Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)

Os ácidos graxos insaturados totais corresponderam, em média, a 52,86 e 49% do total de ácidos graxos encontrados no leite maduro, para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. Destes resultados, os AGMI contribuíram com mais de metade do conteúdo de ácidos graxos insaturados totais, para ambas classes econômicas (Quadro 21).

Quadro 21 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos monoinsaturados em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	Ácidos Graxos Monoinsaturados (%)	Diferença Média ^a
ANE	29,00	2,85 ± 1,87
BNE	26,15	

^a Média ± desvio-padrão.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que os ácidos graxos monoinsaturados, para ANE, foram significativamente superiores ($P < 0,05$) àqueles de BNE, pelo teste t, de Student. BRASIL et al. (1996) encontraram resultados semelhantes, embora as condições de análises dos ácidos graxos tenham sido limitadas, pois eles somente identificaram C16:1 e C18:1.

VANDERJAGT et al. (2000) estudaram o leite de mulheres nigerianas, e encontraram valores de 31% para os AGMI, enquanto van der Westhuyzen (1988), citados por JENSEN (1996), verificaram que as lactantes rurais da

região sul da África apresentavam aproximadamente 27% de AGMI. Essas lactantes apresentaram maior proporção de gordura animal na dieta, quando comparada com a proporção de óleos vegetais.

De acordo com os resultados deste trabalho, houve uma correlação significativamente negativa entre AGMI e ácidos graxos de cadeia média (de novo), para as lactantes de ANE ($r = -0,54$, $P < 0,05$) e BNE ($-0,91$, $P < 0,05$). Estes resultados ratificam a teoria, pois, quando há um aumento no conteúdo de um grupo de ácidos graxos como, por exemplo, os AGMI, ocorre diminuição de outro grupo (ácidos graxos de cadeia média). Observou-se que as lactantes de BNE obtiveram uma correlação maior, visto que os ácidos graxos de cadeia média (Figura 9) apresentaram um decréscimo maior ao longo da lactação, seguido de um aumento dos AGMI (Figura 12). VANDERJAGT et al. (2000) encontraram uma correlação inversa entre ácidos graxos de cadeia média e C18:1 (oléico). VILLALPANDO et al. (1995) mostraram que os ácidos graxos insaturados de cadeia longa (C16:1, C18:1 e C18:2) tinham o papel de controlar a síntese de ácidos graxos de cadeia média (de novo), visto que um aumento no conteúdo desses ácidos graxos insaturados proporcionava uma diminuição dos ácidos graxos de novo ao longo do dia.

A Figura 12 apresenta a concentração média porcentual de AGMI, ao longo das semanas. O C16:1 (palmitoléico) e o C18:1 (oléico) (Quadros 16 e 17) foram os principais ácidos graxos responsáveis pelas variações ocorridas ao longo da lactação.

Para as lactantes de ANE, observa-se um ligeiro aumento ao longo das semanas, enquanto para as lactantes de BNE ocorreram maiores variações, embora também tenha aumentado com o estágio da lactação. Acredita-se que as principais fontes desses ácidos graxos, para as lactantes de ANE, foram oriundas do consumo de óleos vegetais, como óleo de soja, girassol e azeite de oliva. Para as lactantes de BNE, a gordura de porco (banha) e óleo de soja contribuíram para o conteúdo final desses ácidos graxos. Uma outra possível fonte de ácidos graxos monoinsaturados, para ambas classes econômicas, poderia ser explicada por liberações desses ácidos graxos do tecido adiposo, durante períodos de *déficit* calórico.

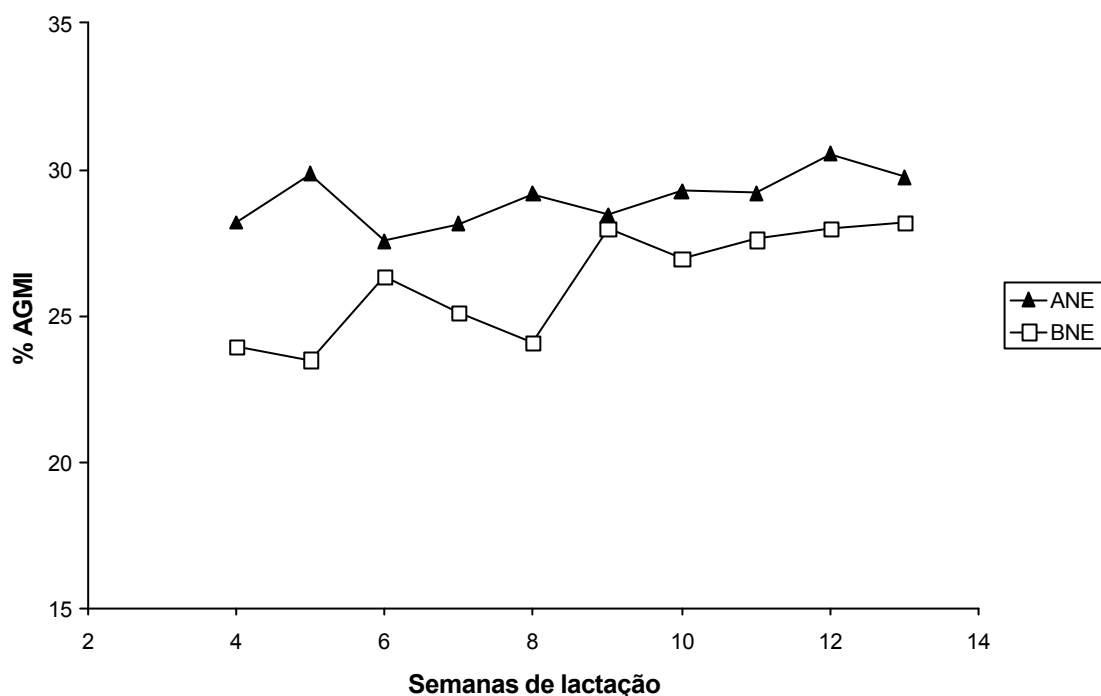


Figura 12 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) ao longo da lactação em cada classe econômica.

4.4.3.2. Ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$ e $\omega 3$

Até recentemente, o maior consumo de ácidos graxos poliinsaturados concentrava-se nas lactantes de ANE, certamente devido a maiores ingestões de gorduras insaturadas, principalmente na forma de margarina e óleos vegetais, particularmente o de soja. Ultimamente, porém, os padrões da dieta em gordura foram mudando em nossa população, pois, observou-se que esses produtos estavam disponíveis para as lactantes de BNE, em virtude de seu relativo baixo custo (BRASIL et al., 1996). PITTA et al. (1985) analisaram a influência do nível econômico sobre a composição do leite de mulheres adultas, e também notaram que o óleo de soja foi o óleo mais comumente consumido pelas lactantes de BNE. Os resultados apresentados no Quadro 22, para os ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$ (AGPI $\omega 6$), confirmam esta mudança de comportamento quanto à dieta de lactantes nas diferentes classes econômicas.

Quadro 22 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$ em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	Ácidos Graxos Poliinsaturados da Família $\omega 6$ (%)	Diferença Média ^a
ANE	22,38	1,22 $\pm$ 2,63
BNE	21,16	

^a Média $\pm$ desvio-padrão.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que a concentração de ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$, para ANE, não é estatisticamente diferente ($P > 0,05$) àquela de BNE, pelo teste t, de Student. NÓBREGA et al. (1986) encontraram valores superiores para lactantes pertencentes a ANE, embora as lactantes de BNE eutróficas e subnutridas apresentassem resultados semelhantes. BRASIL et al. (1996) encontraram valores superiores para as lactantes de BNE eutróficas e subnutridas; contudo, a capacidade de separação da coluna foi muito limitada, pois, somente o C18:2 $\omega 6$ (linoléico) foi identificado.

As lactantes francesas (MARTIN et al., 1993b), indianas (KNEEBONE et al., 1985), nigerianas (VANDERJAGT et al., 2000) e canadenses (CHEN et al., 1995) apresentaram valores percentuais menores para os AGPI $\omega 6$, quando comparadas às lactantes brasileiras de ambas classes econômicas. As lactantes urbanas chinesas (JENSEN, 1999), que consumiam óleo de soja, apresentaram resultados semelhantes (21,46%) aos encontrados neste trabalho para as diferentes classes econômicas. NÓBREGA et al. (1986) e VÍTOLO et al. (1996) encontraram que os níveis de C18:2 $\omega 6$, para as lactantes brasileiras, eram três vezes maiores do que aqueles encontrados para as populações norte-americanas e européias, visto que estas, provavelmente, não consumiam óleos vegetais nas mesmas quantidades que as brasileiras. Neste trabalho, os resultados encontrados para o ácido graxo essencial C18:2 $\omega 6$ (linoléico) foram 20,85 e 19,68% (Quadro 15), para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. Este foi também o principal ácido graxo essencial responsável pelas variações dos AGPI $\omega 6$ ocorridas ao longo das semanas (Quadros 16 e 17, e Figura 13).

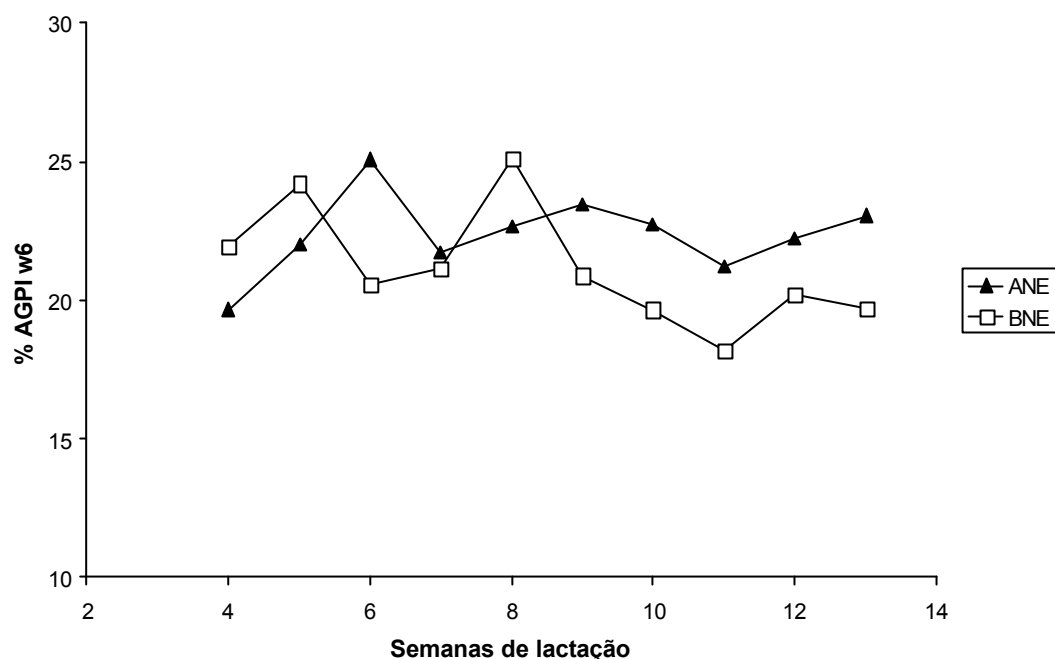


Figura 13 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 6$ (AGPI $\omega 6$) ao longo da lactação em cada classe econômica.

As principais fontes deste grupo de ácidos graxos, encontradas nas dietas das lactantes de ANE foram os óleos vegetais, como os óleos de soja e girassol, enquanto nas lactantes de BNE foi óleo de soja. Estes óleos vegetais são ricos em C18:2 $\omega 6$.

O Quadro 23 apresenta os resultados dos ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 3$ (AGPI $\omega 3$), bem como a diferença média entre as classes, ao longo das semanas.

Quadro 23 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 3$ em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	Ácidos Graxos Poliinsaturados da Família $\omega 3$ (%)	Diferença Média ^a
ANE	1,49	-0,20 $\pm$ 0,28
BNE	1,69	

^a Média $\pm$ desvio-padrão.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que os ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 3$, para ANE, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$) daqueles de BNE, pelo teste t, de Student. NÓBREGA et al. (1986) encontraram valores superiores para lactantes pertencentes a ANE, embora as lactantes de BNE eutróficas e subnutridas apresentaram resultados semelhantes. BRASIL et al. (1996) encontraram valores superiores para as lactantes de BNE eutróficas e subnutridas, porém a capacidade de separação da coluna foi muito limitada, pois, somente o C18:3 $\omega 3$ (linolênico) foi identificado.

As lactantes canadenses (CHEN et al., 1995), francesas (CHARDIGNY et al., 1995), e de Malai (KNEEBONE et al., 1985) apresentaram resultados semelhantes aos do Quadro 23, enquanto as lactantes chinesas, que moravam próximas à costa marinha, apresentaram valores médios superiores para os AGPI $\omega 3$, visto que os produtos marinhos e o óleo de soja foram os principais componentes da dieta em gordura dessas mulheres (JENSEN, 1999).

Dentre os AGPI $\omega 3$, o ácido graxo essencial C18:3 $\omega 3$ (linolênico) foi o principal ácido graxo encontrado neste trabalho, contendo, em média, valores de 1,33 e 1,52% para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente. O comportamento dos AGPI $\omega 3$, ao longo da lactação, é apresentado na Figura 14.

As variações ao longo das semanas podem ser explicadas em razão das alterações nas dietas, principalmente a ingestão de óleos vegetais. Além disso, foi observada uma correlação significativamente negativa entre os AGMI e AGPI $\omega 3$, para as lactantes de ANE ($r = -0,63$, $P < 0,05$) e BNE ($r = -0,86$, $P < 0,05$), ou seja, à medida que aumenta o conteúdo dos AGMI, há tendência para uma redução nos AGPI $\omega 3$, o que pode ser observado, comparando-se as Figuras 12 e 14. Dentre os AGMI, o C18:1 (oléico) constitui uma importante fonte de energia para o lactente; portanto, a dieta e liberação deste ácido graxo do tecido adiposo podem ter influenciado os resultados.

Segundo JENSEN (1996), uma taxa de 5-15:1 entre C18:2 $\omega 6$ e C18:3 $\omega 3$ tem sido utilizada em fórmulas para crianças prematuras, pois, oriunda principalmente da dieta, esta taxa tem sido considerada mais importante do que o valor absoluto ingerido para cada um desses ácidos graxos essenciais, visto que pode ocorrer uma competição pelo mesmo sistema

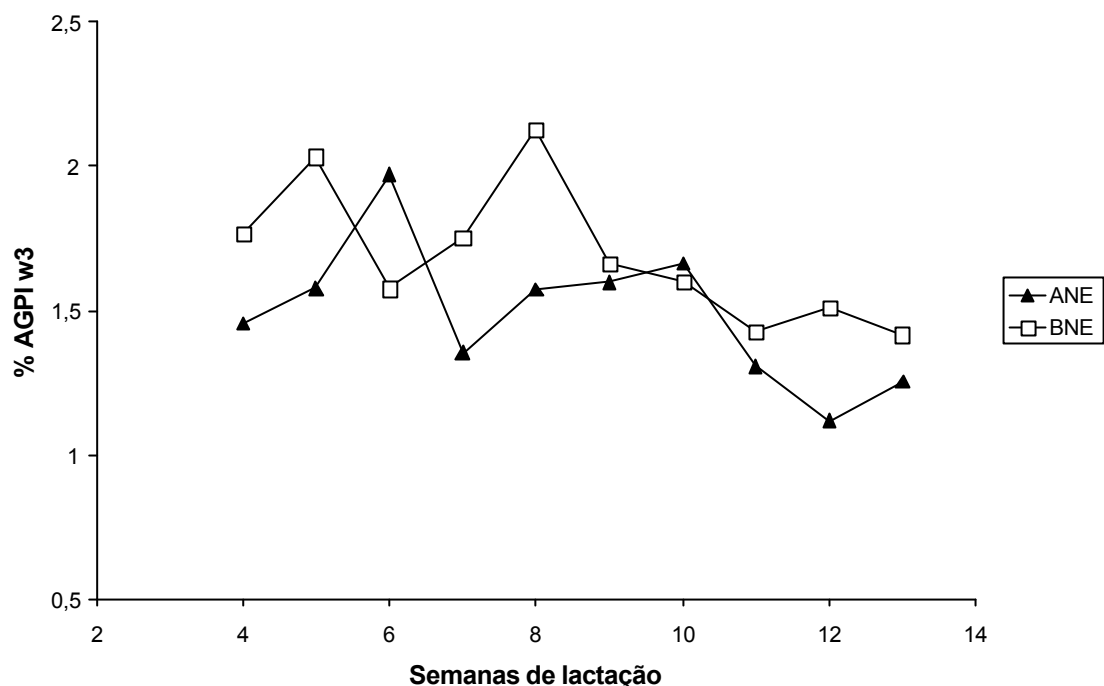


Figura 14 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados da família $\omega 3$ (AGPI $\omega 3$) ao longo da lactação em cada classe econômica.

enzimático para o metabolismo de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa. JENSEN et al. (1992) verificaram que as alterações na dieta materna afetavam a quantidade de ácidos graxos da série $\omega 6$ e $\omega 3$ e, conseqüentemente, a taxa desses ácidos graxos. Os resultados das taxas de C18:2 $\omega 6$ /C18:3 $\omega 3$, obtidos neste trabalho (Quadro 24), estão dentro da faixa de valores recomendada na literatura, embora esta relação seja somente um guia e não um critério absoluto.

Quadro 24 – Relação C18:2 $\omega 6$ /C18:3 $\omega 3$ e diferença média

Classe Econômica	C18:2 $\omega 6$ /C18:3 $\omega 3$	Diferença Média ^a
ANE	16,50	2,33 $\pm$ 2,18
BNE	14,16	

^a Média $\pm$ desvio-padrão.

Os resultados observados no Quadro 24 mostram que a taxa de C18:2 ω 6/C18:3 ω 3, para as lactantes de ANE, foi significativamente superior ($P<0,05$) àquela para as lactantes de BNE, pelo teste t, de Student.

A taxa de C18:2 ω 6/C18:3 ω 3, ao longo das semanas, é apresentada na Figura 15.

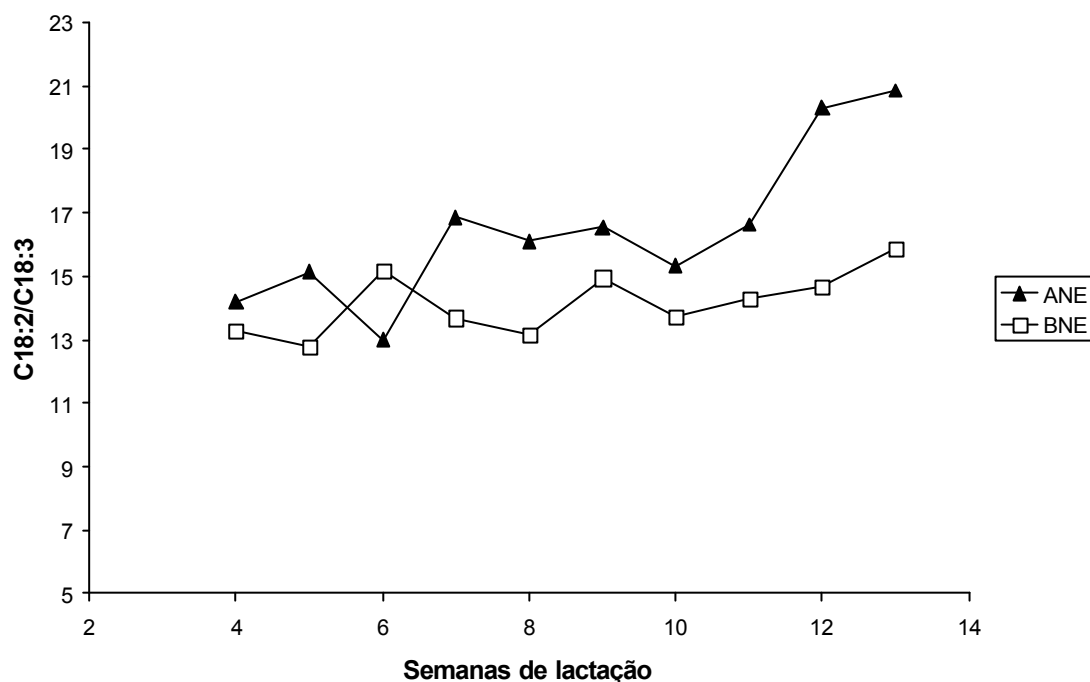


Figura 15 – Taxa de C18:2/C18:3 ao longo das semanas em cada classe econômica.

O aumento na taxa de C18:2 ω 6/C18:3 ω 3, ao longo da lactação, pode ser explicado por meio das alterações na dieta, assim como pela necessidade de requerimento do lactente.

Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa das famílias ω 6 e ω 3 têm sido exaustivamente investigados por diversos autores de todo o mundo, devido ao importante papel que desempenham no desenvolvimento do lactente, principalmente pela presença em tecidos, como sistema nervoso central e funções visuais, além de apresentarem propriedades terapêuticas. Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa corresponderam, em média, por 1,57 e 1,55% do total de ácidos graxos encontrados no leite das lactantes de

ANE e BNE, respectivamente. O Quadro 25 apresenta os resultados para os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 6$ (AGPICL $\omega 6$), com destaque para o ácido C20:4 $\omega 6$ (ARA).

Quadro 25 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 6$ (AGPICL $\omega 6$) em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	AGPICL $\omega 6$ (%)	Diferença Média ^a	ARA (%)	Diferença Média ^a
ANE	1,41	0,02 $\pm$ 0,18	0,53	-0,004 $\pm$ 0,06
BNE	1,39		0,53	

^a Média $\pm$ desvio-padrão.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 6$, inclusive o ARA, para ANE, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$) aos de BNE, pelo teste t, de Student.

Neste estudo, três pequenas proporções de AGPICL $\omega 6$ (C20:2, C20:3 e C22:2) também foram identificadas no leite humano das lactantes, além do C20:4 (ARA). Estes resultados confirmam que o mecanismo de alongação-dessaturação do C18:2 $\omega 6$ está sendo produzido pelas lactantes de ambas classes econômicas, visto que essas lactantes não tinham hábito freqüente de comer peixes ao longo das semanas, principalmente as lactantes de BNE (Quadro 13). Dentre os AGPICL $\omega 6$, os níveis encontrados neste trabalho para ARA foram semelhantes aos encontrados para as lactantes da região norte da Nigéria (VANDERJAGT et al., 2000), as indianas (KNEEBONE et al., 1985), e as do Kuwait (HAYAT et al., 1999). As lactantes chinesas apresentaram valores bem superiores, pois, a sua dieta foi baseada em óleos poliinsaturados, como os óleos de milho e amendoim, além de peixes (JENSEN, 1999). As lactantes francesas e do Nepal apresentaram valores percentuais inferiores aos encontrados neste estudo, em virtude de seu baixo consumo de óleos poliinsaturados (CHEN et al., 1995; SCHMEITS et al., 1999).

Os resultados encontrados para os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 3$ (AGPICL $\omega 3$), com destaque para o C22:6 $\omega 3$ (DHA), são apresentados no Quadro 26.

Quadro 26 – Composição média (% em massa) de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 3$ (AGPICL $\omega 3$) em cada classe econômica ao longo de dez semanas de lactação e diferença média

Classe Econômica	AGPICL $\omega 3$ (%)	Diferença Média ^a	DHA (%)	Diferença Média ^a
ANE	0,16	-0,007 $\pm$ 0,02	0,14	0,005 $\pm$ 0,02
BNE	0,16		0,14	

^a Média $\pm$ desvio-padrão.

Comparando os resultados das análises de lipídeos no leite humano das lactantes das diferentes classes econômicas, observa-se que os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 3$, inclusive o DHA, para ANE, não são estatisticamente diferentes ($P > 0,05$) àqueles de BNE, pelo teste t, de Student.

Neste trabalho, foram encontradas quantidades traços dos ácidos graxos C20:5 $\omega 3$ (EPA) e C20:3 $\omega 3$. O principal ácido graxo identificado foi o C22:6 $\omega 3$ (DHA). Segundo JENSEN (1999), as quantidades de C22:6 $\omega 3$ variaram de 0 a 2,78%, com valores médios de 0,45% para mulheres do Ocidente e 0,88% para mulheres Orientais, em que, geralmente, faixas de 0,20 a 0,30% foram aceitas como representativas. Esses autores constataram que as quantidades encontradas no leite corresponderam às quantidades de DHA em alimentos, principalmente peixes, na dieta das lactantes. Após as duas primeiras semanas pós-parto, os lactentes são capazes de sintetizar as quantidades requeridas de C20:4 $\omega 6$ e C22:6 $\omega 3$. Para o presente trabalho, embora o conteúdo de DHA tenha sido menor do que o valor recomendado como representativo, pode-se considerar que os níveis estão adequados, visto que na quarta semana de lactação o conteúdo médio de C22:6 $\omega 3$ foi 0,20 e 0,17 (Quadros 16 e 17) para as lactantes de ANE e BNE, respectivamente, em que geralmente ocorre uma diminuição dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa ao longo da lactação (Figuras 16 e 17).

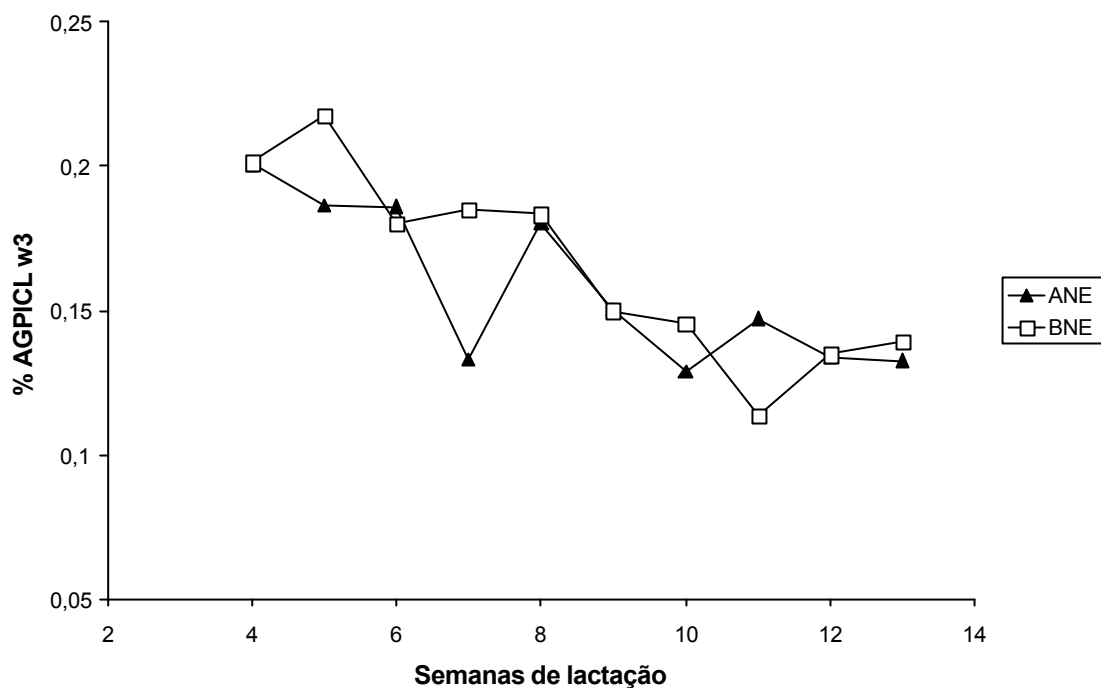


Figura 16 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 3$ (AGPICL $\omega 3$) ao longo da lactação em cada classe econômica.

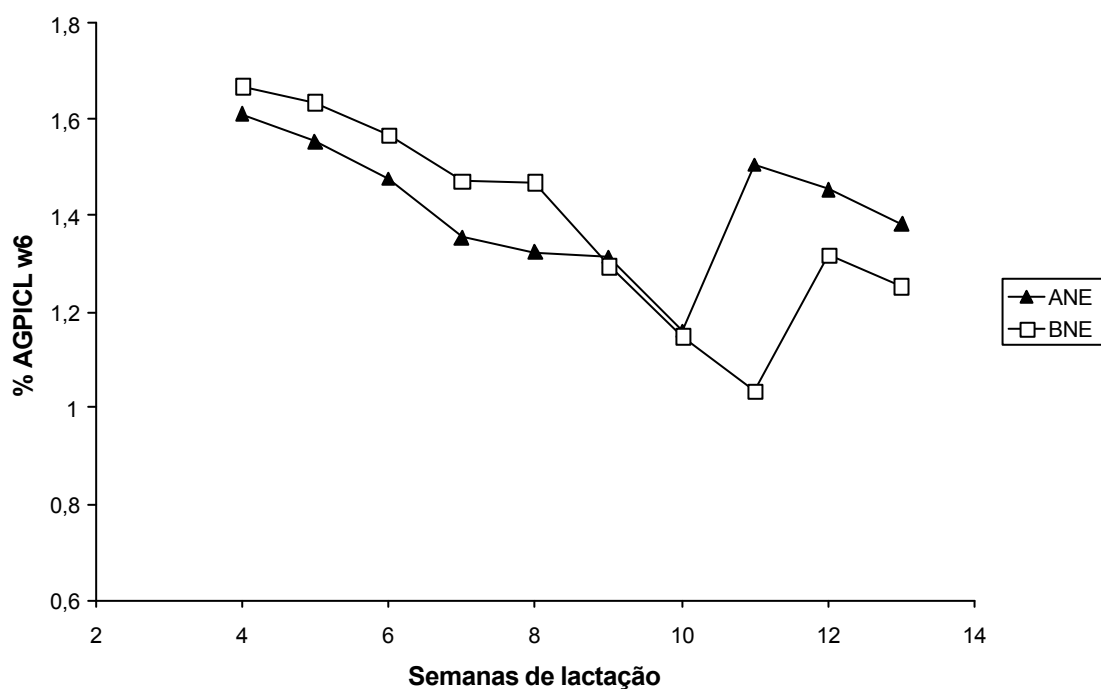


Figura 17 – Comportamento médio (% em massa) dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família $\omega 6$ (AGPICL $\omega 6$) ao longo da lactação em cada classe econômica.

HARZER et al. (1983) encontraram valores médios de C22:6 ω 3 entre 0,22 e 0,16% do primeiro dia ao trigésimo dia de lactação, respectivamente. MARTIN et al. (1993b) encontraram valores para C22:6 ω 3 de 0,53 e 0,24% no quinto e trigésimo dia de lactação, respectivamente. Os resultados observados por esses autores sugerem que, nas primeiras semanas de lactação, os níveis de DHA poderiam ser maiores e, conseqüentemente, aumentar o conteúdo médio de C22:6 ω 3.

MARTIN et al. (1993b) verificaram que as quantidades relativas de AGPICL diminuíram com o avanço da lactação. Esses autores sugeriram que tal fato foi devido a uma maior mobilização do AGPICL pré-formado no tecido adiposo, durante períodos de *déficit* calórico. Essas mudanças também envolveram dieta materna, mecanismos de alongação e dessaturação, e biossíntese de ácidos graxos mais curtos na glândula mamária. HARZER et al. (1983) discutiram que ainda existiam dúvidas quanto à capacidade do recém-nascido em sintetizar os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa em quantidades adequadas. Eles observaram que o conteúdo de ácido linoléico aumentou drasticamente ao longo da lactação. Este ácido aumentou de 11,9 para 27,8% do primeiro para o trigésimo dia de lactação. Assim, eles poderiam supor que uma reduzida síntese de AGPICL pelo lactente poderia ser compensada por um conteúdo relativamente alto deste ácido graxo no leite das lactantes, e que a diminuição dos AGPICL poderia, de uma certa forma, ser igualada pela maturação do metabolismo dos ácidos graxos essenciais da criança. GIBSON e KNEEBONE (1981) observaram variações nos níveis de ácidos linoléico e linolênico ao longo da lactação. A maior parte dessa variação poderia ter sido atribuída à variabilidade biológica entre as lactantes e a dieta. Esses autores reportaram que, apesar de os níveis de AGPICL decrescerem com a continuidade da lactação, existe um aumento nos níveis de ácidos linoléico e linolênico que poderia compensar este decréscimo e, então, garantir uma fonte adequada de nutrientes de ácidos graxos essenciais para uma nutrição normal. JENSEN (1996 e 1999) questionou quais seriam as possíveis conseqüências do aumento no conteúdo de C18:2 ω 6 no leite das lactantes, que ocorreram nos últimos vinte anos. Existe uma preocupação se as quantidades de C18:3 ω 3 e ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ω 3 (AGPICL ω 3) são acompanhadas por esse aumento. Sauerwald et al. (1996), citados por JENSEN (1999), verificaram que altas ingestões de

C18:2 ω 6 não inibiram a conversão de C18:3 ω 3 para C22:6 ω 3. HAYAT et al. (1999) não encontraram nenhuma correlação entre C18:2 ω 6 e C18:3 ω 3 e seus respectivos derivados de AGPICL, no leite humano.

Neste trabalho, uma correlação significativamente positiva ocorreu entre C18:2 ω 6 e C18:3 ω 3, para as lactantes de ANE ($r = 0,61$, $P < 0,05$) e BNE ($r = 0,96$, $P < 0,05$), respectivamente. Isto significa que um aumento no conteúdo de C18:2 ω 6 foi seguido, em média, por um aumento nos níveis de C18:3 ω 3. Além disso, não foi verificada correlação significativa entre altas ingestões de C18:2 ω 6 e inibição da síntese dos AGPICL ω 3, para ambas classes econômicas. Uma correlação positiva, embora não significativa, entre C18:3 ω 3 e AGPICL ω 3 foi obtida para as lactantes de ANE ($r = 0,41$), enquanto para as lactantes de BNE ocorreu uma correlação significativamente positiva ($r = 0,73$, $P < 0,05$). Isto mostra que as lactantes de BNE apresentaram uma eficiente biossíntese na síntese dos AGPICL ω 3, o que, possivelmente seja explicado por um maior conteúdo de C18:3 ω 3 ao longo das semanas. Uma correlação negativa, embora não significativa, entre o conteúdo de C18:2 ω 6 e AGPICL ω 6 foi obtida para as lactantes de ANE ($r = -0,50$), enquanto para as lactantes de BNE uma correlação significativamente positiva ($r = 0,66$, $P < 0,05$) foi encontrada. Sugere-se que a biossíntese dos AGPICL ω 6, para as lactantes de ANE, não foi significativamente prejudicada pelo aumento no conteúdo de C18:2 ω 6. Os resultados sugerem que a velocidade na síntese dos AGPICL ω 6 e ω 3 pode ser proporcional às necessidades do lactente e que estes ácidos graxos foram produzidos seqüencialmente via elongação e dessaturação do C18:2 ω 6 e C18:3 ω 3, respectivamente, pelo fato de as lactantes não apresentaram o hábito de ingerir peixes freqüentemente. A redução de seus derivados (AGPICL), ao longo da lactação, poderia ser explicada em razão do decréscimo no crescimento de tecidos, como sistema nervoso central e funções visuais. Embora ocorra uma redução nos AGPICL ao longo da lactação, um aumento na taxa dos ácidos graxos essenciais (Figura 15) poderia compensar este decréscimo, devido ao fato de os lactentes possuírem uma melhor maturação nos tecidos, assegurando, dessa forma, um possível mecanismo de elongação-dessaturação conduzido por eles próprios, contribuindo, assim, para uma nutrição normal.

5. CONCLUSÕES

Apesar da grande variabilidade biológica da gordura do leite humano e da dificuldade em padronizar a coleta, os resultados deste estudo, em relação ao conteúdo médio total de lipídeos, não difere daqueles encontrados na literatura para ambas classes econômicas avaliadas.

O teor médio de lipídeos para as lactantes de alto nível econômico foi significativamente superior àquele das lactantes de baixo nível econômico, embora ambos valores estejam dentro da faixa encontrada na literatura.

Dieta, paridade e individualidade entre as lactantes são os principais fatores que possivelmente afetaram o teor de lipídeos ao longo da lactação.

O teor de lipídeos apresentou grandes variações com o progresso da lactação, não sendo possível a obtenção de um modelo que ajustasse estatisticamente o comportamento dessa oscilação.

Evidências sugerem fortemente que a composição em ácidos graxos no leite humano é refletida em função do hábito alimentar da lactante, devido ao fato de ocorrerem consideráveis variações ao longo das semanas. Portanto, nível econômico e metabolismo da lactante desempenham um papel importante na alteração dos níveis de ácidos graxos, encontrados neste estudo. O conteúdo de ácidos graxos no leite humano é alterado ao longo da lactação e, conseqüentemente, às mudanças nos requerimentos dos lactentes.

A variabilidade na composição em ácidos graxos do leite humano maduro, entre as lactantes de diferentes países, quando comparada com os

resultados obtidos neste trabalho, propõe problemas consideráveis na tentativa de se estabelecer um padrão ótimo de ingestão de ácidos graxos no leite humano pelo lactente.

O leite humano contém nove ácidos graxos em quantidades maiores que 1%: C10:0, C12:0; C14:0, C16:0, C18:0, C16:1, C18:1, C18:2 ω 6 e C18:3 ω 3. O ácido graxo saturado encontrado em maior proporção neste estudo foi o C16:0 (palmítico), que possui eficiente absorção durante a digestão. O ácido graxo insaturado encontrado em maior proporção foi o C18:1 (oléico), que é um importante componente estrutural do cérebro.

Os níveis de ácidos graxos trans não estão relacionados à redução no conteúdo total médio de lipídeos, e nem ao metabolismo dos ácidos graxos essenciais, para as diferentes classes econômicas.

O conteúdo de ácidos graxos de cadeia média não interferiu no conteúdo de lipídeos do leite humano.

O nível econômico não afeta a composição dos ácidos graxos poliinsaturados da família ω 6 e ω 3 e seus respectivos derivados, os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa.

O aumento no conteúdo de C18:2 ω 6 (linoléico), ao longo da lactação, é acompanhado de aumento no nível de C18:3 ω 3 (linolênico), não havendo também inibição na síntese dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ω 3.

A ingestão da dieta de C18:2 ω 6 (linoléico) e C18:3 ω 3 (linolênico) sugere uma eficiente biossíntese de AGPICL, a partir de seus ácidos graxos essenciais, para ambas classes econômicas.

O decréscimo no conteúdo de AGPICL, ao longo da lactação, pode ser compensado pelo aumento na taxa de C18:2 ω 6/C18:3 ω 3, requerido de acordo com a necessidade do lactente para uma perfeita nutrição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.B., RIBEIRO, T.C., PENNA, F.J., FIGUEIREDO, R.C.P., NORTON, R.C. Determinação de Ca, Cu, Mg, Mn, Zn no leite humano. In: ENCONTRO DE PESQUISA DA FACULDADE DE FARMÁCIA DA UFMG, 5. Belo Horizonte, 1987. **Resumos**. Belo Horizonte, UFMG, 1987. p.23.
- ANDERSON, G.H., ATKINSON, S.A., BRYAN, M.H. Energy and macronutrient content of human milk during early lactation from mothers giving birth prematurely and at term. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.34, p.258-265, 1981.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL EMPRESA PESQUISA – ANEP. **Critério de classificação econômica Brasil**. São Paulo, 30 Jun.1997.
- BARNES, L.A., DALLMAN, P.R., ANDERSON, H., COLLIPP, P.J., NICHOLS Jr., B.L., WALKER, W.A., WOODRUFF, C.W. Nutrition and lactation. **Pediatrics**, v.68, n.3, p.435-443, 1981.
- BITMAN, J., WOOD, D.L., HAMOSH, M., HAMOSH, P., MEHTA, N.R. Comparison of the lipid composition of breast milk from mothers of term and preterm infants. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.38, p.300-312, 1983.
- BITMAN, J., WOOD, D.L., MEHTA, N.R., HAMOSH, P., HAMOSH, M. Comparison of the phospholipids composition of breast milk from mothers of term and preterm infants during lactation. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.40, p.1103-1119, 1984.
- BLIGH, E.G., DYER, J.W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

- BOERSMA, E.R., OFFRINGA, P.J., MUSKIET, F.A.J., CHASE, M.W., SIMMONS, I.J. Vitamin E, lipid fractions, and fatty acid composition of colostrums, transitional milk, and mature milk: an international comparative study. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.53, p.1197-1204, 1991.
- BRASIL, A.L.D., VÍTOLO, M.R., LOPEZ, F.A., NÓBREGA, F.J. Lipid and protein composition of mature milk of high and low socioeconomic level adolescent and adult mothers. In: NÓBREGA, F.J. **Human milk composition**. 1.ed. São Paulo: Revinter, 1996. p153-169.
- BUTTE, N.F., GARZA, C., JOHNSON, C.A., SMITH, E. O' BRIAN, NICHOLS, B.L. Longitudinal changes in milk composition of mothers delivering preterm and term infants. **Early Human Development**, v.9, n.2, p.153-162, 1984.
- CARVALHO, P.O. **Estudo da utilização de lipases no enriquecimento de óleos de sardinha e *Mucor sp* em ácidos graxos poliinsaturados**. 1998. 169p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CHANDRA, R.K. Immunological components of human milk, morbidity and growth. **Journal of the Canadian Dietetic Association**, v.43, n.4, p.293-299, 1982.
- CHAPPELL, J.E., CLANDININ, M.T., KEARNDY-VOLPE, C. Trans fatty acids in human milk lipids: influence of maternal diet and weight loss. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.42, p.49-56, 1985.
- CHARDIGNY, J-M., WOLFF, R.L., MAGER, E., SÉBÉDIO, J-L., MARTINE, L., JUANÉDIA, P. Trans mono- and polyunsaturated fatty acids in human milk. **Eur. J. Clin. Nutr.**, v.49, p.523-531, 1995.
- CHEN, Z-Y., PELLETIER, G., HOLLYWOOD, R., RATNAYAKE, W.M.N. Trans fatty isomers in Canadian human milk. **Lipids**, v.30, n.1, p.15-21, 1995.
- COCKBURN, F. Milk composition - the infant human diet. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.42, n.3, p.361-373, 1983.
- COELHO, M.R.V., NÓBREGA, F.J. Estudo de gordura total, valor calórico total e proteínas no colostro de lactantes, de acordo com o nível sócio-econômico, estado nutricional e paridade. **Jornal de Pediatria**, v.65, n.1/2, p.7-11, 1989.
- CONNOR, W.E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.71 (Suppl. 1), p.171S-175S, 2000.

- CRAWFORD, M.A. The role of essential fatty acids in neural development: implications for perinatal nutrition. **Am. J. Clin. Nutr.**, V.57 (Suppl.5), p.703S-710S, 1993.
- CUTHBERTSON, W.F.J. Essencial fatty acid requirements in infancy. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.29 , p.559-568, 1976.
- DECSI, T., KOLETZKO, B. Do trans fatty acids impair linoleic acid metabolism in children? **Ann. Nutr. Metab.**, v.39, p.36-41, 1995.
- DEMAN, L., DEMAN, J.M. Trans fatty acids in milk fat. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.60, n.6, p.1095-1098, 1983.
- ELWING, S. **Características físico-químicas e imunológicas de leite e estudos que visam a sua preservação em bancos de leite**. Viçosa, MG: UFV, 1988. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- EUCLYDES, M.P. **Nutrição do lactente**: base científica para uma alimentação adequada. 2.ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Editora, 2000, 488p.
- FENNEMA, O.R. **Food chemistry**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996. 1069p.
- FINLEY, D.A. Breast milk and diet composition of vegetarian and non-vegetarian lactating women. **Dissertation Abstracts International, B (Sciences and Engineering)**, v.46, n.5, p.1515-6B, 1985a.
- FINLEY, D.A., LÖNNERDAL, B., DEWEY, K.G., GRIVETTI, L.E. Breast milk composition: fat content and fatty acid composition in vegetarians and non-vegetarians. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.41, p.787-800, 1985b.
- FORMO, M.W. Fats in the diet. In: SWERN, D., ed. **Bailey's industrial oil and fat products**. 4. ed. New York: Wiley-Interscience, 1979. p. 232-270.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1995. 307p.
- GIBSON, R.A., KNEEBONE, G.M. Fatty acid composition of human colostrum and mature breast milk. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.34, p.252-257, 1981.
- GURR, M.I. **Role of fats in food and nutrition**. 1. ed. London and New York: Elsevier Applied, 1984. 170p.
- HAMBRAEUS, L. Human milk composition. **Nutrition Abstracts and Reviews, A**, v.54, n.4, p.219-236, 1984.

- HARTMAN, L., LAGO, R.C.A. "Rapid preparation of fatty acids methyl esters". **Laboratory Practice**, n. 22, p. 475-476, 1986.
- HARZER, G., HAUG, M., DIETERICH, I., GENTNER, P.R. Changing patterns of human milk lipids in the course of the lactation and during the day. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.37, p.612-621, 1983.
- HAYAT, L., AL-SUGHAYER, M.A., AFZAL, M. Fatty acid composition of human milk in Kuwaiti mothers. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.124 (Part B), p.261-267, 1999.
- HORROCKS, L.A., YEO, Y.K. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). **Pharmacological Research**, v.40, n.3, p.211-225, 1999.
- INNIS, S.M. Human milk and formula fatty acids. **J. Pediatr.**, v.120, n.4, p.S56-S61, 1992.
- INNIS, S.M., KING, D.J. Trans fatty acids in human milk are inversely associated with concentrations of essential all-cis n-6 and n-3 fatty acids and determine trans, but not n-6 and n-3, fatty acids in plasma lipids of breast-fed infants. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.70, p.383-390, 1999.
- JENSEN, R.G., HAGERTY, M.M., MCMAHON, E. Lipids of human milk and infant formulas: a review. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.31, p.990-1016, 1978.
- JENSEN, R.G., LAMMI-KEEFE, C.J., HENDERSON, R.A., BUSH, V.J., FERRIS, A.M. Effect of dietary intake of n-6 and n-3 fatty acids on the fatty acid composition of human milk in North America. **J. Pediatr.**, v.120, n.4, p.S87-S92, 1992.
- JENSEN, R.G. The Lipids in human milk. **Prog. Lipid Res.**, v.35, n.1, p.53-92, 1996.
- JENSEN, R.G. Lipids in human milk. **Lipids**, v.34, n.12, p.1243-1271, 1999.
- KATES, M. **Techniques of lipidology**: isolation, analysis and identification of lipids. 2.ed. Oxford: Elsevier, 1986. 464p.
- KNEEBONE, G.M., KNEEBONE, R., GIBSON, R.A. Fatty acid composition of breast milk from three racial groups from Penang, Malaysia. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.41, p.765-769, 1985.
- KOCHHAR, S.P., MATSUI, T. Essential fatty acids and trans contents of some oils, margarine and other food fats. **Food Chemistry**, V.13, n.2, p.85-101, 1984.

- KOLETZKO, B., THIEL, I., SPRINGER, S. Lipid in human milk: a model of infant formulae? **Eur. J. Clin. Nutr.**, v.46(Suppl.4), p.S45-S55, 1992.
- KOLETZKO, B., RODRIGUEZ-PALMERO, M. Polyunsaturated fatty acids in human milk and their role in early infant development. **J. Mammary Gland. Biol. Neoplasia**, v.4, n.3, p.269-284, 1999.
- LANDS, W.E.W. Renewed questions about polyunsaturated fatty acids. **Nutrition Review**, v.44, p.189-195, 1986.
- LENHINGHER, A.L. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 1990. p.223-228.
- LÖNNERDAL, BO. Effects of maternal dietary intake on human milk composition. **Journal of Nutrition**, v.116, n.4, p.499-513, 1986.
- LUNN, P.G., PRENTICE, A.M., AUSTIN, S., WHITEHEAD, R.G. Influence of maternal diet on plasma prolactin levels during lactation. **Lancet**, v.1, p.623-625, 1980.
- MAKRIDES, M., NEUMANN, M.A., JEFFREY, B., LIEN, E.L., GIBSON, R.A. A randomized trial of different ratios of linoleic to alpha-linolenic acid in the diet of term infants: effects on visual function and growth. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.71, p.120-129, 2000.
- MANCINI FILHO, J., BASSO, R., GONÇALVES, I.A. Avaliação qualitativa e quantitativa dos ácidos graxos trans em gorduras vegetais hidrogenadas. **Boletim SBCTA**, v.33, n.1, p.57-63, 1999.
- MARTIN, J-C., BOUGNOUX, P., ANTOINE, J-M., LANSON, M., COUET, C. Triacylglycerol structure of human colostrums and mature milk. **Lipids**, v.28, n.7, p.637-643, 1993a.
- MARTIN, J-C., BOUGNOUX, P., FIGNON, A., THERET, V., ANTOINE, J.C., LAMISSE, F., COUET, C. Dependence of human milk essential fatty acids on adipose stores during lactation. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.58, p.653-659, 1993b.
- MAYES, P.A. Lipídeos de importância fisiológica. In: MURRAY, R.H., GRANNER, D.K., MAYES, P.A., RODWELL, V.W. **Harper: bioquímica**. Tradução de Tomoko Higuchi et al. São Paulo: Atheneu, 1994a. p.142-154.
- MAYES, P.A. Metabolismo dos ácidos graxos: insaturados & eicosanóides. In: MURRAY, R.H., GRANNER, D.K., MAYES, P.A., RODWELL, V.W. **Harper: bioquímica**. Tradução de Tomoko Higuchi et al. São Paulo: Atheneu, 1994b. p.229-236.

MORETTO, E., FETT, R. **Óleos e gorduras vegetais (processamento e análises)**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1989. 179p.

NAITO, M., NAKAYAMA, T., SUZUKI, J., HOTAKEYAMA, T., WAKO, H. A reassessment of the composition of human milk. **Dairy Science Abstracts**, v.45, n.4, p.282, 1983. (Abstract).

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Nutrition during lactation**. Washington, DC.: National Academy Press, 1991. 309p.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM - NCEP. **Executive Summary of the third report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adults Treatment Panel III)**. NIH Pub N° 01-3670. Bethesda, MD: National Heart, Lung, and Blood Institute, 2001. 40p.

NEVILLE, M.C., KELLER, R.P., SEACAT, J., CASEY, C.E., ALLEN, J.C., ARCHER, P. Studies on human lactation. I. Within-feed and between breast variation in selected components of human milk. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.40, p.635-646, 1984.

NEVILLE, M.C., PICCIANO, M.D. Regulation of milk lipid secretion and composition. **Annu. Rev. Nutr.**, v.17, p.159-184, 1997.

NÓBREGA, F.J., AMÂNCIO, O.M.S., MARIN, P., KÖPPEL, S., SINGH, M., VASCONCELOS, M. Leite de Nutrizes de alto e baixo nível econômico, eutróficas e desnutridas I. Estudo de Gordura total, valor calórico total e peso de crianças. **Jornal de Pediatria**, v.59, n.2, p.174-180, 1985.

NÓBREGA, F.J., AMÂNCIO, O.M.S., MORAES, R.M., MARIN, P. Leite de nutrizes de alto e baixo nível econômico, eutróficas e desnutridas II. Ácidos graxos saturados e insaturados. **Jornal de Pediatria**, v.60, n.1/2, p.29-36, 1986.

NÓBREGA, F.J. **Human milk composition**. 1.ed. São Paulo: Revinter, 1996. 235p.

NOMMSEN, L.A., LOVELADY, C.A., HEINIG, M.J., LÖNNERDAL, BO. DEWEY, K.G. Determinants of energy protein, lipid and lactose concentrations in human milk during the first 12 months of lactation : the DARLING study. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.53, p.457-465, 1991.

ORNELLAS, A., ORNELLAS, L.H. **Alimentação da criança**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1983. 455p.

PERNETTA, C. **Alimentação da criança**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 226p.

- PITTA, M.L., MORALES, J., SANCHEZ-POZO, A., MARTINEZ-VALVERDE, J.A., GIL, A. Influence of the mother's weight and socio-economic status on the fatty acid composition of human milk. **Ann. Nutr. Metab.**, v.29, p.366-373, 1985.
- PRENTICE, A. The influence of maternal parity on breast-milk composition. **Dairy Science Abstracts.**, v.48, n.11, p.786, 1986. (Abstract).
- REGO, J.D. Anatomia da mama e fisiologia de lactação. In: JALDIN, M.G.M., SANTANA, R.B. **Aleitamento materno**. 1.ed. São Paulo: Atheneu, 2001a. p.35-46.
- REGO, J.D. Composição do leite humano – fatores nutricionais. In: LAMOUNIER, J.A., VIEIRA, G.O., GOUVÊA, L.C. **Aleitamento materno**. 1.ed. São Paulo: Atheneu, 2001b. p.47-58.
- RIORDAN, J., AUERBACH, K.G. **Breast feeding and human lactation**. 2.ed. London: Jones and Bartlett, 1999. 874p.
- SCHMEITS, B.L., COOK, J.A., VANDERJAGT, D.J., MAGNUSSEN, M.A., BHATT, S.K., BOBIK Jr., E.G., HUANG, Y.S., GLEW, R.H. Fatty acid composition of the milk lipids of women in Nepal. **Nut. Res.**, v.19, n.9, p.1339-1348, 1999.
- SILBER, G.H., HACHEY, D.L., SCHANLER, R.J., GARZA, C. Manipulation of maternal diet to alter fatty acid composition of human milk intended for premature infants. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.47, p.810-814, 1988.
- SONTTAG, N.O.V. Structure and composition of fats and oils. In: SWERN, D., ed. **Bailey's industrial oil and fat products**. 4. ed. New York: Wiley-Interscience, 1979. v.1, p. 1-98.
- THE BRITISH NUTRITION FOUNDATION. Sources of unsaturated acids in the diet. In: THE BRITISH NUTRITION FOUNDATION. **Unsaturated fatty acids: nutritional and physiological significance: the report of the: the british nutrition foundation task force**. London: Chapman & Hall, 1994. p.6-11.
- TRAYHURN, L.A., DOUGLAS, J.B., MCGUCKIN, M.M. Brown adipose tissue thermogenesis is "suppressed" during lactation in mice. **Nature**, v.288, p.59-60, 1982.
- UAUY, R., MENA, P., ROJAS, C. Essential fatty acids in early life: structural and functional role. **Proc. Nutr. Soc.**, v.59, n.1, p.3-15, 2000.

- VAN BEUSEKOM, C.M., MARTINI, I.A., RUTGERS, H.M., BOERSMA, E.R., MUSKIET, F.A.J. A carbohydrate-rich diet not only leads to incorporation of medium-chain fatty acids (6:0-14:0) in milk triglycerides but also in each milk-phospholipid subclass. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.52, p.326-334, 1990.
- VANDERJAGT, D.J., ARNET, C.D., OKOLO, S.N., HUANG, Y.S., CHUANG, L.T., GLEW, R.H. Fatty acid composition of the milk lipids of Fulani women and the serum phospholipids of their exclusively breast fed infants. **Early Human Development**, v.60, p.73-87, 2000.
- VERGROESEN, A.J., CRAWFORD, M. **The role of fats in human nutrition**. 2. ed. London: Academic Press, 1989. 580p.
- VERKADE, H.J., HOVING, E.B., MUSKIET, F.A.J., MARTINI, I.A., JANSEN, G., OKKEN, A., VONK, R.J., BIJLEVED, C.M.A. Fat absorption in neonates: comparison of long-chain-fatty-acid and triglyceride compositions of formula, feces, and blood. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.53, p.643-651, 1991.
- VILLALPANDO, S., PRADO-MANRIQUEZ, M.D., STAFFORD, J., DELGADO, G. Diurnal variations in the fatty acid composition of milk fat from marginally nourished women. **Archives of Medical Research**, v.26, p.S139-S143, 1995.
- VÍTOLO, M.R., NÓBREGA, F.J., LOPEZ, F.A. Colostrum composition (total fat, total energy, immunoglobulins, zinc, calcium and fatty acids) of high and low socioeconomic level, eutrophic and malnourished adult nursing mothers. In: NÓBREGA, F.J. **Human milk composition**. 1.ed. São Paulo: Revinter, 1996. p.120-134.
- WAKIL, S.J. **Lipid metabolism**. 1.ed. New York and London: Academic Press, 1970, p.107-150.
- WOLFF, R.L., PRECHT, D., MOKKENTIN, J. Trans-18:1 acid content and profile in human milk lipids. Critical survey of data in connection with analytical methods. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.75, n.6, p.661-671, 1998.
- YAQOOB, P. Monounsaturated fats and immune function. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v.31, n.4, p.453-465, 1998.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A – Principais correlações e suas significâncias para ANE

	Teor de Gordura	AGT	AGMI	C18:2 ω6	C18:3 ω3
Teor de gordura	-	-0,068 (0,426) ^a	-	-	-
Ácidos graxos de cadeia média	0,811 (0,002)	-	-0,542 (0,043)	-	-
AGPI ω3	-	-	-0,627 (0,026)	-	-
C18:3 ω3	-	-	-	0,606 (0,032)	-
AGPICL ω3	-	-0,287 (0,211)	-	-0,189 (0,300)	0,412 (0,118)
AGPICL ω6	-	-0,001 (0,500)	-	-0,504 (0,068)	-

^a Significância.

Quadro 2A – Principais correlações e suas significâncias para BNE

	Teor de Gordura	AGT	AGMI	C18:2 ω6	C18:3 ω3
Teor de gordura	-	-0,020 (0,478) ^a	-	-	-
Ácidos graxos de cadeia média	0,464 (0,089)	-	-0,909 (0,000)	-	-
AGPI ω3	-	-	-0,864 (0,001)	-	-
C18:3 ω3	-	-	-	0,964 (0,000)	-
AGPICL ω3	-	-0,514 (0,064)	-	0,758 (0,006)	0,730 (0,008)
AGPICL ω6	-	-0,461 (0,090)	-	0,663 (0,018)	-

^a Significância.