

CAPÍTULO 13

Lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde

*Fernando César Ferraz Lopes, Bárbara Cardoso da Mata e Silva,
Mariana Macedo de Almeida, Marco Antônio Sundfeld da Gama*

Importância nutricional do consumo de leite e derivados lácteos

O leite e os derivados lácteos são componentes da dieta de mais de 6 bilhões de pessoas em todo o mundo (HEMME & OTTE, 2010). E o costume e o gosto pelo consumo destes alimentos não são de hoje, já que eles vêm sendo utilizados na alimentação há milhares de anos, por diversos povos, ao longo da história da humanidade (EVERSHED et al., 2008).

Uma simples análise das motivações que nos levam a consumir os lácteos nos remete primeiramente para as propriedades sensoriais destes alimentos, em que características únicas de sabor, cor, textura e aroma harmoniosamente balanceadas, nos convidam a apreciá-los, seja bebendo um saboroso copo de leite, comendo um pão francês quentinho, saído do forno, acrescido de uma cremosa manteiga, ou degustando, por exemplo, um delicioso queijo “Canastra”, acompanhado de uma xícara de café com leite, ou ainda, deliciando-se com uma apetitosa muçarela derretida e tostada na chapa de uma churrasqueira.

Conforme pode ser exemplificado no recente “Guia Alimentar para a População Brasileira” (BRASIL, 2014), é difícil imaginar um café da manhã ou mesmo qualquer outra refeição consumida ao longo do dia, sem a presença ou inclusão do leite ou de algum de seus derivados. Que o digam os franceses, incontestáveis mestres da alta gastronomia, cujas re-

ceitas invariavelmente são preparadas com generosas porções de creme de leite, manteiga e/ou queijos diversos (*e.g. croissants, crepe suzette, soufflés, croque mousier, crème brûlée, quiche lorraine, mousses, petit-gâteaux, madeleines* etc.). Outros exemplos mundialmente consagrados são receitas da cozinha árabe elaboradas à base *labneh*, e as inseparáveis massas italianas e o queijo parmesão ralado.

Associada à sua flexibilidade e versatilidade para inclusão em preparações culinárias, o leite e seus derivados são, antes de tudo, importantes fontes naturais de energia; de proteínas de elevado valor biológico; das vitaminas lipossolúveis A (retinol), D₃ (colecalciferol), E (tocoferol) e K; vitaminas hidrossolúveis (*e.g. B₂* ou riboflavina, e B₁₂ ou cobalamina); carotenoides (carotenos e xantofilas; *e.g. β-caroteno, luteína*); de cálcio de elevada biodisponibilidade, magnésio, selênio e outros minerais; de peptídeos bioativos e oligossacarídeos funcionais (PENNA, 2009; WEAVER et al., 2013; GIANNI, 2014), substâncias estas absolutamente indispensáveis para o desenvolvimento esquelético, muscular e neurológico e, portanto, para manutenção e promoção da saúde humana.

Em função de sua elevada densidade nutricional, contribuindo de forma substancial para o atendimento das necessidades diárias de nutrientes, o leite e seus derivados são alimentos extremamente importantes para serem consumidos ao longo de toda a vida (VISIOLI & STRATA, 2014). Nas fases de gestação e amamentação, o consumo de leite pela gestante, e do leite materno pela criança, estão associados a inúmeros benefícios de curto e longo prazo para a saúde materno-infantil (DONANGELO, 2014). Na infância e adolescência, o consumo diário de leite e derivados é nutricionalmente recomendado, dado o aporte de proteínas de elevado valor biológico, de cálcio e vitamina D, além de outros nutrientes, todos essenciais para formação e fortalecimento da massa óssea (WEAVER et al., 2013; RAMÍREZ, 2014). Além disto, estudos mostraram a importância do consumo de leite e derivados na prevenção da cárie dentária (WEAVER et al., 2013), na redução do risco e incidência de diabetes do tipo 2 (ELWOOD et al., 2010; MOZAFFARIAN et al., 2010; RICE et al., 2013; ERICSON et al., 2015) e de câncer colorretal (WEAVER et al.,

2013). E na fase adulta e na terceira idade, o consumo destes alimentos reveste-se de grande importância, auxiliando na prevenção da osteoporose e da perda de massa esquelética, reduzindo o risco da ocorrência de fraturas ósseas, haja vista serem importantes fontes dietéticas de cálcio e vitamina D (WEAVER et al., 2013; MASÍS, 2014).

Gordura do leite e o risco de doenças cardiovasculares: mito ou verdade?

De todas as considerações apresentadas no tópico anterior, pergunta-se por que então, desde as últimas décadas, tem sido sistematicamente recomendada redução do consumo de leite integral e de seus derivados ou sua substituição por outros alimentos (PARODI, 2009; USDA/USDHHS, 2010; WEAVER et al., 2013), mesmo sabendo que os lácteos apresentam elevado valor nutricional, cientificamente comprovado pela presença de substâncias extremamente importantes para a saúde humana?

Além disto, têm-se a impressão que tal recomendação está na contramão da história e dos costumes, haja vista que estes alimentos sempre estiveram presentes nas dietas dos diversos povos da humanidade (EVERSHED et al., 2008). E convenhamos, sendo estes alimentos tão saborosos e desejados por aqueles que os apreciam e não têm qualquer contraindicação médica quanto ao seu consumo (neste caso, referindo-se, por exemplo, às pessoas que apresentam quadro de má absorção ou de intolerância à lactose, ou de alergia à proteína do leite), a recomendação para restrição na ingestão dos mesmos transmite a sensação de que vem acompanhada de requintes de tortura.

A resposta para estas dúvidas está associada à composição da gordura do leite integral e derivados lácteos, e por sua suposta associação com a elevação no risco de ocorrência de doenças cardiovasculares e obesidade. Infelizmente, a percepção do público em geral, e mesmo de parte da comunidade científica, é a de que a gordura é um componente negativo dos lácteos, em função de sua elevada densidade energética, e por ser rica fonte de colesterol e ácidos graxos (AG) saturados, substâncias estas estigmatizadas como não saudáveis (KRATZ et al., 2013).

Nos dois tópicos a seguir, serão apresentadas evidências e descobertas científicas que desmistificam a figura de vilã da saúde cardiovascular, injustamente atribuída à gordura dos lácteos e, adicionalmente, demonstram o valor nutricional que seu consumo pode trazer para a saúde humana.

Composição e propriedades da gordura do leite

Além da importância do ponto de vista tecnológico (GIANNI, 2014; VALENZUELA & VALENZUELA, 2014), pode-se dizer que grande parte das características físicas e organolépticas do leite de ruminantes deve-se à sua fração lipídica (LUBARY et al., 2011; FONTECHA & JUÁREZ, 2014), comumente referida como gordura (VALENZUELA & VALENZUELA, 2014). Caracteristicamente, a gordura do leite bovino apresenta composição bastante complexa e bem distinta das encontradas em outras fontes na natureza (*e.g.* óleos vegetais, carnes, peixes) (DHIMAN et al., 2005; BARENDSE, 2014), ou mesmo das presentes nos leites produzidos pelas demais espécies de mamíferos (MEDHAMMAR et al., 2012; WIJESINHA-BETTONI & BURLINGAME, 2013). Em termos nutricionais, a gordura do leite bovino integral representa 50% do valor energético deste alimento (WEAVER et al., 2013; VALENZUELA & VALENZUELA, 2014).

A gordura do leite encontra-se na forma de glóbulos esféricos, emulsionados na fase aquosa do leite, cujo diâmetro varia entre $< 1 \mu\text{m}$ e $10 \mu\text{m}$ (JENSEN, 2002). Entre os componentes da gordura do leite bovino, além de AG livres (0,10 a 0,44%), monoglicerídeos (0,16 a 0,38%) e diglicerídeos (0,28 a 0,59%), predominam (97 a 98%) os triglicerídeos (TAGs), formados por uma molécula de glicerol e diferentes combinações de três AG, geralmente com quatro a 24 átomos de carbono, dispostos em cadeias saturadas, mono ou poli-insaturadas, com variações nas orientações geométricas das duplas ligações, bem como nas posições (*sn*-1, *sn*-2 e *sn*-3) preferenciais que são incorporados na molécula do TAG (JENSEN, 2002). Também se fazem presentes na fração lipídica do leite, diversos tipos de fosfolipídeos (0,2 a 1,0%), colesterol (0,419%), além de ésteres de colesterol (JENSEN, 2002; STANTON et al., 2013). Em pequenas quantidades, embora de extrema importância para as pro-

priedades sensoriais, reológicas e para o valor nutritivo da gordura do leite, destacam-se as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K; os compostos voláteis e não voláteis responsáveis pelo sabor e aroma (aldeídos, cetonas, ésteres etílicos, diacetil, dimetil sulfeto, AG livres e lactonas); e os carotenoides (PENNA, 2009; LUBARY et al., 2011).

A composição e o perfil de AG da gordura do leite de ruminantes são extremamente variáveis, sendo resultantes da interação de diversos fatores relacionados, principalmente, à dieta e ao manejo nutricional dos animais (DHIMAN et al., 2005; GLASSER et al., 2008; SHINGFIELD et al., 2008; FERLAY et al., 2010; SILVA-KAZAMA et al., 2010; LOPES et al., 2011b; SHINGFIELD et al., 2013); mas também à raça, ordem e estágio de lactação da vaca (LAWLESS et al., 1999; KELSEY et al., 2003; MAURICE-VAN EIJNDHOVEN et al., 2011; WANG et al., 2013); ao sistema de produção (PRANDINI et al., 2009; BUTLER et al., 2011; BENBROOK et al., 2013; RODA et al., 2015); e ao horário da ordenha (FERLAY et al., 2010; LOPES et al., 2010; ALMEIDA et al., 2014a; SCHWENDEL et al., 2015). A estação do ano (BUTLER et al., 2011; SCHWENDEL et al., 2015) e a altitude em que a pastagem se encontra (COPPA et al., 2013; RODA et al., 2015), por manterem íntima associação com a composição botânica e química do pasto consumido, são fatores que também modulam o perfil de AG do leite.

Respeitando as variações decorrentes da atuação e interação destes inúmeros fatores, têm-se na Tabela 1, os principais AG presentes na composição típica da gordura do leite bovino.

Quando são somadas as concentrações de todos os AG saturados apresentados na Tabela 1, percebe-se que esta classe de AG é, de fato, aquela naturalmente predominante na gordura do leite, respondendo por 58,5% a 88,5% dos AG totais. E é por esta razão, que se diz que a gordura do leite é saturada! E como o consumo de gordura saturada foi historicamente associado a incrementos nas concentrações plasmáticas de colesterol total e da fração LDL ("mal colesterol") e, por consequência, a um maior risco de ocorrência de doenças cardiovasculares (MOZAFFARIAN, 2011; BARENDSE, 2014), a gordura do leite herdou (injustamente!) o rótulo de vilã da saúde cardiovascular.

Tabela 1. Principais ácidos graxos (AG) presentes na gordura do leite bovino¹.

Ácido graxo	Nome comum	Teor (% dos AG totais)	Classificação ²
C4:0	Ácido butírico	2 a 5	Saturado de cadeia curta
C6:0	Ácido caproico	1 a 5	Saturado de cadeia curta
C8:0	Ácido caprílico	1 a 3	Saturado de cadeia média
C10:0	Ácido cáprico	2 a 4	Saturado de cadeia média
C12:0	Ácido láurico	2 a 5	Saturado de cadeia média
C14:0	Ácido mirístico	8 a 14	Saturado de cadeia longa
C15:0	Ácido pentadecanoico	1 a 2	Saturado de cadeia longa
C16:0	Ácido palmítico	22 a 35	Saturado de cadeia longa
C16:1 <i>cis</i> -9	Ácido palmitoleico	1 a 3	Monoinsaturado
C17:0	Ácido margárico	0,5 a 1,5	Saturado de cadeia longa
C18:0	Ácido esteárico	9 a 14	Saturado de cadeia longa
C18:1 <i>cis</i> -9	Ácido oleico	20 a 30	Monoinsaturado
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	Ácido linoleico	1 a 3	Poli-insaturado ω-6
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	Ácido α-linolênico	0,5 a 2	Poli-insaturado ω-3

¹São apresentados somente os AG com concentrações superiores a 1 % dos AG totais (Fonte: Adaptado de Jensen, 2002).

²Classificação didática, baseada na insaturação e no comprimento da cadeia de carbonos do AG.

Além disto, o consumidor sempre foi motivado a associar a ingestão de alimentos ricos em gordura, com doenças cardiovasculares e obesidade, respaldando-se unicamente no fato de que as gorduras possuem maior teor calórico do que carboidratos ou proteínas. No entanto, conforme discutiu Mozaffarian (2011), não se deve pensar na composição de macronutrientes da dieta como uma simples métrica de qualidade. Segundo este autor, o balanço energético é apenas uma das variáveis desta equação. O efeito da quantidade de calorias consumidas na forma de gordura saturada deixa de ser importante como risco para ocorrência de doenças se não considerarmos qual específico nutriente está substituindo esta gordura na dieta.

Neste contexto, os tipos de alimentos consumidos como parte de uma dieta e os padrões de alimentação são, de modo geral, mais relevantes, pois determinam a qualidade da dieta e os potenciais riscos cardiometabólicos associados à sua ingestão. Assim, como exemplos de importantes aspectos de qualidade da dieta têm-se: qualidade dos carboidratos (grãos integrais *versus* refinados, teor de fibra dietética, respostas glicêmicas); consumo de específicos AG (como veremos no tópico a seguir);

teores de sódio e potássio dos alimentos componentes da dieta; balanço entre níveis de ingestão de alimentos mais saudáveis (*e.g.* frutas, vegetais, grãos integrais, peixes, castanhas e nozes, lácteos e óleos vegetais) ou menos saudáveis (*e.g.* refrigerantes, carnes processadas, alimentos que contêm óleos vegetais parcialmente hidrogenados).

Desconstruindo a figura de vilã da gordura do leite

Um olhar crítico sobre as informações compiladas na Tabela 1 mostra que o ácido oleico (C18:1 *cis*-9) é o segundo AG em maior concentração na gordura do leite bovino, sendo seu teor, em média, de 0,8 g/100 g de leite integral (STANTON et al., 2013). E neste sentido, sempre é bom lembrar que o ácido oleico é comprovadamente benéfico à saúde cardiovascular, pois está associado à redução da concentração plasmática da fração LDL do colesterol (FAO, 2010), bem como, potencialmente, ao incremento da fração HDL, ou “bom colesterol” (ALMEIDA et al., 2014b). Quando se fala em ácido oleico, nossos pensamentos são remetidos para o azeite de oliva, que é a mais tradicional fonte dietética deste AG, sendo componente da famosa “Dieta do Mediterrâneo” (Keys, 1995), referência mundial em alimentação saudável.

O leite integral contém, aproximadamente, 1,9 g de AG saturados/100 g (STANTON et al., 2013). Valenzuela & Valenzuela (2014) relataram que os AG mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) representam 2/3 do total de AG do leite. Corroborando com esta informação, estes são, de fato, os AG saturados presentes em maiores concentrações na gordura do leite bovino, respondendo por até 63% dos AG totais e, em média, por 70% dos AG saturados (Tabela 1).

No entanto, nem todos os AG saturados apresentam efeitos negativos na modulação das concentrações plasmáticas das frações lipoproteicas do colesterol (FAO, 2010; VISIOLI & STRATA, 2014). Por exemplo, os AG saturados associados com o incremento na fração LDL do colesterol plasmático, principalmente quando consumidos em excesso, são o láurico (C12:0), o mirístico e o palmítico, cujo consumo diário total recomendado para adultos deve ser, no máximo, de 10% da energia da

dieta (FAO, 2010; FONTECHA & JUÁREZ, 2014). No entanto, ressalte-se que parte do aumento na concentração plasmática do colesterol total promovido pelo ácido láurico deve-se ao incremento da fração HDL do colesterol (MENSINK et al., 2003).

Já os AG saturados de cadeias curta e média (C4:0 a C10:0), que constituem até 17% (Tabela 1) dos AG totais da gordura do leite, não são estocados no tecido adiposo nem transportados como partículas lipoproteicas de colesterol, haja vista serem amplamente oxidados no fígado após absorção (PALMQUIST, 2010; BARENDSE, 2014). Estes AG são considerados neutros na modulação da concentração plasmática do colesterol LDL, assim como o ácido esteárico (FAO, 2010; VISIOLI & STRATA, 2014), que responde por 14% dos AG da gordura do leite (Tabela 2). Ademais, até 56% do ácido oleico secretado no leite bovino tem origem na dessaturação do ácido esteárico na glândula mamária, via ação da enzima Estearoil Coenzima-A Dessaturase (SCD), também conhecida como Δ^9 -dessaturase (SHINGFIELD & WALLACE, 2014). Segundo Loften et al. (2014), 50% ou mais do ácido esteárico captado pela glândula mamária na circulação periférica é convertido a ácido oleico que, incorporado na posição *sn*-3 do TAG, promove importante papel na fluidez da gordura do leite.

Ou seja, é uma visão simplista e equivocada sobre o tema considerar que o consumo de gordura do leite represente risco para ocorrência de doenças cardiovasculares e de obesidade, pelo simples fato desta apresentar naturalmente elevados teores de AG saturados. Há que, no mínimo, considerar os efeitos individuais destes AG sobre os indicadores cardiometabólicos.

Outra informação importante, que também deve estar sempre à mesa do consumidor interessado na ingestão regular de leite integral e/ou de seus derivados como parte de uma dieta equilibrada, diz respeito aos difamados AG *trans* (também chamados de “gorduras *trans*”). Na Tabela 1 não são apresentados, mas deve ser ressaltado que entre 2 e 6% dos AG totais da gordura do leite de ruminantes são AG de configuração *trans* (FONTECHA & JUÁREZ, 2014). Os AG C18:1 *trans* correspondem a 97-

98% do total de AG *trans* da gordura do leite (PRECHT & MOLKENTIN, 1995), apresentando-se com duplas ligações nas posições Δ^4 a Δ^{16} da cadeia carbônica (SHINGFIELD et al., 2013).

No entanto, o que deve ser principalmente destacado é que existem importantes diferenças quanto aos potenciais efeitos cardiometabólicos, dos tipos de AG de configuração *trans* naturalmente presentes na gordura do leite (e carne) de ruminantes em relação aos AG *trans* obtidos industrialmente pela hidrogenação parcial de óleos vegetais. Segundo a FAO (2010), há convincente evidência científica demonstrando que os AG *trans* de origem industrial provocam aumento em indicadores de riscos associados à ocorrência de enfermidades cardiovasculares, razão pela qual recomendou que o consumo de AG *trans* por adultos seja inferior a 1% da energia da dieta. Por outro lado, Gayet-Boyer et al. (2014) concluíram que não houve efeito em dois consagrados indicadores de risco de doenças cardiovasculares (relações colesterol total:colesterol HDL e colesterol LDL:colesterol HDL) em adultos saudáveis, consumindo até 4,19% da energia da dieta na forma de AG *trans* oriundos da gordura de lácteos produzidos do leite de ruminantes. Estes autores sugeriram a explícita distinção entre os dois tipos de AG *trans* em futuros guias alimentares e de recomendações dietéticas.

Conquanto diversos sejam os fatores relacionados à variação no teor dos AG C18:1 *trans* na gordura do leite de ruminantes, a dieta é, indubitavelmente, o principal deles (SHINGFIELD et al., 2008, 2013). E dentre os vários isômeros encontrados, o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) é aquele quantitativamente mais importante, respondendo por 30 a 50% do total de AG C18:1 *trans* da gordura do leite de ruminantes (MOZAFFARIAN et al., 2009; FONTECHA & JUÁREZ, 2014). Por outro lado, os principais AG C18:1 *trans* presentes nos alimentos que contêm óleos vegetais parcialmente hidrogenados (*e.g.* margarinas) são o ácido elaídico (C18:1 *trans*-9) e o C18:1 *trans*-10, principalmente, mas também o ácido vacênico (PRECHT & MOLKENTIN, 1995; SHINGFIELD et al., 2008; LOCK & BAUMAN, 2011; BARENDSE, 2014). De modo geral, os óleos vegetais parcialmente hidrogenados contêm (% dos AG totais) de 1 a

64,8% de AG C18:1 *trans* (PRECHT & MOLKENTIN, 1995). Como estes três AG (elaídico, vacênico e C18:1 *trans*-10) estão presentes, embora em diferentes concentrações, tanto na gordura do leite de ruminantes quanto nos óleos vegetais parcialmente hidrogenados, obtidos industrialmente, o isolamento de seus efeitos em estudos que comparam estes dois tipos de fontes dietéticas é complexo (MOZAFFARIAN et al., 2009).

Muitos resultados de pesquisas, estudos de meta-análise e revisões de literatura recentemente publicados têm ajudado a desmistificar a imagem de vilã da gordura do leite para a saúde cardiovascular (GERMAN et al., 2009; ELWOOD et al., 2010; PALMQUIST, 2010; KRATZ et al., 2013; RICE et al., 2013; WEAVER et al., 2013; SCHWEITZER & KAPPELHOF, 2014; VISIOLI & STRATA, 2014; ERICSON et al., 2015), como frequentemente nos é apresentada por segmentos da mídia e da comunidade médica (PALMQUIST, 2010). Em vários destes artigos (MOZAFFARIAN, 2011; KRATZ et al., 2013; ERICSON et al., 2015) foi relatado que evidências científicas atuais têm demonstrado justamente o contrário, ou seja, que o consumo de produtos lácteos ricos em gordura não aumenta os riscos de ocorrência de doenças cardiovasculares e de obesidade; pelo contrário, pode até reduzi-los! Pesquisas recentes indicam que este possível efeito cardioprotetor, bem como outros também positivos para a saúde humana, podem estar parcialmente associados a compostos biologicamente ativos, que estão naturalmente presentes na composição da gordura do leite (MOZAFFARIAN et al., 2010; PALMQUIST, 2010; KRATZ et al., 2013; RICE et al., 2013).

Dentre estes compostos, além do já comentado ácido oleico (FAO, 2010; ALMEIDA et al., 2014b), merecem destaque o mais famoso CLA (*Conjugated Linoleic Acid*), o ácido rumênico (CLA *cis*-9 *trans*-11), cujas propriedades anticarcinogênicas, antidiabetogênicas (diabetes do tipo 2), antiaterogênicas e imunomodulatórias têm sido relatadas em diversos trabalhos (SHINGFIELD et al., 2008; BENJAMIN E SPENER, 2009; PALMQUIST, 2010; KRATZ et al., 2013); e o ácido vacênico, que é precursor para síntese de 19 a 20% do ácido rumênico presente nos tecidos de humanos (TURPEINEN et al., 2002; VAN WIJLEN & COLOMBANI,

2010) e por 64 a 97% da quantidade total secretada deste AG no leite bovino, via ação da enzima SCD na glândula mamária (SHINGFIELD et al., 2008).

Também se deve destacar a presença do AG ω -3 α -linolênico (C18:3 *cis*-9 *cis*-12 *cis*-15) na gordura do leite, que embora em concentrações normalmente baixas, em virtude da extensa bio-hidrogenação que sofre no rúmen (KRATZ et al., 2013), pode ser duplicada, por meio de manipulação da dieta das vacas (MOURTHÉ et al., No prelo). Este AG é essencial ao metabolismo humano e precursor de outros AG da família ω -3, como o EPA (ácido eicosapentanoico; C20:5 ω -3) e o DHA (ácido docosahexanoico; C22:6 ω -3), aos quais atribuem-se propriedades cardioprotetoras e anti-inflamatórias (YASHODHARA et al., 2009; FAO, 2010; SALTER, 2013). VAN VALENBERG et al. (2013) calcularam para níveis de ingestão de leite estimados em três países, que a contribuição da gordura do leite para o requerimento diário recomendado de AG da família ω -3 foi de 5,3 a 15,7%; 10,7 a 14,1%; e de 23,5 a 34,2%, respectivamente, para os ácidos α -linolênico, EPA e DPA (ácido docosapentaenoico; C22:6 ω -3), demonstrando a importância do consumo da gordura do leite na dieta humana. O consumo de DHA via gordura do leite foi calculado como não relevante por estes autores.

Outro AG presente na gordura do leite e potencialmente benéfico à saúde humana é o ácido *trans*-palmitoleico (C16:1 *trans*-9), cujo consumo foi associado à menor incidência de diabetes tipo 2 em adultos, haja vista promover menor resistência à insulina, redução na concentração plasmática de TAG e incremento na de colesterol HDL, bem como redução na relação colesterol total/colesterol HDL (MOZAFFARIAN et al., 2010; KRATZ et al., 2013). Mozaffarian et al. (2013) relataram que o ácido *trans*-palmitoleico é oriundo do consumo de lácteos e de alimentos contendo óleos vegetais parcialmente hidrogenados (*e.g* margarinas), mas Jaudszus et al. (2014) sugeriram que este AG pode ser endogenamente sintetizado no organismo humano, a partir do ácido vacênico, sob taxa média de conversão de 17%.

Dois outros AG presentes na gordura do leite também devem ser destacados, quais sejam: o ácido butírico (C4:0), que atua como modulador

gênico e apresenta efeitos anticarcinogênicos (SHINGFIELD et al., 2008; KRATZ et al., 2013; BARENDSE, 2014; FONTECHA & JUÁREZ, 2014); e o ácido fitânico (3, 7, 11, 15 tetrametil-hexadecanoico), que tem sido associado ao incremento na oxidação de AG no fígado e redução de TAGs circulantes no plasma (HELLGREN, 2010; PALMQUIST et al., 2010), embora correlação positiva com aumentos nas concentrações de colesterol total e colesterol LDL tenham sido relatadas por Werner et al. (2013) em adultos saudáveis de 50 a 70 anos.

Enfim, como pode ser visto, são muitos os AG, com efeitos potencialmente benéficos à saúde humana, presentes na gordura do leite e, exceto pelos ácidos oleico e α -linolênico, os demais (ácidos rumênico, vacênico, butírico, *trans*-palmitoleico e fitânico) têm na gordura do leite sua principal e, muitas vezes, exclusiva fonte dietética na natureza (KRATZ et al., 2013). Ou seja, à medida que recomendações dietéticas para redução do consumo de leite integral e derivados são levadas a termo, ocorre, como consequência, baixa ingestão destes AG (KRATZ et al., 2013) e, por causa disto, suas propriedades nutracêuticas podem não se manifestar no organismo humano, que é então privado de seus benefícios promotores de saúde (ELWOOD et al., 2010).

Ademais, recomendações dietéticas para redução do consumo de lácteos podem também provocar insuficientes ingestões de nutrientes-chave para a saúde humana, como as vitaminas D₃, B₂ (riboflavina) e B₁₂ (cobalamina), as quais estão naturalmente presentes na gordura do leite (GERMAN et al., 2009). Neste sentido, para assegurar adequado consumo total de energia, de AG essenciais e de vitaminas lipossolúveis, a FAO (2010) recomenda que, no mínimo, 15% da energia da dieta de um adulto seja proveniente do consumo de gordura, com indicação para consumo máximo na faixa de 20 a 35% da energia da dieta.

Sempre é bom lembrar que o reducionismo nutricional pode ser inútil em determinar os fatores de risco para determinada doença, haja vista que os indivíduos não consomem AG saturados como entidade dietética isolada, mas como componente da gordura de determinados alimentos, dentre eles o leite integral e seus derivados, que possuem também AG monoinsaturados,

poli-insaturados, e outros agentes antiaterogênicos, como fibras alimentares e moléculas antioxidantes (PARODI, 2009; LOCK & BAUMAN, 2011).

Por fim, diante de tantas evidências e descobertas científicas relacionadas aos componentes da gordura do leite e, em especial, aos AG bioativos, a pergunta que muitos consumidores devem estar se fazendo é: Como então usufruir dos benefícios que estes vários AG da gordura do leite podem trazer para a nossa saúde? Primeiramente, deve-se continuar a consumir o leite integral e seus derivados (ERICSON et al., 2015). Evidentemente, que isto deve ser feito sem excessos e sempre ingerindo estes alimentos como parte de uma dieta equilibrada, associada a hábitos saudáveis de vida (MOZAFFARIAN, 2011; RICE et al., 2013; WEAVER et al., 2013; BRASIL, 2014; ERICSON et al., 2015). Em segundo lugar, há que estar atentos aos resultados de estudos conduzidos no Brasil e no mundo nesta área de pesquisa, os quais, frequentemente, são mensageiros de boas notícias.

Pesquisas realizadas na Embrapa Gado de Leite visando à produção de lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde e avaliação dos seus efeitos biológicos

A partir de 2005, vêm sendo realizados na Embrapa Gado de Leite, com o apoio financeiro da Embrapa, Fapemig, CNPq e Capes, e em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro/RJ) e Universidades Federais (UFJF, UFLA, UFMG, UFRJ e UFV), vários experimentos com os objetivos de: 1) Avaliar estratégias nutricionais e forrageiras tropicais capazes de aumentar a concentração de AG bioativos na gordura do leite; e 2) Testar, em estudos com animais e humanos, os efeitos da ingestão desta gordura naturalmente modificada sobre biomarcadores de doenças crônicas.

Deve-se ressaltar, que, à época, quando esta linha de pesquisa foi iniciada (e, de certa forma, ainda hoje!), a maioria dos resultados sobre o tema, disponíveis na literatura, referia-se a trabalhos realizados no Hemisfério Norte, em sistemas de produção de leite instalados, em sua maior

parte, em regiões de clima temperado, ou seja, sob condições de produção bem diferentes das vigentes no Brasil em termos de manejo nutricional das vacas, espécies de forrageiras, grupos genéticos, clima, solos etc.

Os resultados dos estudos realizados na Embrapa Gado de Leite têm mostrado que, assim como em outros países do mundo, há também no Brasil grande potencial para produção de leite com gordura naturalmente enriquecida com AG benéficos à saúde humana (LOPES et al., 2011b). Como resultados destes trabalhos, podemos destacar diversos aspectos importantes, que devem ser observados para produção de leite naturalmente enriquecido com AG benéficos à saúde, os quais serão brevemente apresentados e discutidos no tópico a seguir.

Aspectos relacionados à produção de leite naturalmente enriquecido com ácidos graxos benéficos à saúde

Volumosos para produção de leite enriquecido com os ácidos rumênico e vacênico

Para obter leite com gordura naturalmente enriquecida com os ácidos rumênico e vacênico, a principal estratégia a ser utilizada é de ordem nutricional e consiste no fornecimento às vacas de dietas contendo volumosos e concentrados ricos em AG poli-insaturados, como os ácidos α -linolênico e linoleico (C18:2 *cis*-9 *cis*-12), principalmente, mas também, em menor escala, daqueles ricos em ácido oleico (COLLOMB et al., 2006; SHINGFIELD et al., 2010; LOPES et al., 2011b; SHINGFIELD & WALLACE, 2014).

No rúmen da vaca, os AG consumidos da dieta, são hidrolisados e sofrem diversas reações químicas de isomerização e hidrogenação, realizadas pela ação dos microrganismos ali presentes, sendo originados inúmeros AG intermediários (COLLOMB et al., 2006; SHINGFIELD et al., 2010; BUCCHIONI et al., 2012; SHINGFIELD & WALLACE, 2014). No intestino delgado, todos os AG que vieram do rúmen, bem como aqueles presentes nos próprios microrganismos, podem ser absorvidos para a circulação sanguínea, onde se juntam aos oriundos da mobilização de reservas corporais da vaca (SHINGFIELD et al., 2013). Todos estes AG ficam então

disponíveis para captação, para ser incorporados nos TAGs da gordura do leite, ou serem utilizados como substratos para síntese *de novo* de outros AG pela glândula mamária (SHINGFIELD et al., 2008, 2013). A síntese *de novo* na glândula mamária é responsável por 100% dos AG C4:0, C6:0, C8:0, C10:0 e C12:0; aproximadamente 95% do ácido mirístico (C14:0); e 50% do ácido palmítico (C16:0) secretados no leite (SHINGFIELD et al., 2013). Ademais, 90%, 55-56%, 60%, e 60-95%, respectivamente, dos AG miristoleico (C14:1 *cis*-9), palmitoleico (C16:1 *cis*-9), oleico e rumênico secretados no leite originam-se da síntese na glândula mamária, por meio da SCD que insere uma dupla ligação de configuração *cis* na posição 9 da cadeia carbônica dos AG mirístico, palmítico, esteárico e vacênico (SHINGFIELD et al., 2013; SHINGFIELD & WALLACE, 2014).

Pela Tabela 2, pode-se perceber que as forrageiras tropicais apresentam elevados teores dos AG linoleico e, principalmente, de α -linolênico, que são os principais substratos para obtenção de leite naturalmente rico em ácidos rumênico e vacênico (ELGERSMA et al., 2006). Segundo Mohammed et al. (2009), 79,4% da variabilidade na produção de ácido rumênico no leite bovino foi explicada por diferenças no consumo de ácido α -linolênico. Segundo Coppa et al. (2013), a proporção de forragem fresca na dieta das vacas foi a principal variável independente em equações de predição de teor dos ácidos rumênico e vacênico no leite.

Ressalte-se que, tipicamente, as forrageiras tropicais apresentam baixos teores de extrato etéreo (0,8 a 3,6% da matéria seca), mas valor superior (4,5% da matéria seca) foi relatado (O'KELLY & REICH, 1976; Tabela 2). Considerando as forragens conservadas, observam-se reduzidos teores dos ácidos linoleico e α -linolênico nas silagens de *B. ruziziensis* e de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), e no feno de *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85 (Tabela 2). A razão para isto é que nos processos de fenação e, em menor grau, de ensilagem, ocorrem perdas oxidativas de AG poli-insaturados, principalmente de α -linolênico (DEWHURST et al., 2006). Como consequência, dietas baseadas nestes volumosos, quando não suplementadas com fontes lipídicas, permitem a obtenção de mo-

destos teores de ácido rumênico no leite (0,40 a 0,83 g/100 g), conforme compilado nos Anexos 1 e 2.

Um importante aspecto que deve ser considerado para produção de leite rico em AG benéficos à saúde é que existem importantes diferenças nos teores dos ácidos α -linolênico e linoleico entre as várias espécies de gramíneas tropicais, bem como decorrentes do efeito de estação do ano (Tabela 2). De modo geral, menores concentrações destes AG são observadas no inverno (estação da seca) em comparação com o verão (estação das “águas”). Devem-se destacar os elevados teores de ácido α -linolênico presentes nas forragens de *P. purpureum* cvs. Pioneiro e Cameron manejados sob pastejo (48,7 a 64,7 g/100 g de AG), de modo geral bastante superiores aos observados nas forragens desta mesma espécie, obtidas por corte (Tabela 2).

Outra informação relevante é que existem importantes diferenças no perfil de AG entre cultivares da mesma espécie de gramínea forrageira. Como exemplos disto, têm-se o estudo de Palladino et al. (2009a), onde 12 cultivares da gramínea de clima temperado azevém-perene (*Lolium perenne*) foram comparadas; e na Tabela 2, o trabalho de Perez et al. (2010), que avaliaram, no Brasil, quatro cultivares de capim-elefante (Napier, Cameron, Roxo Botucatu e Pioneiro).

Estudos dos efeitos de níveis de adubação nitrogenada, da idade de crescimento da forrageira, e do manejo de pastagens tropicais sobre o perfil de AG do leite estão atualmente em andamento na Embrapa Gado de Leite. Na literatura de clima temperado, já há diversos artigos publicados sobre estes temas (BOUFAÏED et al., 2003; ELGERSMA et al., 2005; BARGO et al., 2006; DEWHURST et al., 2006; WITKOWSKA et al., 2008; PALLADINO et al., 2009b; ARVIDSSON et al., 2012; KHAN et al. 2012; GLASSER et al., 2013) e também sobre efeitos do horário de pastejo (manhã ou tarde) sobre mudanças no perfil de AG do pasto (PAGANO et al., 2011) e do método de conservação da forragem (ARVIDSSON et al., 2009). Tais resultados revestem-se de importância para aplicação em sistemas de produção de leite a pasto, sendo de extrema relevância a realização destas pesquisas nas condições brasileiras de produção.

Tabela 2. Teor de extrato etéreo (EE; % da matéria seca) e perfil de ácidos graxos (AG) de gramíneas tropicais.

Gramínea	EE	Ácidos graxos (g/100 g de AG totais)					Ref. ¹
		Palmitico	Esteárico	Oleico	Linoleico	α -linolênico	
<i>Brachiaria brizanta</i> cv. Marandu (extrusa)	1,2	23,5	3,1	4,6	19,7	42,4	(1)
<i>B. decumbens</i> (julho/2002)	1,1	36,7	7,5	10,5	18,3	21,1	(2)
<i>B. decumbens</i> (novembro/2002)	2,2	33,3	6,0	5,5	20,1	31,5	(2)
<i>B. ruziziensis</i> (julho/2002)	2,1	21,0	2,2	6,7	17,8	50,4	(2)
<i>B. ruziziensis</i> (novembro/2002)	3,6	25,6	3,7	2,7	19,6	46,1	(2)
Silagem de <i>B. ruziziensis</i>	2,3	28,2	15,3	14,6	12,3	2,3	(3)
<i>Pennisetum purpureum</i> (4 cultivares)	NI ²	22,0-40,0	2,0-4,0	2,0-8,0	14,0-28,0	22,0-55,0	(4)
<i>P. purpureum</i>	1,9	25,3	5,8	5,7	18,7	37,0	(2)
<i>P. purpureum</i>	3,2 ³	34,7	12,6	7,6	13,3	37,3	(14)
<i>P. purpureum</i> picado	1,2	27,9-42,5	3,5-5,6	5,9-11,6	17,1-25,9	13,8-22,6	(5)
<i>P. purpureum</i> picado	1,2	23,1-31,1	2,4-3,7	3,0-5,7	16,5-24,0	22,3-36,5	(6)
<i>P. purpureum</i> picado	2,4	17,6-21,0	1,9-2,6	4,0-6,0	14,0-15,8	24,6-28,7	(6)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro - Estrato Superior	3,1	15,4-20,1	NI	0,9-1,7	14,1-16,0	61,5-64,7	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro - Estrato Inferior	2,3	17,3-21,6	NI	2,7-3,1	20,0-23,0	48,7-53,9	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro (90 cm altura)	2,9	15,4-20,0	NI	1,7-3,1	14,1-21,4	51,7-64,7	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro (120 cm altura)	2,6	17,1-21,6	NI	0,9-2,8	15,4-23,0	48,7-62,0	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Cameron (pasto)	2,8	18,7	2,5	1,72	12,3	53,8	(8)
<i>P. purpureum</i> cv. Cameron (pasto)	2,8	18,4	2,3	1,7	12,3	52,0	(17)
<i>Cynodon dactylon</i> ⁴	NI	26,3	2,4	2,7	8,4	27,4	(9)
<i>Cynodon</i> spp (coast-cross/estrela-africana)	2,1	25,5	11,3	8,9	14,3	38,9	(10)
Feno de <i>C. dactylon</i> cv. Tifton-85	2,1	36,0	3,6	5,5	13,0	20,6	(15)
<i>Paspalum notatum</i> ⁴	NI	31,6	1,7	2,2	20,9	12,6	(9)
<i>Paspalum dilatatum</i> ⁴	NI	41,5	2,2	3,1	17,9	20,1	(9)
<i>Paspalum distichum</i> (verão)	3,1 ³	23,8	3,0	6,1	25,1	34,8	(11)
<i>P. distichum</i> (inverno)	2,4 ³	29,7	6,8	11,7	24,4	19,9	(11)
<i>P. maximum</i> var. Trichoglume (verão)	3,4 ³	30,3	4,1	6,5	27,9	23,4	(11)
<i>P. maximum</i> var. Trichoglume (inverno)	3,0 ³	29,6	5,4	9,5	32,4	15,8	(11)
<i>P. maximum</i> cv. Massai	2,8	41,8	6,2	6,8	9,4	30,0	(18)
<i>Cenchrus ciliaris</i> (verão)	4,5 ³	23,3	2,5	6,6	22,5	35,3	(11)
<i>C. ciliaris</i> (inverno)	2,9 ³	29,2	4,6	9,6	27,4	20,1	(11)
<i>Chloris gayana</i> (verão)	3,6 ³	23,4	2,4	6,2	19,9	34,9	(11)
<i>C. gayana</i> (inverno)	3,0 ³	30,7	3,8	9,9	23,5	19,2	(11)
<i>C. gayana</i> ⁴	NI	32,0	1,8	2,4	4,3	31,3	(9)
<i>Saccharum officinarum</i> (picada)	0,8	27,1	2,4	9,1	35,9	22,9	(2)
<i>S. officinarum</i> RB-739735 (picada)	1,2	26,5	4,4	12,7	30,7	10,7	(13)
<i>S. officinarum</i> (picada)	NI	26,2	2,6	8,7	24,3	13,9	(15)
Silagem de <i>S. officinarum</i> (cana)	0,6	30,5	5,8	17,8	6,0	1,7	(15)
Silagem de cana SP-791011	1,8	42,3	11,7	12,0	13,5	ND ⁵	(16)
Silagem de cana + 1% de ureia	1,1	45,4	8,1	14,0	16,8	2,8	(16)
Silagem de cana + 0,5% ureia + 0,5% CaO	1,7	37,7	12,1	11,7	15,4	0,7	(16)
Silagem de cana + 1% de CaO	1,7	43,1	10,0	14,5	15,7	3,1	(16)

¹Referências: (1) Mourthé et al (No Prelo); (2) Fernandes et al. (2007); (3) Suksombat et al. (2013); (4) Perez et al. (2010); (5) Ribeiro (2009); (6) Ribeiro (2013); (7) Dias (2012); (8) Souza (2014); (9) Ebina et al. (1997); (10) Santos (2010); (11) O'Kelly & Reich (1976); (13) Souza (2011); (14) Toyos-Vargas et al. (2013); (15) Informação pessoal (Dados não publicados); (16) Martins (2013); (17) Macedo (2012); (18) Faria (2012).

²NI = não identificado; ³Teor de lípidos totais (% da matéria seca); ⁴% do fosfatidilglicerol; ⁵ND = não detectado.

Merecedora de nota, análises do perfil de AG na cana de açúcar (Tabela 2), importante volumoso para rebanhos leiteiros no período da seca, indicaram que esta forrageira, além de apresentar baixos teores de extrato etéreo tanto na forragem fresca (0,8 a 1,2% da matéria seca) quanto na ensilada (0,6 a 1,8% da matéria seca), é pobre em ácido α -linolênico (10,7 a 22,9 g/100 de AG), com teores medianos dos AG linoleico e oleico (respectivamente, 30,7 a 35,9 g/100 de AG; e 9,1 a 12,7 g/100 de AG). As silagens de cana de açúcar apresentaram valores ainda menores para os ácidos oleico (11,7 a 17,8 g/100 de AG), linoleico (6,0 a 16,8 g/100 de AG) e, principalmente, α -linolênico (0,7 a 3,1 g/100 de AG). Como consequência, a cana de açúcar fresca ou ensilada, quando não suplementada com AG poli-insaturados, apresenta limitado potencial para produção de leite naturalmente rico em ácidos rumênico (0,38 a 0,83 g/100 de AG) e vacênico (0,8 a 2,37 g/100 de AG), conforme compilado nos Anexos 2 e 3.

Potencial dos sistemas de produção de leite a pasto na produção de leite naturalmente enriquecido com ácidos graxos benéficos à saúde

Na Tabela 3, têm-se, a título de exemplo, resultados de teores de AG bioativos e de AG saturados (láurico, mirístico e palmítico) presentes na gordura do leite de vacas manejadas em pastagens de clima temperado, em comparação com aquelas recebendo dietas típicas de confinamento, baseadas em forragens conservadas suplementadas com concentrados (KRATZ et al., 2013). Nesta compilação de dados, pode-se perceber o maior potencial nutracêutico da gordura do leite produzido a pasto, com maiores concentrações dos AG considerados benéficos à saúde, e menor teor dos AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico.

Utilizando banco de dados de perfis de AG do leite de vacas, analisados de amostras coletadas em tanques de propriedades leiteiras na França, cuja alimentação do rebanho era predominantemente baseada em pastagens de clima temperado, ou em dietas típicas de confinamento (forragens conservadas suplementadas com concentrados), Ferlay et al. (2008) realizaram análise multivariada de componentes principais e observaram importantes relacionamentos entre os sistemas de alimentação

das vacas e os AG majoritários/minoritários da gordura do leite. Um *cluster* relacionou o consumo de pasto e os AG oleico, rumênico, *trans*-palmitoleico, esteárico, vacênico e outros isômeros C18:1 *trans* e C18:1 *cis*, além de isômeros não-conjugados do ácido linoleico. Outro *cluster* relacionou alimentação à base de silagem de gramíneas suplementadas com concentrados e os AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico, além de C10:0, C13:0 e AG monoinsaturados *cis*-9 com ≤ 16 átomos de carbono na cadeia. Estes resultados demonstram o potencial de sistemas baseados em pastagens para produção de leite com gordura com perfil de AG mais adequado para a saúde humana.

Tabela 3. Potencial nutracêutico da gordura do leite produzido a pasto.

Ácido graxo (% da gordura)	Pasto/forragem fresca	Dietas de confinamento
C4:0 (ácido butírico)	3,4	3,6
C16:1 <i>trans</i> -9 (ácido <i>trans</i> -palmitoleico)	0,14	0,06
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11 (ácido rumênico)	1,61	0,45
3, 7, 11, 15 tetrametil-hexadecanoico (ácido fitânico)	0,45	0,15
C18:1 <i>trans</i> -11 (ácido vacênico)	3,1	0,7
C18:1 <i>cis</i> -9 (ácido oleico)	24,1	20,2
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15 (ácido α -linolênico)	0,78	0,16
Σ C12:0 + C14:0 + C16:0 (ácidos láurico + mirístico + palmítico)	39,4	54,1

Fonte: Adaptado de Kratz et al. (2013).

Roda et al. (2015) compararam o perfil de AG do leite de vacas manejadas em sistema de confinamento, com os dos leites produzidos em pastagens da região dos Alpes, no Noroeste da Itália, sob duas altitudes (400 a 700 m e 1.400 a 2.250 m). Nas dietas das vacas confinadas não havia fornecimento de forragens frescas, sendo as mesmas baseadas em diferentes porcentagens de volumosos conservados (fenos e silagens) suplementados com concentrados. Os autores relataram que os leites produzidos a pasto, em comparação aos obtidos das vacas confinadas, além do maior teor de gordura ($P < 0,05$), apresentaram menores concentrações dos AG láurico, mirístico e palmítico ($P < 0,01$) e maiores teores dos AG oleico, vacênico, rumênico e α -linolênico ($P < 0,01$), corroborando os resultados apresentados anteriormente, obtidos por Ferlay et al. (2008) e relatados por Kratz et al. (2013).

Roda et al. (2015) também observaram que o leite das vacas manejadas nas pastagens situadas sob maior altitude apresentou maiores teores dos ácidos α -linolênico e vacênico. Tal efeito, que já havia sido relatado no trabalho de Coppola et al. (2013), demonstra que a altitude em que a pastagem se situa é mais um fator a modular o perfil de AG do leite. As diferenças encontradas no perfil de AG do leite em função da altitude da pastagem podem ser parcialmente atribuídas às diferenças de temperatura ambiente e às peculiares mudanças nas composições botânica e química da forragem disponível e da efetivamente consumida pelas vacas. Por exemplo, nas pastagens sob maior altitude há potencial para incremento no consumo de ácido α -linolênico em função da maior proporção de brotos nas gramíneas, decorrente do alongamento do período vegetativo do pasto (Roda et al., 2015). Também pode ocorrer maior ingestão de metabólitos secundários (*e.g.* terpenos e polifenóis) presentes em plantas forrageiras normalmente encontradas em maior proporção e diversidade em pastagens situadas sob altitudes mais elevadas. Estes compostos podem promover mudanças no ambiente ruminal como, por exemplo, reduzindo a bio-hidrogenação de AG poli-insaturados, e aumentando a concentração destes AG no leite. Outra hipótese que pode ajudar a explicar a mudança no perfil de AG do leite de vacas manejadas a pasto diz respeito ao relevo e à taxa de lotação da pastagem como determinantes da exigência de maior esforço físico das vacas e da necessidade de caminhadas mais longas inerentes à atividade de pastejo, que podem induzir mobilização de reservas corporais (LEIBER et al., 2005; FERLAY et al., 2011).

Resultados de trabalhos realizados pela Embrapa Gado de Leite e por outras instituições de ensino e pesquisa no Brasil são indicativos de que dietas baseadas em silagem de milho, suplementadas com concentrados sem ingredientes ricos em AG α -linolênico e linoleico, apresentam limitado potencial para produção de leite com concentrações elevadas dos ácidos rumênico e vacênico, respectivamente, $\leq 0,67$ g/100 g de AG e $\leq 3,93$ g/100 g de AG.

No entanto, quando se trabalha com vacas em pastagens tropicais, mesmo sem suplementação concentrada ou utilizando concentrados sem

ingredientes ricos em AG poli-insaturados, ainda assim, os resultados obtidos são bastante expressivos e promissores. Os resultados compilados no Anexo 4 mostram que nestas condições os teores dos ácidos rumênico e vacênico variaram, respectivamente, de 0,40 a 1,64 g/100 g de AG, e de 0,91 a 4,49 g/100 g de AG, valores estes que podem ser considerados elevados quando comparados aos normalmente observados no leite de vacas consumindo dietas típicas de confinamento, baseadas em forragens conservadas (e.g. silagens e fenos) suplementadas com concentrados sem ingredientes lipídicos.

Os resultados apresentados nos Anexos 4 e 5 referem-se a experimentos realizados com os principais gêneros de gramíneas forrageiras utilizadas na formação de pastagens no Brasil, quais sejam: *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés, MG-5), *Brachiaria ruziziensis*, *Panicum maximum* (cvs. Tanzânia e Massai), *Pennisetum purpureum* (cvs. Pioneiro, Cameron), *Cynodon nlemfuensis* (cv. Estrela Africana), e *Cynodon dactylon*. Como pode ser visto nos Anexos 4 e 5, foram apenas onze os trabalhos disponíveis com resultados de perfil de AG no leite de vacas manejadas em pastagens formadas com gramíneas tropicais, o que evidencia a necessidade de mais pesquisas nesta área do conhecimento. Ressalte-se que muitos destas publicações por serem, de modo geral, recentes (≥ 2009), estão ainda na forma de trabalhos de conclusão de cursos de pós-graduação, o que, adicionalmente, dificulta sua divulgação e acesso à informação.

Ademais, os teores dos AG rumênico, vacênico e CLA *trans*-10 *cis*-12, dentre outros não compilados nos Anexos 4 e 5, não foram informados em muitos destes trabalhos. Além disto, alguns valores obtidos nestes experimentos podem ser considerados atípicos, sendo, portanto, passíveis de dúvida, haja vista apresentarem-se fora das faixas consideradas biologicamente normais para específicos AG no leite. Isto pode refletir a utilização de colunas capilares não adequadas para as análises como, por exemplo, aquelas com comprimento ≤ 60 m (VAN VALENBERG et al., 2013), bem como demonstra a falta de padronização entre os laboratórios das instituições de ensino e pesquisa do Brasil para as análises

cromatográficas de perfil de AG no leite e derivados. Tais considerações são, de modo geral, também aplicáveis aos resultados compilados nos Anexos 1 e 3.

A despeito destas últimas considerações, as informações compiladas nos Anexos 4 e 5 ilustram o potencial das gramíneas tropicais manejadas sob pastejo para produção de leite com perfil de AG mais desejável do ponto de vista de nutrição e saúde humana. Esta característica poderia ser mais bem explorada por aqueles que se dedicam no Brasil à produção de leite a pasto. Por exemplo, em países como EUA, Itália, e Argentina pode-se observar em alguns rótulos de embalagens de manteiga, creme de leite, queijo e de leite integral produzido a pasto, alusões aos maiores teores de CLA e/ou de AG ω -3. Em tempo, este tipo de informação só pode constar nos rótulos das embalagens desde que permitido pelas legislações locais de rotulagem. No Brasil, alusões deste tipo ainda não podem ser incluídas nos rótulos, conforme determinação da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que é o órgão governamental regulador e fiscalizador.

No Anexo 1, têm-se resultados de perfil de AG do leite de vacas confinadas consumindo gramíneas tropicais como base da dieta, suplementadas ou não com concentrados lipídicos. Ressalte-se que todos os experimentos realizados com forragens fornecidas frescas e picadas no cocho utilizaram o tradicional capim-elefante (*P. purpureum*) como base das dietas. Nestes experimentos, as concentrações de ácido rumênico variaram de 1,22 a 4,59 g/100 de AG no leite das vacas que consumiram as dietas suplementadas com concentrados lipídicos. Por outro lado, a utilização de forragens conservadas (feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85) não suplementadas com concentrados lipídicos permitiu obter teores de ácido rumênico no leite bem inferiores, na faixa de 0,45 a 0,56 g/100 g de AG. Conforme já discutido anteriormente, tais resultados podem ser considerados indicativos de que nos processos de fenação ocorrem importantes perdas oxidativas de AG poli-insaturados, principalmente de α -linolênico (DEWHURST et al., 2006), principal substrato para obtenção de leite naturalmente rico em ácidos rumênico e vacênico (MOHAMMED et al., 2009).

Potencial dos sistemas de produção orgânica de leite na obtenção de leite enriquecido com ácidos graxos benéficos à saúde

Outro aspecto que merece ser destacado diz respeito à produção orgânica de leite. Benbrook et al. (2013) analisaram o perfil de AG de 378 amostras de leite produzido de forma convencional ou orgânica, coletadas em sete regiões dos EUA. Ao longo de 12 meses, o leite produzido em sistema orgânico apresentou 18% a mais de ácido rumênico; 12% a mais do ácido *trans*-palmitoleico; e respectivamente, 60%, 33% e 18% a mais dos ácidos α -linolênico, EPA e DPA, todos da família ω -3. Nos EUA, a legislação exige para certificação das fazendas orgânicas que, no mínimo 30% do consumo diário de matéria seca das vacas em lactação seja proveniente de pasto por, no mínimo, 120 dias da estação de crescimento das forragens. Na maior parte das fazendas convencionais, as dietas são baseadas em misturas completas de forragens conservadas e concentrados, com baixa utilização de pastagens (BENBROOK et al., 2013). Para demonstrar o potencial deste mercado, as vendas de leite de produção orgânica nos EUA cresceram 9,5% nos onze primeiros meses de 2014, sendo gastos, aproximadamente, 5,1 bilhões de dólares com laticínios em 2014 (MULVANY, 2015).

Em trabalho realizado na Itália, Prandini et al. (2009) compararam o leite obtido em sistemas de produção orgânica, baseados na utilização de pastagens de alfafa (*Medicago sativa*) suplementada com concentrados, com o leite produzido em sistemas convencionais, cuja alimentação das vacas baseava-se em forragens conservadas (silagem de milho e feno de alfafa) e concentrados. Segundo os autores, foram observados maiores teores dos AG α -linolênico, vacênico e rumênico no leite obtido nos sistemas de produção orgânica.

Nos trabalhos apresentados anteriormente (PRANDINI et al., 2009; BENBROOK et al., 2013), leites com maiores teores de AG benéficos à saúde foram obtidos nos sistemas de produção orgânica. Ressalte-se que os resultados obtidos nestes dois estudos basearam-se na análise de amostras de leite coletadas *in loco*, diretamente nas propriedades. Assim, Butler et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de verificar se o

perfil de AG da gordura de várias marcas de leite compradas no comércio varejista do Noroeste da Inglaterra refletia tais diferenças relatadas na literatura, para leites produzidos em sistemas orgânico ou convencional. Os resultados mostraram que o leite de produção orgânica disponível na rede varejista do Noroeste da Inglaterra, além do maior teor de gordura ($P < 0,01$), apresentou menores ($P \leq 0,05$) concentrações dos AG saturados hipercolesterolêmicos láurico e palmítico, e maiores ($P < 0,05$) teores dos AG vacênico, rumênico e dos AG da família ω -3 α -linolênico, EPA e DPA. No entanto, menor ($P < 0,01$) concentração de ácido mirístico foi obtida no leite de produção convencional, enquanto que não houve diferença ($P > 0,05$) entre os sistemas de produção quanto ao teor de ácido oleico. Digno de nota, Butler et al. (2011) relataram diferenças ($P < 0,05$) entre marcas nos teores dos AG oleico, linoleico e poli-insaturados dos leites produzidos em sistemas orgânicos. Os autores concluíram que os resultados obtidos no comércio varejista trazem informação acurada para consumidores acerca do perfil de AG do leite.

No Brasil, em trabalho realizado ao longo de 12 meses, com amostras de seis leites pasteurizados integrais provenientes de produção orgânica ou convencional, obtidas no comércio local da cidade de São Paulo, o teor de CLA no leite de produção orgânica foi 2,4 e 2,8 vezes maior do que no leite convencional, respectivamente, nos meses de verão e outono (FANTI et al., 2008).

A despeito de diferenças nas normas que regem a produção orgânica do leite para fins de certificação no Brasil e em outros países, pode-se vislumbrar seu potencial para produção de leite naturalmente rico em AG benéficos à saúde humana.

Suplementação lipídica das dietas como estratégia para produção de leite enriquecido com os ácidos rumênico e vacênico

No Brasil, há grande disponibilidade, embora muitas das vezes de caráter regional em função de aspectos de logística, de suplementos concentrados ricos em AG poli-insaturados (*e.g.* ácidos α -linolênico e linoleico),

que podem ser utilizados na alimentação de vacas para produção de leite naturalmente enriquecido com AG bioativos benéficos à saúde.

Como exemplos, podemos citar os óleos e grãos de oleaginosas (*e.g.* óleos e grãos de soja, girassol, canola e linhaça) e os sais de Cálcio de óleos vegetais ou de CLA (CAVALIERI et al., 2005; NEVES et al., 2009; MEDEIROS et al., 2010; LOPES et al., 2011b; SILVA-KAZAMA et al., 2010; SOUZA, 2014). Outros suplementos lipídicos que também podem ser incluídos em dietas de vacas em lactação para, potencialmente, alterar positivamente o perfil de AG do leite são coprodutos da agroindústria brasileira, como resíduo de cervejaria e caroço de algodão (SOGLIA & ABREU, 2003; FERNANDES et al., 2007; COSTA et al., 2011) ou da produção de biocombustível, tais como as tortas de oleaginosas ou de oleíferas (*e.g.* tortas de soja, de girassol, de algodão e de palmas, como dendê e macaúba) (ABDALLA et al., 2008; PEREIRA et al., 2011; FARIA, 2012; OLIVARES-PALMA et al., 2013), além de glicerinas brutas de baixa pureza, ricas em AG poli-insaturados (SANTANA JÚNIOR, 2013; MENESES et al., 2015).

A suplementação de dietas de vacas com concentrados ricos em óleos vegetais tem sido estratégia nutricional bastante utilizada no Brasil (LOPES et al., 2011b) e no mundo (SCHROEDER et al., 2004; GLASSER et al., 2008; FERLAY et al., 2011; SHINGFIELD et al., 2013) em estudos visando manipular o perfil de AG do leite.

Resultados de trabalhos realizados pela Embrapa Gado de Leite e por outras instituições de ensino e pesquisa no Brasil são indicativos de que a utilização de suplementos concentrados ricos em AG α -linolênico e linoleico, tais como grãos de oleaginosas (soja, linhaça, canola), processados ou não (extrusão, moagem, tostagem, tratamentos químicos) em dietas típicas de confinamento, baseadas em forragens conservadas (*e.g.* silagens e fenos) permite obter concentrações que podem ser consideradas medianas de ácido rumênico no leite, de até 1,01 g/100 g de AG (LOPES et al., 2011b). No entanto, quando se trabalha com vacas em pastagens tropicais bem manejadas, a suplementação com concentrados lipídicos permite obter teores bem mais elevados no leite, de até 2,46 g/100 g de AG (Anexo 5).

Na Embrapa Gado de Leite, foram realizados experimentos com vacas manejadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu suplementada com quantidades crescentes de soja tostada (MOURTHÉ et al., No Prelo – Anexos 4 e 5) e com vacas confinadas recebendo dietas baseadas em capim-elefante suplementado com concentrados formulados com níveis crescentes de óleos de soja ou de girassol (RIBEIRO, 2009, 2013 – Anexo 1). De modo geral, o incremento na suplementação lipídica promoveu aumento linear nos teores dos ácidos rumênico, vacênico, e oleico, e concomitante redução das concentrações dos AG saturados láurico, mirístico e palmítico na gordura do leite. Segundo a FAO (2010), há evidência científica suficiente demonstrando que substituir AG de cadeia saturada láurico, mirístico e palmítico por AG poli-insaturados promove redução na concentração plasmática de colesterol LDL e na relação colesterol total/colesterol HDL, respostas estas indicativas de menor risco de ocorrência de doenças cardiovasculares. Similar efeito cardioprotetor, embora em menor escala, pode ser obtido pela substituição dietética dos AG láurico, mirístico e palmítico por ácido oleico (FAO, 2010). As mudanças nos perfis de AG da gordura do leite nos três experimentos em resposta à suplementação de forrageiras tropicais com óleos vegetais estão alinhadas com tais recomendações.

O enorme potencial da associação de capins tropicais com fontes ricas em AG poli-insaturados, visando à produção de leite enriquecido com AG benéficos à saúde, pode ser exemplificado a partir do resultado de experimento realizado na Embrapa Gado de Leite, onde foi obtido aumento de 360% no teor de ácido rumênico (4,59 g/100 de AG) na gordura do leite de vacas Holandês x Gir consumindo capim-elefante picado suplementado com 4,5% de óleo de soja na matéria seca da dieta, em comparação com o das vacas que não receberam o óleo (RIBEIRO, 2009 – Anexo 1).

De modo geral, a inclusão de óleos vegetais livres produz mudanças mais bruscas no perfil de AG do leite do que quando grãos não processa-

dos da mesma oleaginosa são fornecidos na dieta (DHIMAN et al., 2000; GLASSER et al., 2008; CHILLIARD et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; BENCHAAAR et al., 2014). E mais, há diferentes respostas no perfil de AG do leite em função do tipo de processamento (*e.g.* integral, moagem, laminação, micronização, peletização, extrusão, tostagem etc.) aplicado no grão (CHOUINARD et al., 1997; DHIMAN et al., 2000; SILVA et al., 2007; CHILLIARD et al., 2009; NEVES et al., 2009; SILVA-KAZAMA et al., 2010; SANTOS et al., 2011).

Considerando o atual sistema de pagamento por qualidade do leite adotado por muitas cooperativas e indústrias processadoras no Brasil, a inclusão de óleos vegetais livres em dietas de vacas não é viável economicamente, já que não há bonificação para maiores teores de AG de interesse para a saúde humana, como o rumênico, vacênico e/ou oleico. Tal informação respalda-se em resultados de trabalhos de avaliação da viabilidade econômica da inclusão de óleos de soja e de girassol em dietas baseadas em forrageiras tropicais, realizados na Embrapa Gado de Leite (LOPES et al., 2012, 2014).

No Anexo 3, excluindo um resultado atípico para teor de ácido mirístico, as somas das concentrações dos três AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico apresentaram-se nas faixas de 49,7 a 56,1 g/100 de AG e de 51,9 a 57,1 g/100 de AG, respectivamente, para dietas baseadas em cana de açúcar fornecida fresca ou ensilada, ambas não suplementadas com lipídeos. A suplementação lipídica destas dietas permitiu reduzir os teores dos AG hipercolesterolêmicos para a faixa de 27,33 a 48,61 g/100 de AG e aumentar o teor de ácido rumênico de 0,38 a 0,54 g/100 de AG para até 2,75 g/100 de AG. No entanto, como efeito colateral negativo da utilização de suplementos lipídicos em dietas à base de cana de açúcar, normalmente observam-se elevados incrementos nas concentrações dos AG C18:1 *trans*, com destaque para os ácidos elaídico e C18:1 *trans*-10 (SOUZA, 2011; BARROS et al., 2013), aos quais são associados efeitos nocivos à saúde cardiovascular (ALMEIDA et al., 2014b).

Efeito do horário e frequência de ordenha sobre o perfil de ácidos graxos do leite

Em dois experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite (LOPES et al., 2010; ALMEIDA et al., 2014a), foi observado que manteigas produzidas com o leite da ordenha da tarde apresentaram perfil de AG mais desejável do ponto de vista de saúde humana quando comparadas às produzidas com o leite ordenhado pela manhã. Embora as diferenças não tenham sido de grande magnitude, há uma oportunidade de enriquecer adicionalmente lácteos com AG benéficos à saúde pela simples seleção do leite da ordenha da tarde para sua produção.

Em estudo realizado em sistemas de produção orgânica e convencional de leite na Nova Zelândia, ambos baseados em pastagens, Schwendel et al. (2015) relataram que o leite ordenhado pela manhã apresentou maiores ($P < 0,05$) concentrações dos AG saturados hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico, enquanto que o leite obtido à tarde apresentou teores mais elevados dos ácidos oleico, vacênico, *trans*-palmitoleico, rumênico, bem como para os AG da família ω -3 α -linolênico, EPA, DPA e DHA. Não houve diferenças entre ordenhas ($P > 0,05$) para as concentrações dos AG linoleico e araquidônico (C20:4 ω -6). Os resultados mostraram que na ordenha da tarde pode ser obtido leite com perfil mais saudável de AG na gordura.

Na França, Ferlay et al. (2010) realizaram experimento para avaliar diversos fatores que modulam o perfil de AG do leite. Na fase pré-experimental do estudo, os autores avaliaram o efeito do horário da ordenha (manhã *versus* tarde) sobre o perfil de AG da gordura do leite de vacas das raças Holandês *versus* Montbeliárde alimentadas com dieta à base de silagem de milho e feno, suplementada com concentrado. Os autores relataram que o leite da ordenha da tarde apresentou menores ($P < 0,01$) teores de AG láurico, mirístico e palmítico, considerados hipercolesterolêmicos; e maiores ($P < 0,01$) concentrações dos AG bioativos oleico, vacênico, *trans*-palmitoleico, rumênico e α -linolênico. Na fase experimental, dietas baseadas em silagem de milho foram utilizadas para avaliar os efeitos de raça da vaca (Holandês *versus* Montbeliárde), de suplementação com

sementes extrusadas de linhaça (0 *versus* 2,4 kg/vaca/dia) e também com antioxidantes (sintético = vitamina E *versus* natural = extratos de diversas plantas ricas em polifenóis) e do horário da ordenha (manhã *versus* tarde) sobre o perfil de AG da gordura do leite. Novamente, os autores relataram que o leite da ordenha da tarde apresentou menores ($P < 0,05$) teores de AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico. No entanto, dos AG bioativos, somente o oleico apresentou concentração maior ($P < 0,01$) no leite da ordenha da tarde. Não houve efeito de horário de ordenha ($P > 0,05$) sobre os teores dos ácidos vacênico, *trans*-palmitoleico, rumênico e α -linolênico, mas, exceto pelo vacênico, os demais AG bioativos apresentaram valores numéricos superiores no leite da tarde.

Sumarizando, nos quatro trabalhos apresentados (FERLAY et al., 2010; LOPES et al., 2010; ALMEIDA et al., 2014a; SCHWENDEL et al. 2015), de modo geral, leite com maior potencial nutracêutico foi obtido na ordenha da tarde.

O efeito da frequência de ordenha sobre o perfil de AG do leite de vacas Holandês nos primeiros 21 dias de lactação foi estudado por Shields et al. (2011). Estes autores relataram que não houve efeito de duas ou quatro ordenhas diárias sobre os teores de AG saturados, monoinsaturados, poli-insaturados nem dos AG sintetizados **de novo** ou decorrentes da atividade da SCD na glândula mamária.

Variação individual do perfil de ácidos graxos no leite

Nos diversos experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite, independentemente da raça ou grupamento genético da vaca, e da dieta que foi avaliada, foi sistematicamente observada grande variação individual quanto ao perfil de AG do leite, corroborando com resultados similares obtidos em outros trabalhos. Teores duas a três vezes superiores de ácido rumênico no leite de vacas das raças Holandês, Pardo-Suíço, Jersey e Mafriwall, recebendo a mesma dieta foram relatados (PETERSON et al., 2002; KELSEY et al., 2003; YASSIR et al., 2010; WANG et al., 2013),

podendo ser indicativos de importantes diferenças individuais na atividade da enzima SCD na glândula mamária.

No Brasil, em estudo realizado com vacas das raças zebuínas Gir e Guzerá, em que os animais de cada raça receberam a mesma dieta, foi observada ampla variação individual dentro de cada raça, quanto aos teores dos ácidos rumênico e oleico na gordura do leite (GAMA et al., 2013). Foi relatada ainda variação individual nos “Índices de Dessaturação (ID)”, que refletem a atividade da enzima SCD, a qual é responsável, na glândula mamária, por 60% e 60-95%, respectivamente, dos ácidos oleico e rumênico secretados no leite (SHINGFIELD et al., 2013; SHINGFIELD & WALLACE, 2014). Os ID são calculados de relações produto:substrato (KELSEY et al., 2003), como, por exemplo: $ID_{\text{rumênico}} = \text{Rumênico} / (\text{Rumênico} + \text{Vacênico})$ e $ID_{\text{oleico}} = \text{C18:1 } cis\text{-9} / (\text{C18:0} + \text{C18:1 } cis\text{-9})$.

Estudos deste tipo já foram realizados em vacas de raças de origem europeia (MELE et al., 2007; SCHENNINK et al., 2008), sendo detectados polimorfismos em genes que codificam várias enzimas relacionadas à síntese de AG da gordura do leite. Em vacas de raças de origem zebuína tais estudos são menos frequentes (LACORTE et al., 2006; TANTIA et al., 2006).

Utilizando banco com 10.401 dados de perfil de AG do leite de sete raças de vacas ($n = 1.918$) de 26 rebanhos, Soyeurt et al. (2008) estimaram herdabilidades de 20%, 20% e 3%, respectivamente, para $ID_{\text{miristoleico}}$, $ID_{\text{palmitoleico}}$ e ID_{oleico} . Em outro estudo (1.933 vacas de primeira lactação e 398 rebanhos), Schennink et al. (2008) estimaram valores de herdabilidade intra-rebanhos de 45%, 43%, 33% e 23%, respectivamente, para $ID_{\text{miristoleico}}$, $ID_{\text{palmitoleico}}$, ID_{oleico} e $ID_{\text{rumênico}}$. Baseados nestas herdabilidades, os autores concluíram ser factível a seleção de vacas para maior atividade mamária da SCD.

Na França, utilizando 425.000 resultados de amostras de leite de 86.458 vacas pertencentes a 1.023 rebanhos, Gion et al. (2011) estimaram valores de herdabilidade para os teores dos ácidos oleico e rumênico na gordura do leite e no leite de vacas de três raças (Normanda, Montbeliárde e Holandês). As herdabilidades estimadas foram de 11-16%, 11-17%,

17-21% e 14-18%, respectivamente para os teores dos ácidos oleico e rumênico no leite e na gordura do leite.

Tais estudos são meritórios haja vista que as informações obtidas poderão, no futuro, ser utilizadas em programas de melhoramento animal via seleção de animais geneticamente superiores para produção de leite com maiores teores de AG de interesse para a saúde humana, ou utilizar práticas nutricionais que aumentem a atividade da SCD na glândula mamária (MELE et al., 2007; LOCK & BAUMAN, 2011).

Efeito da estação do ano sobre o perfil de ácidos graxos do leite

Na estação seca do ano, além da escassez de forragem nas pastagens, há menores teores dos ácidos α -linolênico e linoleico no pasto (Tabela 2), limitando a produção de leite naturalmente enriquecido com AG benéficos à saúde. Por esta razão, estudos de estratégias de manejo nutricional do rebanho nesta estação do ano, visando à obtenção de leite com perfil de AG mais atraente em termos de saúde humana, são de grande importância do ponto de vista mercadológico, pois asseguram às indústrias de laticínios, qualidade da matéria prima e garantia de manutenção de elevados níveis de específicos AG no leite e derivados ao longo do ano, permitindo sua ininterrupta comercialização.

Como visto anteriormente, a cana de açúcar picada, importante suplemento volumoso para o período da seca, bem como dietas baseadas em forragens conservadas (silagens e fenos) não suplementadas com fonte lipídicas apresentam limitado potencial para produção de leite enriquecido com os ácidos rumênico e vacênico (Anexos 1, 2 e 3). A suplementação destes volumosos com concentrados ricos em AG α -linolênico e linoleico, desde que economicamente viável, é uma estratégia nutricional que pode ser utilizada, mas especial atenção deve ser dada à potencial ocorrência de redução do teor de gordura do leite, bem como de incremento nas concentrações de AG C18:1 *trans* indesejáveis (LOPES et al., 2011b).

Portanto, no período de escassez de forragem, estudar volumosos alternativos à cana de açúcar e às silagens e fenos é de grande importância

para garantir a manutenção, nesta estação do ano, de elevados teores de AG benéficos à saúde na gordura do leite.

Uma estratégia interessante, aplicável em regiões com ocorrência de baixas temperaturas no inverno e com disponibilidade de irrigação, poderia ser o cultivo de forrageiras de inverno, para serem fornecidas picadas, na forma fresca no cocho, ou consumidas sob pastejo pelas vacas (PRIMAVERSI et al., 2006; FONTANELI et al., 2009). Informações sobre o potencial destas forrageiras para produção de leite com elevado potencial nutracêutico estão amplamente disponíveis na literatura científica produzida em regiões de clima temperado do Hemisfério Norte (SCHROEDER et al., 2004).

Depressão no teor de gordura do leite como consequência da suplementação lipídica da dieta

A produção de leite com gordura naturalmente enriquecida com AG benéficos à saúde, a partir de volumosos suplementados com concentrados ricos em AG poli-insaturados, pode resultar na depressão da síntese de gordura do leite (LOPES et al., 2011b). Isto pode trazer prejuízos de ordem econômica para o produtor rural, uma vez que a gordura é componente do sistema de pagamento por composição do leite adotado por diversas cooperativas e indústrias processadoras no Brasil (LOPES et al., 2012, 2014).

A síndrome da depressão do teor de gordura no leite ocorre em função de diversos fatores como relação volumoso:concentrado da dieta; tipo de volumoso; tipo e nível de inclusão, AG predominante e modo de fornecimento do suplemento lipídico; taxas de bio-hidrogenação e de passagem no rúmen; teor de amido da dieta; dentre outros, sendo mais comum quando óleos vegetais livres são utilizados (GRINARI et al., 1998; DHIMAN et al., 2000; RIBEIRO, 2009; FERLAY et al., 2011; SOUZA, 2011; BENCHAAAR et al., 2014; VAZIRIGOHAR et al., 2014). Nos óleos vegetais os AG poli-insaturados não estão protegidos como, por exemplo, nos grãos integrais não processados de oleaginosas, que exigem todo o esforço de mastigação e ruminação da vaca para permitir sua liberação de dentro do grão para o rúmen. Ou seja, quando a vaca consome uma dieta com grãos de soja

não processados ou com caroço de algodão, por exemplo, os AG poli-insaturados que estão presentes nestes suplementos concentrados, são liberados de forma lenta no rúmen, diferentemente do que ocorre quando óleos vegetais livres são diretamente consumidos pela vaca (DHIMAN et al., 2000; CHILLIARD et al., 2009; BENCHAAR et al., 2014). O processamento de grãos de oleaginosas por extrusão também promove rápida liberação do óleo vegetal no rúmen, podendo também resultar na depressão da síntese de gordura do leite (CHILLIARD et al., 2009; NEVES et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; NEVES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

Para evitar ou minimizar este problema, na Embrapa Gado de Leite, incorpora-se previamente o óleo vegetal no concentrado, que é então fornecido em mistura completa (*TMR*) com o volumoso da dieta (RIBEIRO et al., 2014). Todo este cuidado faz-se necessário, pois o aporte de grande quantidade de AG poli-insaturados de uma só vez no rúmen pode alterar todo o processo de fermentação ruminal, já que a capacidade para hidrogenação de AG dos microrganismos ali presentes é superada (DHIMAN et al., 2000; CHILLIARD et al., 2009), provocando mudanças na microbiota e nas rotas normais de bio-hidrogenação, originando a formação de AG indesejáveis como, por exemplo, o CLA *trans*-10 *cis*-12 que juntamente com o CLA *trans*-9 *cis*-11 são os principais responsáveis pela depressão do teor de gordura do leite (BAUMAN & GRIINARI, 2001; SHINGFIELD et al., 2010; BUCCIONI et al., 2012; VAZIRIGOHAR et al., 2014). Nestas condições, AG monoinsaturados indesejáveis de configuração *trans* podem também apresentar-se em concentrações expressivas na gordura do leite, como o ácido elaídico e o C18:1 *trans*-10 (SOUZA, 2011; BARROS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2012; BENCHAAR et al., 2014; VAZIRIGOHAR et al., 2014), que são os mesmos encontrados como componentes majoritários de óleos vegetais parcialmente hidrogenados, obtidos industrialmente (PRECHT & MOLKENTIN, 1995; SHINGFIELD et al., 2008; LOCK & BAUMAN, 2011). Em ensaio com ratos, o incremento observado na concentração plasmática de TAGs, não desejável em termos de saúde cardiovascular, foi parcialmente atribuído à presença dos AG elaídico e C18:1 *trans*-10 na gordura da manteiga componente da dieta destes animais (ALMEIDA et al., 2014b).

Estabilidade oxidativa do leite e derivados naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde

Em dois experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite, foi observada redução na estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas consumindo capim-elefante picado ou cana de açúcar, suplementados, respectivamente, com óleos de soja e girassol (GAMA et al., 2008; BARROS et al., 2013).

A estabilidade oxidativa pode ser grosseiramente definida como a capacidade em resistir à rancificação, sendo aspecto de cunho tecnológico e de comercialização muito importante, pois está diretamente relacionado à “vida de prateleira” do leite e de seus derivados lácteos, principalmente naqueles com elevado teor de gordura, como a manteiga e o leite em pó integral (PENNA, 2009). A redução da estabilidade oxidativa nas manteigas nos estudos de Gama et al. (2008) e Barros et al., (2013) foi decorrente do aumento dos teores de AG mono e poli-insaturados, dentre eles o ácido rumênico, os quais são mais susceptíveis à oxidação que os AG saturados.

No leite há antioxidantes naturais como os tocoferóis (α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol e δ -tocoferol) e carotenoides – carotenos e xantofilas (*e.g.* β -caroteno; luteína, zeaxantina), mas, em função da plasticidade da gordura do leite pela modulação que específicos componentes da dieta exercem sobre seu perfil de AG, tais antioxidantes normalmente não são suficientes para prevenir a aceleração da rancidez oxidativa em lácteos com elevados teores de AG poli-insaturados (HAVEMOSE et al., 2004, 2006; ZHAOA et al., 2013).

Ingredientes dietéticos têm sido avaliados em condições brasileiras, visando transferência de seus compostos antioxidantes para o leite, auxiliando assim na manutenção da estabilidade oxidativa do mesmo, que, adicionalmente, funciona como veículo para permitir a ingestão destas substâncias benéficas para a saúde. Em diversos estudos foram avaliados compostos fenólicos de extrato de própolis (AGUIAR et al., 2014); flavonoides e polifenóis presentes na polpa cítrica (SANTOS et

al., 2014a), na casca de café (SANTOS et al., 2014b) e na silagem de resíduos de uva (SANTOS et al., 2014c). De modo geral, os resultados obtidos nestes trabalhos demonstraram ser possível transferir os compostos oxidantes para o leite, embora em concentrações insuficientes para evitar perdas oxidativas no leite obtido de dietas com elevada suplementação de AG poli-insaturados.

Estratégias de suplementação de dietas ricas em AG com agentes antioxidantes como vitamina E (acetato de *all-rac- α* -tocoferol) e/ou selênio orgânico, visando à produção de leite e derivados com elevados teores de AG mono e poli-insaturados benéficos à saúde humana, sem que haja perdas oxidativas relevantes durante seu armazenamento também foram estudadas, tendo sido consideradas eficientes em seu propósito (FOCAN et al., 1998; PASCHOAL et al., 2007).

Potencial nutracêutico de lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde

A literatura científica está repleta de trabalhos que demonstram que a composição em termos de AG no leite pasteurizado, creme de leite, manteiga, queijos, iogurte e coalhada é semelhante àquelas originalmente presentes no leite integral utilizado como matéria prima para produzi-los (DHIMAN et al., 1999; BAER et al., 2001; PRANDINI et al., 2009; BOMFIM et al., 2011; BUTLER et al., 2011; GAGLIOSTRO et al., 2011).

Por esta razão, mas também pela facilidade de fabricação e praticidade para conservação por períodos maiores, nos estudos de avaliação do potencial nutracêutico de lácteos naturalmente enriquecidos com AG benéficos (*e.g.* rumênico, vacênico e oleico) realizados na Embrapa Gado de Leite, optou-se por utilizar manteigas. Tais estudos têm sido realizados em parceria com a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), utilizando ratos ou camundongos como modelo animal. Neste aspecto, as manteigas apresentam duas outras vantagens, pois além de ser facilmente incorporadas às dietas destes animais, são muito bem aceitas por eles, já que são bastante palatáveis. Ademais, pela maior concentração de gordura, permite ingestões mais elevadas dos AG de interesse nos trabalhos.

Para exemplificar estes estudos, tomem-se por base dois ensaios com ratos, conduzidos na UFJF, com objetivos bastante distintos, realizados utilizando manteigas naturalmente enriquecidas com ácidos rumênico, vacênico e oleico, que foram comparadas com manteigas-padrão, ou seja, com composição normal de AG. No primeiro ensaio (GAMA et al., 2015) foram observadas alterações positivas em biomarcadores associados à doença de *Alzheimer* nos ratos que receberam as manteigas naturalmente enriquecidas com os AG, sendo essas alterações fortemente correlacionadas com a melhora da memória dos animais. Ou seja, projetando um resultado de longo prazo, o consumo habitual diário deste tipo de manteiga poderia auxiliar na prevenção da doença, ou na inibição da sua progressão.

Em outro ensaio (ALMEIDA et al., 2014b), os ratos que consumiram a manteiga rica nos AG bioativos rumênico, vacênico e oleico, e com menor teor de AG saturados láurico e mirístico, apresentaram maiores níveis séricos de insulina em jejum e de colesterol-HDL (“bom colesterol”), resultados estes benéficos à saúde cardiovascular e controle glicêmico. Estes são alguns exemplos de resultados positivos em termos de saúde que têm sido obtidos neste tipo de estudo.

No entanto, estes achados promissores com modelos animais ainda precisam ser confirmados em humanos e, em uma destas pesquisas, realizada em parceria com a UFRJ (PENEDO et al., 2013), a ingestão de 20 g/dia de uma manteiga naturalmente enriquecida com ácido rumênico, produzida na Embrapa Gado de Leite, reduziu a concentração de biomarcadores pró-inflamatórios associados com a obesidade em homens e mulheres adultos.

Mercado para lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde

O pagamento por qualidade do leite em função dos teores de AG específicos ainda não é uma realidade no Brasil, mas há alguns exemplos de sua adoção em outros países. Borreani et al. (2013) fizeram referência a sistemas de pagamentos de bonificação por qualidade do leite com

base no seu perfil de AG. Estes programas foram desenvolvidos por duas empresas, sendo aplicados em sistemas intensivos de produção de leite do Noroeste da França. Coppa et al. (2013) também citaram processadoras de lácteos da França, Bélgica, Holanda e de outros países da União Europeia, que bonificam o pagamento do leite naturalmente enriquecido com AG promotores da saúde (*e.g.* AG ω -3 e poli-insaturados). Estas são as únicas experiências deste tipo que se tem notícia no mundo inteiro e, apesar de louváveis, ainda constituem-se exceções.

Além disto, apesar de atualmente existirem grupos de pesquisa se dedicando ao estudo de métodos rápidos e confiáveis para análise de perfil de AG (FERLAY et al., 2011; MAURICE-VAN EIJNDHOVEN et al., 2013a, 2013b; ESKILDSSEN et al., 2014; FERRAND-CALMELS et al., 2014), estes ainda não estão totalmente validados para utilização no controle de qualidade da matéria prima em nível de plataforma de recepção do leite.

Um meio alternativo para agregar valor ao leite ou derivados lácteos naturalmente enriquecidos com AG benéficos à saúde poderia ser sua comercialização em nichos de mercado com produtos inovadores, saborosos e saudáveis, além de seguros, obtidos a partir da adoção de boas práticas de produção. O mercado para estes produtos seria aquele representado por consumidores cujos hábitos de consumo estão associados a estilos mais saudáveis de vida, e interessados em alimentos naturais, com elevado valor nutritivo agregado (funcionais) e/ou produzidos de forma orgânica (ITAL, 2010). Em pesquisa de intenção de compra realizada por Peng et al. (2006) no Canadá, os consumidores com idade entre 35 e 54 anos apresentaram o maior potencial para o mercado de lácteos enriquecidos com CLA, principalmente, queijos, manteiga e iogurte. Estes consumidores foram caracterizados como pessoas de meia-idade, preocupadas com a saúde, e conscientes de que o consumo de lácteos convencionais traz benefícios à saúde. Lembrando que esta pesquisa apontou que o preço do produto também foi variável importante para o consumidor na modulação da intenção de compra de lácteos enriquecidos com CLA.

No Canadá, China, Espanha, Itália e EUA, existem empresas ou cooperativas que produzem e comercializam no âmbito de seus países, leite UHT, queijos e manteigas, com a alegação de serem naturalmente enriquecidos com CLA e/ou AG ω -3. Na Argentina, nossa vizinha e membro do MERCOSUL, uma empresa familiar, sob orientação técnica de instituições de pesquisa (INTI Lácteos de Buenos Aires e INTA Balcarce), produz e comercializa desde 2010, diversos tipos de queijos finos naturalmente enriquecidos com CLA e com baixos teores de AG saturados. Também na Argentina, sob orientação técnica do INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), uma das maiores processadoras de leite daquele país, com mais de 360.000.000 de litros de leite processados/ano, recentemente lançou no mercado uma marca de leite UHT integral com gordura naturalmente reduzida em AG aterogênicos (-57,6%, -33,3% e -20,1%, respectivamente, para os ácidos láurico, mirístico e palmítico) e com elevados teores dos ácidos rumênico (0,06 g/100 mL de leite ou > 2,0 g/100 g de AG totais), ω -3 (0,01 g/100 mL de leite) e ω -6 (0,06 g/100 mL de leite), e teores mínimos de 0,39 e 2,32 g/100 g de AG totais dos ácidos α -linolênico e linoleico, respectivamente. Este é a primeira marca de leite naturalmente enriquecido com ácido rumênico comercializada em grande escala na América Latina.

No Brasil, ainda não existe este tipo de iniciativa, mas há um mercado interno emergente nos centros urbanos, ávido por produtos inovadores, e que cresce proporcionalmente com a elevação da renda e do poder de compra da população. Além disto, o advento da internet, o maior nível de escolaridade e, conseqüentemente, o maior acesso a informações sobre alimentação natural e alimentos funcionais, transformaram sobremaneira o consumidor brasileiro. Este se tornou cada vez mais consciente e crítico, preocupado com o impacto da produção sobre o meio ambiente, com o bem estar dos animais e, principalmente, mais exigente em termos de conveniência e praticidade, saudabilidade e bem estar, e confiabilidade e qualidade nutricional dos produtos que ele deseja adquirir e consumir (ITAL, 2010).

Na pesquisa de intenção de compra realizada por Peng et al. (2006) foi relatado que além da necessidade de melhorar a imagem dos lácteos,

informar os consumidores sobre os benefícios para a saúde decorrentes do consumo de lácteos convencionais e daqueles enriquecidos com CLA pode ser determinante para o sucesso na comercialização de produtos enriquecidos com CLA. Neste sentido, a indústria de laticínios desenvolve papel relevante na divulgação de informações sobre saúde e nutrição, por meio da publicidade e rotulagem (STANTON et al., 2013).

Assim, respeitando o ambiente regulatório, a rotulagem informativa e outras formas de comunicação utilizadas para demonstrar atributos especiais dos produtos lácteos contribuem para a credibilidade das marcas, aumentando a confiança, garantindo a preferência dos consumidores, e influenciando nas suas intenções de compra e de consumo (PENG et al., 2006; ITAL, 2010).

Em síntese, as empresas brasileiras do setor de leite e derivados têm a oportunidade de antecipar-se no lançamento de produtos inovadores que devem ser concebidos, desenvolvidos e comercializados à luz destas novas tendências de consumo.

Indicadores de consumo de lácteos no Brasil e no mundo

Segundo Weaver (2013), em 42 países há recomendações oficiais para consumo diário de leite e derivados. As variações nas recomendações por países são decorrentes de diferenças regionais relacionadas à disponibilidade e custo destes alimentos, além do *status* nutricional, padrões e hábitos de consumo da população. Ressalte-se que em 26 destes países, tais recomendações estão associadas a algum tipo de restrição quanto ao consumo de leite integral, sendo indicado consumo de produtos desnatados ou com baixo teor de gordura.

De modo geral, a recomendação é de consumo mínimo de 1 porção de leite por dia na maioria destes países, enquanto outros recomendam até 3 porções/dia, com variações ainda, em função de específicos grupos da população (*e.g.* gestantes, crianças, adolescentes). Conquanto a conceituação e o tamanho das porções sejam diferentes entre países, o consumo médio recomendado de leite pode ser estimado em 500 mL/dia, pro-

jetando consumo anual de 183 L de leite/habitante. Alguns países (*e.g.* Austrália, Argentina, Bélgica, França) incluem específicos derivados lácteos (*e.g.* iogurte, queijos) em suas recomendações (WEAVER, 2013).

No Brasil, não há recomendação para consumo de lácteos, nem mesmo no novo “Guia Alimentar para a População Brasileira” (BRASIL, 2014). A última “Pesquisa de Orçamentos Familiares - 2008/2009” (IBGE, 2011) mostrou que no Brasil os consumos *per capita* médios de leite integral, leite desnatado, leite em pó integral, queijos, iogurtes, laticínios *diet/light* foram, respectivamente, de 34,7; 4,7; 0,3; 6,8; 9,8 e 1,1 g/dia. De modo geral, o consumo de leite desnatado e laticínios com menor teor de gordura foram associados ao aumento de renda da população e representaram menos que 10% da ingestão total de lácteos pelo brasileiro. Os consumos médios *per capita* de leite integral por adolescentes, adultos e idosos foram de 38,6; 31,5 e 45,6 g/dia, respectivamente. Em 2015 projeta-se consumo *per capita* de leite pelo brasileiro da ordem de 184 L/habitante/ano, o que equivale a, aproximadamente, 511 mL/habitante/dia (SIQUEIRA, 2015), sendo semelhante ao consumo médio de 500 mL/habitante/dia relatado por Weaver (2013).

Iniciativas de valorização e promoção do consumo de lácteos no Brasil e no mundo

Com o generalizado aumento da incidência de doenças crônicas e de obesidade na população mundial, o papel da dieta como modificador de fatores de risco torna-se ainda mais relevante e de interesse para a saúde pública (DOIDGE et al., 2012). Também o Brasil vem enfrentando aumento expressivo do sobrepeso e da obesidade em todas as faixas etárias da população, e as doenças crônicas são a principal causa de morte entre adultos. Ademais, o excesso de peso acomete um em cada dois adultos, e uma em cada três crianças brasileiras (BRASIL, 2014).

Doidge et al. (2012) relataram que a ingestão de produtos lácteos no Reino Unido, EUA e Austrália está, atualmente, abaixo da recomendação dietética para muitas classes da população, e há evidências que isto pode estar associado com o aumento no risco de ocorrência de desor-

dens metabólicas crônicas e de doenças cardiovasculares. Esses autores realizaram trabalho na Austrália visando estimar os gastos públicos efetuados para cobertura de despesas com doenças, cuja ocorrência foi atribuída ao baixo consumo de lácteos, quais sejam: obesidade, diabetes tipo 2, isquemia, infarto, hipertensão e osteoporose. O resultado desta pesquisa indicou que no ano fiscal de 2010-2011 foram gastos US\$2.100.000,00 com despesas diretas para o tratamento destas doenças, ou $\sim 1,7\%$ do gasto total da Austrália ($\sim$ US\$116.000.000,00) com despesas diretas de atenção à saúde. Este estudo exemplifica e mostra em números impactantes que mudanças expressivas na saúde da população e na economia de recursos públicos, poderiam ser alcançadas com o simples cumprimento da recomendação dietética de ingestão de lácteos, e estes alimentos poderiam então, ser usados como vetores para redução de despesas gastas com doenças relacionadas à dieta.

Segundo Brasil (2014), os fatores que podem ser obstáculos para a adesão das pessoas às recomendações dietéticas e de alimentação são: informação, oferta, custo, habilidades culinárias, tempo e publicidade.

A informação, com certeza, desempenha papel decisivo nesta questão, devendo ser, portanto, objeto de alvo de iniciativas de valorização da imagem do leite e dos derivados lácteos como importantes alimentos para serem consumidos ao longo de toda a vida, haja vista serem fontes de inúmeros nutrientes indispensáveis para manutenção e promoção da saúde humana, dentre os quais se podem citar os AG bioativos presentes na gordura destes alimentos, aos quais se atribuem efeitos cardioprotetores, conforme apresentado ao longo da presente revisão.

A informação que deve chegar ao consumidor tem que ser clara e objetiva, ressaltando os potenciais benefícios à saúde que podem ser alcançados pela ingestão regular do leite e derivados lácteos, promovendo, desta forma, mudanças na sua percepção acerca da importância nutricional destes alimentos, mas, principalmente, na sua atitude e disposição em consumi-los como parte de uma dieta equilibrada, associada a hábitos saudáveis de vida. Com este objetivo, campanhas de promoção do consumo de lácteos foram implementadas em vários países, por iniciativa

de associações de produtores de leite, de indústrias processadoras, de empresas do setor, e de instituições governamentais. Exemplos de tais campanhas de sucesso são “*Yo tomo*” (2002) e “*Yo tomo, Yo como*” (2010) veiculadas no Chile (ARANCIBIA, 2014); e a campanha do “bigo-de de leite” “*Got Milk?*” (1994), veiculada nos EUA (GODFREY, 2014), com repercussão mundial. Tais campanhas tiveram como protagonistas o leite e os derivados lácteos, evidentemente, mas também celebridades famosas como artistas, desportistas, músicos, jornalistas, cantores, animadores de televisão etc. que, de modo criativo e descontraído, ajudaram a mudar a então percepção das populações daqueles países acerca dos benefícios do consumo dos lácteos para a saúde (ARANCIBIA, 2014; GODFREY, 2014).

A Fepale (Federação Panamericana do Leite) promove, desde 2008 na América do Sul, a Campanha Panamericana de Consumo de Lácteos: *Sí a la leche!* Idealizada no âmbito de um programa da Fepale denominado “*Más leche = Más salud*”, a campanha *Sí a la leche!* objetiva a promoção do consumo de produtos lácteos pela população, com ênfase para crianças e adolescentes, que têm no leite sua principal fonte de nutrientes para adequado crescimento e desenvolvimento. Esta campanha envolve os vários atores da cadeia produtiva do leite (produtores, indústrias, governos e consumidores) dos países latino-americanos, produzindo publicações técnicas com base científica para profissionais e professores da área de saúde, com informações sobre os benefícios do consumo de lácteos; promovendo e apoiando programas sociais de alimentação (*e.g.* alimentação escolar); e realizando atividades de fomento do consumo de produtos lácteos (CORNES, 2014).

Nuvlac – Núcleo de Valorização dos Produtos Lácteos na Alimentação Humana

Com a Missão de “Disseminar e popularizar o conhecimento científico dos benefícios dos lácteos à saúde, por meio de uma rede social atrativa e inovadora” foi criado em julho de 2011 em Juiz de Fora/MG, o Nuvlac (Núcleo de Valorização dos Produtos Lácteos na Alimentação Humana).

O Nuvlac é um núcleo de debates e estudos sobre o leite, que propõe o diálogo através de um canal seguro de informações - avaliadas e checadas por especialistas das mais diversas áreas do saber - e busca facilitar a interação entre as pessoas que consomem os produtos lácteos, médicos, nutricionistas, profissionais de saúde e da área de alimentos, pesquisadores que estudam e conhecem o assunto, e empresas do setor alimentício.



Núcleo para Valorização dos Produtos Lácteos na Alimentação Humana

Institucionalmente, o Nuvlac é um Projeto de Extensão da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), executado em parceria com a Embrapa Gado de Leite e com o Instituto de Laticínios Cândido Tostes da Epamig (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), com o apoio de duas instituições vinculadas à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais, quais sejam, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e o Polo de Excelência do Leite e Derivados.

O ambiente virtual do Nuvlac é um espaço democrático e participativo para a construção de saberes por meio de diversas ferramentas que possibilitam o diálogo. São utilizados desde recursos e ferramentas *web* até a divulgação em congressos, trabalhos e apresentações *on-line*. O Nuvlac avalia, seleciona e organiza as informações disponíveis na atualidade sobre o tema “leite” e promove a interação e compartilhamento do conhecimento com toda a sociedade.

O objetivo é a circulação do conhecimento científico de forma compreensível, sem dar margem a dúvidas ou interpretações equivocadas. Além disso, a dinâmica do ambiente virtual e o comprometimento técnico do Nuvlac possibilitam o contato direto com a informação, sem o apelo comercial que pode, muitas vezes, impactar a credibilidade de outras fontes de consulta ou divulgação.

No Nuvlac os interessados em temas sobre o leite e seus derivados propõem questões para debate, obtêm notícias, sugerem artigos técnico-científicos e podem participar de seminários *on-line*, além de terem acesso a uma biblioteca *on-line* para os assuntos já consolidados. O conjunto de usuários, das mais diversas áreas do conhecimento, contribui para a construção de uma rede crescente de contatos, que são imprescindíveis para todos os interessados no universo de informações e possibilidades a respeito do assunto “leite”.

Atualmente, a rede social do Nuvlac (www.nuvlac.com.br) possui 786 membros de 105 países e de 910 cidades brasileiras, com taxa média de crescimento de 83% ao ano. Desde sua criação, em 16 de julho de 2011, a rede social do Nuvlac foi acessada 19.962 vezes, com 42.104 páginas visualizadas.

Considerações finais

Em junho do ano passado, o título da matéria de capa da famosa revista norte-americana *Time* foi “*Eat Butter*” que, traduzindo para o português seria “Coma Manteiga”. Assim, em tempos em que a imagem de vilã da gordura do leite já começa a ser questionada pelas novas evidências científicas, um arco-íris surge no horizonte e, ao invés de revelar um pote de ouro, embaixo dele há um copo de leite e uma cesta de derivados lácteos à espera daqueles que estão em busca de alimentos saborosos, saudáveis, nutritivos e funcionais.

E em tempos em que a produção de cerveja artesanal no Brasil nos brinda com uma profusão de tipos e sabores, devemos refletir o quanto também é artesanal a produção de leite, onde se percebe o zelo do produtor

em todas as inúmeras e exaustivas etapas da produção deste inigualável e essencial alimento: o leite integral.

Portanto, um brinde ao leite!



Núcleo para **Valorização** dos
Produtos Lácteos na Alimentação
Humana

- Debater idéias e aproximar instituições
- Reunir conhecimento científico
- Construir uma biblioteca virtual
- Organizar e disponibilizar as informações através de uma Rede Social

PARTICIPE!

WWW.NUVLAC.COM.BR

Agradecimentos

À Embrapa, Fapemig, CNPq e Capes, financiadores dos diversos projetos componentes da linha de pesquisa e de bolsas de estudo para estudantes de graduação e pós-graduação.

Aos estagiários/bolsistas e aos Assistentes do Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite Ernando Ferreira Motta e Hernani Guilherme Barbosa Filho, responsáveis pelas análises de perfil de ácidos graxos de lácteos e alimentos.

Referencias

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p. 260-258, 2008.

AGUIAR, S. C.; COTTICAB, S. M.; BOEINGB, J. S. et al. Effect of feeding phenolic compounds from propolis extracts to dairy cows on milk production, milk fatty acid composition, and the antioxidant capacity of milk. **Animal Feed Science and Technology**, v. 193, p. 148-154, 2014.

ALMEIDA, M. M.; BRANDAO, H. M.; GAMA, M. A. S. et al. Produção de manteigas naturalmente enriquecidas com CLA *cis*-9 *trans*-11 como fonte de matéria prima para formulações cosméticas nanoestruturadas. In: CASTRO, C.R.T. (Ed.). **Coletânea dos Anais dos Workshops de Iniciação Científica da Embrapa Gado de Leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2014a. 472 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 174).

ALMEIDA, M. M.; LUQUETTI, S. C. D.; SABARENSE, C. M. et al. Butter naturally enriched in *cis*-9, *trans*-11 CLA prevents hyperinsulinemia and increases both serum HDL cholesterol and triacylglycerol levels in rats. **Lipids in Health and Disease**, v. 13, 2014b. 200 (DOI:10.1186/1476-511X-13-200).

ARANCIBIA, C. Evolución del consumo de produtos lácteos em Chile. In: CORNES, R. (Ed.). **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 255-261.

ARVIDSSON, K.; GUSTAVSSON, A. M.; FIEVEZ, V. et al. The effect of N fertilization rate or inclusion of red clover to timothy leys on fatty acid composition in milk of dairy cows fed a commercial silage:concentrate ratio. **Animal**, v. 6, p. 1178-1186, 2012.

ARVIDSSON, K.; GUSTAVSSON, A. M.; MARTINSSON, K. et al. Effects of conservation method on fatty acid composition of silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, p. 241-252, 2009.

BAER, R. J.; RYALI, J.; SCHINGOETHE, D. J. et al. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 345-353, 2001.

BARENDSE, W. Should animal fats be back on the table? A critical re-

view of the human health effects of animal fat. **Animal Production Science**, v. 54, p. 831-855, 2014.

BARGO, F.; DELAHOY, J. E.; SCHROEDER, G. F. et al. Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 125, p. 17-31, 2006.

BARROS, P. A. V.; LOPES, F. C. F.; GLORIA, M. B. A. et al. Qualidade nutricional e estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas alimentadas com cana-de-açúcar suplementada com óleo de girassol. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1545-1553, 2013.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 15-29, 2001.

BENBROOK, C. M.; BUTLER, G.; LATIF, M. A. et al. Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: a United States - wide, 18-month study. **Plos One**, v. 8, 2013 (DOI: 10.1371/journal.pone.0082429).

BENCHAAAR, C.; McALLISTER, T. A.; PETIT, H. et al. Whole flax seed and flax oil supplementation of dairy cows fed high-forage or high-concentrate diets: Effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, protozoal populations and milk fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, v. 198, p. 117-129, 2014.

BENJAMIN, S.; SPENER, F. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. **Nutrition & Metabolism**, v. 6, p. 36-48, 2009.

BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. C. E.; AGUILA, M. B. et al. Abordagem multidisciplinar de P,D&I para o desenvolvimento de produto lácteo caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 98-106, 2011 (supl. especial).

BORREANI, G.; COPPS, M.; REVELLO-CHION, A. et al. Effect of different feeding strategies in intensive dairy farming systems on milk fatty acid profiles, and implications on feeding costs in Italy. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 1-16, 2013.

BOUFAÏED, H.; CHOUINARD, P. Y.; TREMBLAY, G. F. et al. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, p. 501-511, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BUCCIONI, A.; DECANDIAB, M.; MINIERI, S. et al. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, p. 1-25, 2012.

BUTLER, G.; STERGIADIS, S.; SEAL, C. et al. Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 24-36, 2011.

CAVALIERI, F. B.; SANTOS, G. T.; MATSUSHITA, M. et al. Milk production and milk composition of dairy cows fed Lac100® or whole flaxseed. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 85, p. 413-416, 2005.

CHILLIARD, Y.; MARTIN, C.; ROUEL, J. et al. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5199-5211, 2009.

CHOUINARD, P. Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G. J. Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 334-342, 1997.

COLLOMB, M.; SCHMID, A.; SIEBER, R. et al. Conjugated linoleic acids

in milk fat: variation and physiological effects. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 1347-1361, 2006.

COPPA, M.; FERLAY, A.; CHASSAING, C. et al. Prediction of bulk milk tank composition based on farming practices collected through on-farm surveys. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 4197-4211, 2013.

CORNES, R. Campaña pan-americana de consumo de lácteos *Sí a la leche!*. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 275-280.

COSTA, D. A.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. et al. Produção e composição do leite de vacas submetidas à dieta contendo diferentes níveis de caroço de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 2001-2011, 2011.

DEWHURST, R. J.; SHINGFIELD, K. J.; LEE, M. R. F. et al. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 168–206, 2006.

DHIMAN, T. R.; HELMINK, E. D.; MCMAHON D. J. et al. Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 412-419, 1999.

DHIMAN, T. R.; NAM, S.; URE, A. L. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. **Critical Review Food Science Nutrition**, v. 45, p. 463-482, 2005.

DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D.; PARIZA, M. W. et al. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1016-1027, 2000.

DIAS, K. M. **Perfil de ácidos graxos em pastos de capim elefante Pioneiro submetidos a alturas de pastejo e severidade de desfolhação**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2012.

DOIDGE, J. C.; SEGAL, L.; GOSPODAREVSKAYA, E. Attributable risk analysis reveals potential healthcare savings from increased consumption of dairy products. **Journal of Nutrition**, v. 142, p. 1772-1780, 2012.

DONANGELO, C. M. Importancia del consumo de lácteos durante el embarazo y la lactancia. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 115-123.

EBINA, M.; OKUMURA, K.; MATSU-URA, H. et al. Characterization of chilling sensitivity of tropical and temperate grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Winnipeg: IGC, 1997. Disponível em: <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/1997/1-04-039.pdf> (Acesso: 19/05/15).

ELGERSMA, A.; MAUDET, P.; WITKOWSKA I. M. et al. Effects of Nitrogen fertilisation and regrowth period on fatty acid concentrations in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Annual Applied Biology**, v. 147, p. 145-152, 2005.

ELGERSMA, A.; TAMMINGA, S.; ELLEN, G. Modifying milk composition through forage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 207-225, 2006.

ELWOOD, P. C.; PICKERING, J. E.; GIVENS, D. I. et al. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence. **Lipids**, v. 45, p. 925-939, 2010.

ERICSON, U.; HELLSTRAND, S.; BRUNKWALL, L. et al. Food sources of fat may clarify the inconsistent role of dietary fat intake for incidence of type 2 diabetes. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 101, p. 1065-1080, 2015.

ESKILDSEN, C. E.; RASMUSSEN, M. A.; ENGELSEN, S. B. et al. Quantification of individual fatty acids in bovine milk by infrared spectroscopy and chemometrics: understanding predictions of highly collinear refer-

ence variables. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 7940-7951, 2014.

EVERSHED, R. P.; PAYNE, S.; SHERRATT, A. G. et al. Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding. **Nature**, v. 455, p. 528–531, 2008.

FANTI, M. G. N.; ALMEIDA, K. E.; RODRIGUES, A. M. et al. Contribuição ao estudo das características físico-químicas e da fração lipídica do leite orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, Supl., p. 259-265, 2008.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Fats and fatty acids in human nutrition**. Report of an expert consultation. Roma: FAO, 2010. 166 p. (FAO. FAO Food and Nutrition Paper, 91).

FARIA, M. M. S. **Torta de dendê oriunda da produção de biodiesel em suplementos para vacas lactantes a pasto: qualidade do leite e do queijo fresco**. 2012. 83 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal nos Trópicos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

FERLAY, A.; AGABRIEL, C.; SIBRA, C. Tanker milk variability in fatty acids according to farm feeding and husbandry practices in a French semi-mountain area. **Dairy Science and Technology**, v. 88, p. 193-215, 2008.

FERLAY, A.; GLASSER, F.; MARTIN, B. et al. Effects of feeding factors and breed on cow milk fatty acid composition: recent data. **Bulletin UASVM, Veterinary Medicine**, v. 68, p. 137-145, 2011.

FERLAY, A.; MARTIN, B.; LERCH, S. et al. Effects of supplementation of maize silage diets with extruded linseed, vitamin E and plant extracts rich in polyphenols, and morning v. evening milking on milk fatty acid profiles in Holstein and Montbeliárde cows. **Animal**, v. 4, p. 627-640, 2010.

FERNANDES, S. A. A.; MATTOS, W. R. S.; MATARAZZO, S. V. et al.

Perfil de ácidos graxos em alimentos de clima tropical utilizados nas dietas para ruminantes. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, p. 19-27, 2007.

FERRAND-CALMELS, M.; PALHIÈRE, I.; BROCHARD, M. et al. Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe, and goat milk by mid-infrared spectrometry. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 17-35, 2014.

FOCAN, M.; MIGNOLET, E.; MARIQUE, M. et al. The effect of vitamin E supplementation of cows diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1095-1101, 1997.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 340 p.

FONTECHA, J.; JUÁREZ, M. Grasas lácteas. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 93-98.

GAGLIOSTRO, G. Producción de leche com alto contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) - La experiencia argentina. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 10., 2011, Maceió. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. p. 229-250.

GAMA, M. A. S.; LOPES, F. C. F.; RIGUEIRA, J. C. S. et al. Perfil de ácidos grasos y estabilidad oxidativa de mantecas elaboradas con leche de vacas que reciben dietas con aceite de soja. **Tecnología Láctea Latinoamericana**, v. 54, p. 56-57, 2008.

GAMA, M. A. S.; LOPES, F. C. F.; VERCESI FILHO, A. E. et al. Variação individual nas relações produto:substrato da enzima esteroil-CoA desaturase (SCD) e nos teores dos ácidos rumênico (CLA *cis*-9 *trans*-11) e oleico no leite de vacas Gir e Guzerá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10., 2013, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBMA, 2013.

GAMA, M. A. S.; RAPOSO, N. R. B.; MURY, F. B. et al. Conjugated linoleic acid-enriched butter improved memory and up-regulated phospholipase A2 encoding-genes in rat brain tissue. **Journal of Neural Transmission**, 2015 (DOI: 10.1007/s00702-015-1401-9).

GAYET-BOYER, C.; TENENHAUS-AZIZA, F.; PRUNET, C. et al. Is there a linear relationship between the dose of ruminant trans-fatty acids and cardiovascular risk markers in healthy subjects: results from a systematic review and meta-regression of randomised clinical trials. **British Journal of Nutrition**, v. 112, p. 1914-1922, 2014.

GERMAN, J. B.; GIBSON, R. A.; KRAUSS, R. M. et al. A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk. **European Journal of Nutrition**, v. 48, p. 191-203, 2009.

GIANNI, D. E. Composición física y química de la leche. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 23-45.

GION, A.; LARROQUE, H.; BROCHARD, M. et al. Genetic parameter estimation for milk fatty acids in three french dairy cattle breeds. **Interbull Bulletin**, v. 44, p. 185-189, 2011.

GLASSER, F.; DOREAU, M.; MAXIN, G. et al. Fat and fatty acid content and composition of forages: A meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 185, p. 19-34, 2013.

GLASSER, F.; FERLAY, A.; CHILLIARD, Y. Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4687-4703, 2008.

GODFREY, V. Campaña de promoción de consumo de leche "*Got milk*". Estados Unidos. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 263-270.

GRIINARI, J. M.; DWYER, D. A.; MCGUIRE M. A. et al. *Trans*-octadec-

enoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1251-1261, 1998.

HAVEMOSE, M. S.; WEISBJERG, M. R.; BREDIE, W. L. P. et al. Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 563-570, 2004.

HAVEMOSE, M. S.; WEISBJERG, M. R.; BREDIE, W. L. P. et al. Oxidative stability of milk influenced by fatty acids, antioxidants, and cooper derived from feed. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1970-1980, 2006.

HELLGREN, L. I. Phytanic acid - an overlooked bioactive fatty acid in dairy fat? **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1190, p. 42-49, 2010.

HEMME, T.; OTTE, J. **Status of and prospects for smallholder milk production** - a global perspective. Rome: FAO, 2010. 180 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento, 2011. 150 p.

ITAL. **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173 p.

JAUDSZUS, A.; KRAMER, R.; PFEUFFER, M. et al. *trans* Palmitoleic acid arises endogenously from dietary vaccenic acid. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 99, p. 431-435, 2014.

JENSEN, R. G. Invited review: the composition of bovine milk lipids. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 295-350, 2002.

KELSEY, J. A.; CORL, B. A.; COLLIER, R. J. et al. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2588-2597, 2003.

KEYS, A. Mediterranean diet and public health: personal reflections. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, suppl., p. 1321S-1323S, 1995.

KHAN, N. A.; CONEA, J. W.; FIEVEZ, V. et al. Causes of variation in fatty acid content and composition in grass and maize silages. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, p. 36-45, 2012.

KRATZ, M.; BAARS, T.; GUYENET, S. The relationship between high-fat dairy consumption and obesity, cardiovascular, and metabolic disease. **European Journal of Nutrition**, v. 52, p. 1-24, 2013.

LACORTE, G. A.; MACHADO, M. A.; MARTINEZ, M. L. et al. DGAT1 K232A polymorphism in Brazilian cattle breeds. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, p. 475-482, 2006.

LAWLESS, F.; STANTONA, C.; L'ESCOPE, P. et al. Influence of breed on bovine milk *cis*-9, *trans*-11-conjugated linoleic acid content. **Livestock Production Science**, v. 62, p. 43-49, 1999.

LEIBER, F.; KREUZER, M.; NIGG, D. et al. A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows' milk of alpine origin. **Lipids**, v. 40, p. 191-202, 2005.

LIMA, F. H. S. **Tortas de oleaginosas oriundas da produção de biodiesel em substituição ao farelo de soja na alimentação de vacas em lactação em pastejo**. 2011. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. Separating milk fats from fiction. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v. 23, p. 19-36, 2011.

LOFTEN, J. R.; LINN, J. G.; DRACKLEY, J. K. et al. Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 4661-4674, 2014.

LOPES, F. C. F.; BARROS, P. A. V.; BRUSCHI, J. H. et al. Perfil de ácidos graxos no leite de vacas Holandês em pastagens tropicais suplementadas com dois níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 518-521, 2011a.

LOPES, F. C. F.; GAMA, M. A. S.; RIBEIRO, C. G. S. et al. Produção de leite com alto teor de CLA – Experiência brasileira. In: PEREIRA, L. G. R.; NOBRE, M. M. et al. (Org.). **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para sustentabilidade da bovinocultura leiteira**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2011b. p. 251-296.

LOPES, F. C. F.; RIBEIRO, C. G. S.; ANTONIASSI, R. et al. Effect of milking time on milk fat acid profile of cows fed tropical forage-based diets supplemented with soybean oil. In: WORLD BUIATRICS CONGRESS, 26., 2010, Santiago. **Proceedings...** Santiago, 2010.

LOPES, M. A.; LAGE, L. A.; LOPES, F. C. F. et al. Economic viability of feeding dairy cows on diets containing different levels of soybean oil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 2085-2091, 2012.

LOPES, M. A.; LOPES, F. C. F.; LAGE, L. A. et al. Viabilidade econômica da inclusão de óleo de girassol em dieta à base de cana-de-açúcar para vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 853-860, 2014.

LUBARY, M.; HOFLAND, G. W.; ter HORST, J. P. The potential of milk fat for the synthesis of valuable derivatives. **European Food Research and Technology**, v. 232, p. 1-8, 2011.

MACEDO, F. L. **Doses de concentrado com ou sem gordura inerte na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

MARTINS, S. C. S. G. **Cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos em dietas para vacas mestiças em lactação**. 2013. 152 f. Tese (Dou-

torado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

MARTINS, S. C. S. G.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CALDEIRA, L. A. et al. Rendimento, composição e análise sensorial do queijo minas frescal fabricado com leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 993-1003, 2012.

MASÍS, P. S. Leche y productos lácteos en la dieta de personas adultas mayores. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 133-142.

MAURICE-VAN EIJNDHOVEN, M. H. T.; BOVENHUIS, H.; SOYEURT, H. et al. Differences in milk fat composition predicted by mid-infrared spectrometry among dairy cattle breeds in the Netherlands. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 2570-2582, 2013a.

MAURICE-VAN EIJNDHOVEN, M. H. T.; HIEMSTRA, S. J.; CALUS, M. P. L. Short communication: milk fat composition of 4 cattle breeds in the Netherlands. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 1021-1025, 2011.

MAURICE-VAN EIJNDHOVEN, M. H. T.; SOYEURT, H.; DEHARENG, F. et al. Validation of fatty acid predictions in milk using mid-infrared spectrometry across cattle breeds. **Animal**, v. 7, p. 348-354, 2013b.

MEDEIROS, S. R.; OLIVEIRA, D. E.; AROEIRA, L. J. M. et al. Effects of dietary supplementation of rumen-protected conjugated linoleic acid to grazing cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 1126-1137, 2010.

MEDHAMMAR, E.; WIJESINHA-BETTONI, R.; STADLMAYR, B. et al. Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: a biodiversity perspective. **Journal Science and Food Agriculture**, v. 92,

p. 445-474, 2012.

MELE, M.; CONTE, G.; CASTIGLIONE, B. et al. Stearoyl-coenzyme A desaturase gene polymorphism and milk fatty acid composition in Italian Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 4458-4465, 2007.

MENESES, M. A.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R. et al. Composição em ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com glicerina de baixa pureza. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 971-984, 2015.

MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L.; KESTER, A. D. M. et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials1–3. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, p. 1146-1155, 2003.

MOHAMMED, R.; STANTON, C. S.; KENNELLY, J. J. et al. Grazing cows are more efficient than zero-grazed and grass silage-fed cows in milk rumenic acid production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 3874-3893, 2009.

MOURTHÉ, M. H. F.; REIS, R. B.; GAMA, M. A. S. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-Marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** (No prelo).

MOZAFFARIAN, D. The great fat debate: taking the focus of saturated fat. **Journal of American Dietetic Association**, v. 111, p. 665-666, 2011.

MOZAFFARIAN, D.; ARO, A.; WILLETT, W. C. Health effects of *trans*-fatty acids: experimental and observational evidence. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, p. S5-S21, 2009.

MOZAFFARIAN, D.; CAO, H.; KING, I. B. et al. *Trans*-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in u.s. adults a cohort

study. **Annals of Internal Medicine**, v. 153, p. 790-799, 2010.

MOZAFFARIAN, D.; OTTO, M. C. O.; LEMAITRE, R. N. et al. *trans*-Palmitoleic acid, other dairy fat biomarkers, and incident diabetes: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 97, p. 854-861, 2013.

MULVANY, L. Cresce demanda por leite orgânico nos EUA. **Valor Econômico**, 19/02/2015. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/3915370/cresce-demanda-por-leite-organico-nos-eua>. Acesso em 16/05/2015.

NEVES, C. A.; SANTOS, G. T. D.; MATSUSHITA, M. et al. Intake, digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 134, p. 32-44, 2007.

NEVES, C. A.; SANTOS, W. B. R.; SANTOS, G. T. et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 154, p. 83-92, 2009.

O'KELLY, J. C.; REICH, H. P. The fatty-acid composition of tropical pastures. **Journal of Agricultural Science**, v. 86, p. 427-429, 1976.

OLIVARES-PALMA, S. M.; LOPES, F. C. F.; MEALE, S. J. et al. In vitro fermentation, digestion kinetics and methane production of oilseed press cakes from biodiesel production. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 26, p. 1102-1110, 2013.

OLIVEIRA, M. A.; REIS, R. B.; LADEIRA, M. M. et al. Fatty acids profile of milk from cows fed different maize silage levels and extruded soybeans. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 192-203, 2012.

OLIVEIRA, M. A.; REIS, R. B.; LADEIRA, M. M. et al. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes pro-

porções de forragem e teores de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 759-766, 2007.

OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do leite e muçarela de búfalas alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 736-744, 2009.

PAGANO, R. I.; VALENTI, B.; DE ANGELIS, A. et al. Morning *versus* afternoon cutting time of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) affects feed intake, milk yield and composition in Girgentana goats. **Journal of Dairy Research**, v. 78, p. 500-504, 2011.

PALLADINO, R. A.; O'DONOVAN, M.; KENNEDY, E. Fatty acid composition and nutritive value of twelve cultivars of perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 64, p. 219-226, 2009a.

PALLADINO, R. A.; O'DONOVAN, M.; MURPHY, J. J. et al. Fatty acid intake and milk fatty acid composition of Holstein dairy cows under different grazing strategies: Herbage mass and daily herbage allowance. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5212-5223, 2009b.

PALMQUIST, D. L. Great discoveries of milk for a healthy diet and a healthy life. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 465-477, 2010 (supl. especial).

PARODI, P. W. Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? **International Dairy Journal**, v. 19, p. 345-361, 2009.

PASCHOAL, J. J.; ZANETTI, M. A.; DEL CLARO, G. R. et al. Perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa do leite de vacas holandesas alimentadas com soja extrusada e selênio orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1793-1799, 2007.

PENEDO, L. A.; NUNES, J. C.; GAMA, M. A. S. et al. Intake of butter

naturally enriched with *cis*9,*trans*11 conjugated linoleic acid reduces systemic inflammatory mediators in healthy young adults. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 24, p. 2144-2151, 2013.

PENG, Y.; WEST, G. E.; WANG, C. Consumer attitudes and acceptance of CLA-enriched dairy products. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v. 54, p. 663-684, 2006.

PENNA, A. L. B. O leite: importância biológica, industrial e comercial. Fisiologia da produção de leite – composição, propriedades físico-químicas, análises. In: OLIVEIRA, M. M (Ed.). **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu Editora, 2009. p. 21-84.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 387-394, 2011.

PEREZ, J. B.; SOUZA, R. S. C.; ANTONIASSI, R. et al. Perfil de ácidos graxos em cultivares de capim elefante utilizados na alimentação de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., 2010, Águas de Lindoia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

PETERSON, D. G.; KELSEY, J. A.; BAUMAN D. E. et al. Analysis of variation in *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2164–2172, 2002.

PRANDINI, A.; SIGOLO, S.; PIVA, G. Conjugated linoleic acid (CLA) and fatty acid composition of milk, curd and Grana Padano cheese in conventional and organic farming systems. **Journal of Dairy Research**, v. 76, p. 278-282, 2009.

PRECHT, D.; MOLKENTIN, J. *Trans* fatty acids: Implications for health, analytical methods, incidence in edible fats and intake (A review). **Die Nahrung**, v. 39, p. 343-374, 1995.

PRIMAVESI, O.; GODOY, R.; SOUZA, F. H. D. **Avaliação de genótipos e recomendação de cultivares de aveia forrageira, na região Sudeste, para o ano de 2007**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 4 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 67).

RAMÍREZ, C. B. La importancia del consumo de lácteos en la infancia y adolescencia. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 125-131.

RIBEIRO, C.G.S. **Níveis crescentes de óleo de soja em dietas à base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) picado para vacas mestiças. Parâmetros da fermentação e cinética ruminal, composição e perfil de ácidos graxos do leite**. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RIBEIRO, C. G. S. **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com capim-elefante suplementado com óleo de girassol**. 2013. 192 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

RIBEIRO, C. G. S.; LOPES, F. C. F.; GAMA, M. A. S. et al. Desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos do leite de vacas que receberam níveis crescentes de óleo de girassol em dietas à base de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1513-1521, 2014.

RICE, B. H.; QUANN, E. E.; MILLER, G. D. Meeting and exceeding dairy recommendations: effects of dairy consumption on nutrient intakes and risk of chronic disease. **Nutrition Reviews**, v. 71, p. 209-223, 2013.

RODA, G.; FIALÀ, S.; VITTORINI, M. et al. Fatty acid composition and fat content in milk from cows grazing in the Alpine region. **European Food Research and Technology**, 2015 (DOI 10.1007/s00217-015-2473-3).

SALTER, A. M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, v. 7, p. 163-171, 2013.

SANTANA JÚNIOR, H. A. **Glicerina bruta no suplemento de vacas lactantes primíparas mantidas em pastagem tropical irrigada**. 2013. 120 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

SANTOS, G. T.; LIMA, L. S.; SCHOGOR, A. L. B. et al. Citrus pulp as a dietary source of antioxidants for lactating holstein cows fed highly polyunsaturated fatty acid diets. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 27, p. 1104-1113, 2014a.

SANTOS, G. T.; SCHOGOR, A. L. B.; ROMERO, J. V. et al. Production, composition, fatty acids profile and stability of milk and blood composition of dairy cows fed high polyunsaturated fatty acids diets and sticky coffee hull. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 57, p. 493-503, 2014b.

SANTOS, N. W.; SANTOS, G. T.; SILVA-KAZAMA, D. C. et al. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, v. 159, p. 37-45, 2014c.

SANTOS, W. B. R. **Qualidade do leite de vacas sob pastejo, suplementadas com concentrados contendo grãos de girassol processados física ou quimicamente**. 2010. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

SANTOS, W. B. R.; SANTOS, G. T. D.; DA SILVA-KAZAMA, D. C. et al. Production performance and milk composition of grazing dairy cows fed pelleted or non-pelleted concentrates treated with or without lignosulfonate and containing ground sunflower seeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 169, p. 167-175, 2011.

SCHENNINK, A.; HECK, J. M. L.; BOVENHUIS, H. et al. Milk fatty acid unsaturation: Genetic parameters and effects of stearoyl-CoA desaturase (SCD1) and acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1). **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 2135-2143, 2008.

SCHROEDER, G. F.; GAGLIOSTROB, G. A.; BARGO, F. et al. Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. **Livestock Production Science**, v. 86, p. 1-18, 2004.

SCHWEITZER, C.; KAPPELHOF, E. B. Los lácteos y las enfermedades cardiovasculares. Uma mirada a la evidencia actual. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 215-222.

SCHWENDEL, B. H.; MOREL, P. C. H.; WESTER J. T. et al. Fatty acid profile differs between organic and conventionally produced cow milk independent of season or milking time. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1411-1425, 2015.

SHIELDS, S. L.; REZAMAND, P.; SEVIER, D. L. et al. Effects of increased milking frequency for the first 21 days post partum on selected measures of mammary gland health, milk yield and milk composition. **Journal of Dairy Research**, v. 78, p. 301-307, 2011.

SHINGFIELD, K. J.; BERNARD, L.; LEROUX, C. et al. Role of *trans* fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, p. 1140-1166, 2010.

SHINGFIELD, K. J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v. 7, p. 132-162, 2013.

SHINGFIELD, K. J.; CHILLIARD, Y.; TOIVONEN, V. et al. *Trans* fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. In: BŐSZE, Z. (Ed.), **Bioactive Components of Milk – Advances in Experimental Medicine and Biology**. New York: Springer, 2008. p. 3-65.

SHINGFIELD, K. J.; WALLACE, R. J. Synthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. In: SELS, B.; PHILIPPAERTS, A. (Ed.) **Conjugated linoleic acids and conjugated vegetable oils**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2014. p. 1-64.

SILVA, D. C.; SANTOS, G. T.; BRANCO, A. F. et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 2928-2936, 2007.

SILVA-KAZAMA, D. C.; SANTOS, G. T. S.; MATUMOTO, P. T. et al. Effect of storage on fatty acid profile of butter from cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2297-2303, 2010.

SIQUEIRA, K. B. O mercado consumidor de lácteos no Brasil. **Leite & Derivados**, n. 154, p. 36-41, 2015.

SOGLIA, S. L. O.; ABREU, L. R. Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas alimentadas com caroço de algodão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 58, p. 220-223, 2003.

SOUZA, J. **Fontes de gordura alteram o desempenho e metabolismo de vacas mantidas em pastagens tropicais**. 2014. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2014.

SOUZA, S. M. **Desempenho e perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de girassol em dietas à base de cana-de-açúcar**. 2011. 87 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SOYEURT, H. F.; DEHARENG, P.; MAYERES, C. et al. Variation of Δ^9 -desaturase activity in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 3211-3224, 2008.

STANTON, C.; MCMAHON, D.; MILLS, S. Dairy components, products and human health. In: MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. (Ed.). **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. p. 207-242.

SUKSOMBAT, W.; MEEPROM, C.; MIRATTANAPHRAI, R. Milk production, milk composition, live weight change and milk fatty acid composition in lactating dairy cows in response to whole linseed supplementation. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 26, p. 1111-1118, 2013.

TANTIA, M. S.; VIJH, R. K.; MISHRA, B. P. et al. DGAT1 and ABCG2 polymorphism in Indian cattle (*Bos indicus*) and buffalo (*Bubalus bubalis*) breeds. **BMC Veterinary Research**, v. 2, p. 1-5, 2006.

TOYES-VARGAS, E. A.; MURILLO-AMADOR, B.; ESPINOZA-VILLAVICENCIO, J. L. et al. Composición química y precursores de ácidos vacénico y ruménico en especies forrajeras en Baja California Sur, México. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 4, p. 373-386, 2013.

TURPEINEN, A. M.; MUTANEN, M.; ARO, A. et al. Bioconversion of vacenic acid to conjugated linoleic acid in Humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 504-510, 2002.

USDA/USDHHS - U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE/U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Dietary Guidelines for Americans 2010**. 7. ed. Washington: U.S. Government Printing Office, 2010. 95 p.

VALENZUELA, R.; VALENZUELA, A. Valor nutricional de la grasa láctea. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 99-104.

VAN VALENBERG, H. J. F.; HETTINGA, K. A.; DIJKSTRA, J. et al. Concentrations of n-3 and n-6 fatty acids in Dutch bovine milk fat and their

contribution to human dietary intake. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 4173-4181, 2013.

VAN WIJLEN, R. P. J.; COLOMBANI, P. C. Grass-based ruminant production methods and human bioconversion of vaccenic acid with estimations of maximal dietary intake of conjugated linoleic acids. **International Dairy Journal**, v. 20, p. 433-448, 2010.

VAZIRIGOHAR, M.; DEGHAN-BANADAKY, M.; REZAYAZDI, K. et al. Fat source and dietary forage-to-concentrate ratio influences milk fatty-acid composition in lactating cows. **Animal**, v. 8, p. 163-174, 2014.

VISIOLI, F.; STRATA, A. Milk, dairy products, and their functional effects in humans: a narrative review of recent evidence. **Advanced Nutrition**, v. 5, p. 131-143, 2014.

WANG, T.; OHA, J. J.; LIM, J. N. et al. Effects of lactation stage and individual performance on milk *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acids content in dairy cows. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 26, p. 189-194, 2013.

WEAVER, C.; WIJESINHA-BETTONI, R.; MCMAHON, D. Milk and dairy products as part of the diet. In: MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. (Ed.). **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. p. 103-206.

WERNER, L. B.; HELLGREN, L. I.; RAFF, M. et al. Effects of butter from mountain-pasture grazing cows on risk markers of the metabolic syndrome compared with conventional Danish butter: a randomized controlled study. **Lipids in Health and Disease**, 2013. v. 12: 99 (DOI:10.1186/1476-511X-12-99).

WIJESINHA-BETTONI, R.; BURLINGAME, B. Milk and dairy product composition. In: MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. (Ed.). **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. p. 41-102.

WITKOWSKA, I. M.; WEVER, C.; GORT, G. et al. Effects of nitrogen rate and regrowth interval on perennial ryegrass fatty acid content during the growing season. **Agronomy Journal**, v. 100, p. 1371-1379, 2008.

YASHODHARA, B. M.; UMAKANTH, S.; PAPPACHAN, J. M. et al. Omega-3 fatty acids: a comprehensive review of their role in health and disease. **Postgraduate Medical Journal**, v. 85, p. 84-90, 2009.

YASSIR, M. A.; ARIFAT, A. K; YAAKUB, A. et al. Comparison of conjugated linoleic acid and other fatty acid content of milk fat of Mafriwal and Jersey cows. **Journal Animal Veterinary Advances**, v. 9, p. 1318-1323, 2010.

ZHAOA, X.; WANGA, J.; YANGB, Y. et al. Effects of different fat mixtures on milk fatty acid composition and oxidative stability of milk fat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 185, p. 35-42, 2013.

Anexo 1. Produção (kg/vaca/dia), composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas confinadas, recebendo dietas baseadas em forrageiras tropicais suplementadas ou não com fontes lipídicas.

Produção/composição	Forrageiras frescas suplementadas com fontes lipídicas									
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(10)	(11)	(12)
Produção de leite	18,7	18,2	18,2	13,2	12,8	14,4	13,9	14,9	14,4	14,9
Gordura (%)	3,11	2,99	2,84	3,49	3,51	3,56	3,65	3,51	3,56	3,59
Proteína (%)	3,25	3,30	3,46	2,78	2,84	2,88	2,74	2,73	2,74	2,72
Lactose (%)	4,45	4,45	4,37	4,35	4,24	4,36	4,48	4,32	4,27	4,29
Sólidos totais (%)	NI ¹	NI	NI	10,63	10,58	10,80	10,87	11,51	11,51	11,52
N ureico (mg/dL)	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	2,56	1,99	1,53	1,44	1,24	1,50	1,30	1,53	1,25	1,09
C14:0	9,89	8,12	7,09	6,91	6,25	7,16	6,27	7,59	6,44	5,84
C16:0	25,26	22,89	20,99	19,66	21,81	18,76	20,89	24,70	22,17	19,83
ΣC12:0+C14:0+C16:0	37,71	33,00	29,61	28,01	29,30	27,42	28,46	33,82	29,86	26,76
C18:0	9,12	9,42	9,94	16,28	14,25	14,80	13,04	14,58	15,70	16,64
C18:1 <i>trans</i> -11	4,24	6,44	9,35	3,38	5,45	4,48	7,97	3,11	4,39	5,73
C18:1 <i>cis</i> -9	21,83	23,14	22,64	28,65	26,83	29,10	25,21	24,81	26,72	27,08
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	2,40	2,42	2,40	0,99	1,15	0,99	1,28	1,65	1,68	1,55
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,29	0,26	0,23	0,09	0,09	0,09	0,10	0,17	0,16	0,14
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	2,47	3,74	4,59	1,30	2,15	1,88	3,24	1,22	1,61	2,13
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,01	0,03	0,03	0,019	0,026	0,019	0,029	0,015	0,018	0,021
Produção/composição	Forrageiras conservadas suplementadas com fontes lipídicas						Forrageiras sem suplementação com fontes lipídicas			
	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(1)	(9)	(13)	
Produção de leite	19,92	20,56	19,29	17,8	18,0	18,6	17,8	14,9	18,88	
Gordura (%)	3,59	3,53	3,23	3,67	3,79	3,87	3,36	3,36	3,79	
Proteína (%)	3,22	3,19	3,17	2,91	2,97	3,02	3,23	2,72	3,28	
Lactose (%)	4,48	4,46	4,43	4,98	4,86	4,91	4,52	4,30	4,49	
Sólidos totais (%)	11,81	11,69	11,32	12,65	12,43	12,37	NI	11,34	12,18	
N ureico (mg/dL)	13,15	12,40	11,65	NI	NI	NI	NI	NI	13,04	
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	3,59	3,43	3,46	4,65	3,81	3,33	3,12	2,05	3,22	
C14:0	12,65	12,06	12,90	12,40	11,50	10,60	11,40	9,17	11,81	
C16:0	33,91	33,22	31,48	32,70	29,40	26,80	30,32	31,23	35,90	
ΣC12:0+C14:0+C16:0	50,15	48,71	47,84	49,75	44,71	40,73	44,84	42,45	50,93	
C18:0	9,86	10,65	11,24	7,80	8,91	9,00	7,78	9,81	10,16	
C18:1 <i>trans</i> -11	NI	NI	NI	NI	NI	NI	2,00	1,84	NI	
C18:1 <i>cis</i> -9	20,68	21,96	22,08	18,13	22,08	25,25	20,40	21,57	20,90	
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	0,90	1,15	0,98	1,73	1,87	1,91	2,29	1,63	0,98	
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,45	0,44	0,45	0,23	0,44	0,67	0,28	0,21	0,45	
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,45	0,56	0,52	NI	NI	NI	1,28	0,87	0,50	
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	NI	NI	NI	NI	NI	NI	< 0,01	0,022	NI	

¹¹NI = não informado; (1) Ribeiro (2009): *Pennisetum purpureum* + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 46:54); (2) Ribeiro (2009): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 46:54) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (3) Ribeiro (2009): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 46:54) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (4) Ribeiro (2009): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 46:54) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (5) Ribeiro (2013): *TMR de P. purpureum* + concentrado (V:C = 60:40) + 4,5% de óleo de girassol (OG) alto oleico na MS da dieta; (6) Ribeiro (2013): *TMR de P. purpureum* + concentrado (*TMR*) (V:C = 60:40) + 4,5% de OG médio oleico na MS da dieta; (7) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado parcelado nas ordenhas (V:C = 60:40) + 4,5% de OG alto oleico na MS da dieta; (8) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado parcelado nas ordenhas (V:C = 60:40) + 4,5% de OG médio oleico na MS da dieta; (9) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33); (10) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33) e 1,3% de OG na MS da dieta; (11) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33) e 2,5% de OG na MS da dieta; (12) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33) e 3,7% de OG na MS da dieta; (13) Pereira et al. (2011): Feno de *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40); (14) Pereira et al. (2011): Feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40) e 2,8% de torta de girassol na MS da dieta; (15) Pereira et al. (2011): Feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40) e 5,6% de torta de girassol na MS da dieta; (16) Pereira et al. (2011): Feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40) e 8,4% de torta de girassol na MS da dieta; (17) Suksombat et al. (2011): Silagem de *Brachiaria ruziziensis* + 8 kg/vaca/dia de concentrado + 300 g/vaca/dia de óleo de palma; (18) Suksombat et al. (2011): Silagem de *B. ruziziensis* + 8 kg/vaca/dia de concentrado + 150 g/vaca/dia de óleo de palma + 344 g/dia de grãos de linhaça; (19) Suksombat et al. (2011): Silagem de *B. ruziziensis* + 8 kg/vaca/dia de concentrado + 688 g/vaca/dia de grãos de linhaça.

Anexo 2. Produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir recebendo dietas baseadas em cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) ensilada com diferentes aditivos.

Produção e composição do leite	Silagem de cana			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Produção de leite (kg/vaca/dia)	13,61	13,16	14,83	14,90
Gordura (%)	4,41	4,39	4,02	3,85
Proteína (%)	2,99	3,01	3,10	3,03
Lactose (%)	4,26	4,28	4,35	4,33
Sólidos totais (%)	12,68	12,64	12,46	12,19
N ureico (mg/dL)	22,73	30,19	23,26	19,54
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)				
C12:0	3,49	3,43	4,18	4,20
C14:0	12,91	12,40	13,65	13,77
C16:0	36,46	36,05	39,27	37,18
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	52,86	51,88	57,10	55,15
C18:0	7,97	7,16	6,56	5,80
C18:1 <i>trans</i> -11	1,70	1,40	1,84	2,37
C18:1 <i>cis</i> -9	20,60	22,44	16,94	17,32
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	0,99	1,09	0,95	0,96
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,71	0,60	0,58	0,67
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,41	0,40	0,57	0,83
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,32	0,28	0,41	0,98

(1) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 + concentrado (V:C = 54:46)

(2) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 aditivada com 1% de ureia + concentrado (V:C = 55:45)

(3) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 aditivada com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO + concentrado (V:C = 55:45)

(4) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 aditivada com 1% de CaO + concentrado (V:C = 54:46).

Anexo 3. Produção e composição do leite de vacas Holandês x Gir recebendo dietas baseadas em cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) fresca, suplementada ou não com fontes lipídicas, e perfil de ácidos graxos da gordura de leite, queijo¹ e manteiga².

Produção/Composição	Cana suplementada com fontes lipídicas								
	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	(8)	(11) ²	(12) ²	(13) ²
Produção de leite	18,3	17,4	19,2	15,6	16,1	15,1	18,3	17,4	19,2
Gordura (%)	3,28	2,89	2,67	3,25	2,66	2,64	3,28	2,89	2,67
Proteína (%)	2,79	2,93	2,90	3,20	3,29	3,44	2,79	2,93	2,90
Lactose (%)	4,35	4,39	4,24	4,42	4,30	4,28	4,35	4,39	4,24
Sólidos totais (%)	11,32	11,07	10,66	11,76	11,10	11,21	11,32	11,07	10,66
N ureico (mg/dL)	14,0	12,8	11,1	13,08	10,74	11,14	14,0	12,8	11,1
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)									
C12:0	3,06	2,18	1,72	2,44	1,63	1,12	3,3	2,4	1,9
C14:0	10,76	8,73	7,27	10,11	7,85	6,07	11,2	9,2	8,2
C16:0	26,9	22,5	20,01	29,87	21,68	20,14	29,3	24,1	22,1
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	40,72	33,41	29,00	42,42	31,16	27,33	43,80	35,70	32,20
C18:0	11,73	12,89	13,42	12,59	14,51	14,48	11,0	12,6	12,5
C18:1 <i>trans</i> -11	3,36	6,42	7,54	2,98	6,26	9,39	2,4	5,4	6,9
C18:1 <i>cis</i> -9	18,28	19,73	20,49	18,80	21,05	20,32	17,1	19,5	20,1
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,99	2,08	2,03	2,01	2,70	2,24	1,90	2,04	1,90
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,12	0,13	0,12	0,13	0,16	0,10	0,13	0,13	0,12
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,40	2,34	2,75	1,14	2,41	2,67	1,02	2,06	2,61
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,03	0,06	0,11	0,05	0,06	0,12	0,02	0,03	0,03
Produção/Composição	Cana suplementada com fontes lipídicas				Cana sem suplementação com fontes lipídicas				
	(15)	(16)	(17)	(18)	(1)	(5)	(9) ¹	(10) ²	(14)
Produção de leite	NI ³	NI	NI	NI	18,0	15,1	NI ³	18,0	NI
Gordura (%)	3,44	3,35	3,30	3,25	3,43	3,68	5,50	3,43	3,52
Proteína (%)	2,90	2,77	2,69	2,74	3,03	3,25	5,07	3,03	2,81
Lactose (%)	4,36	4,18	4,04	4,12	4,30	4,34	NI	4,30	4,23
Sólidos totais (%)	11,35	10,92	10,63	10,72	11,76	12,16	14,68	11,76	11,19
N ureico (mg/dL)	NI	NI	NI	NI	12,9	12,17	NI	12,9	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)									
C12:0	5,71	5,54	4,87	3,99	4,02	2,93	4,34	4,3	6,03
C14:0	14,33	13,97	12,34	10,87	12,25	11,46	0,36	12,5	15,34
C16:0	28,57	26,52	23,70	23,61	34,38	35,35	36,26	36,4	34,74
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	48,61	46,03	40,91	38,47	50,65	49,74	40,96	53,20	56,11
C18:0	9,29	10,41	12,17	12,50	7,78	10,06	7,61	7,1	6,52
C18:1 <i>trans</i> -11	1,79	2,56	4,10	5,38	1,12	1,11	NI	0,8	1,07
C18:1 <i>cis</i> -9	17,98	18,70	21,80	24,97	14,69	16,38	20,32	13,6	14,57
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,81	1,59	1,51	1,37	1,87	2,04	1,85	1,80	1,66
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,18	0,15	0,15	0,15	0,14	0,18	0,20	0,14	0,14
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,66	1,28	1,39	2,05	0,54	0,52	0,48	0,38	0,42
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,19	0,21	0,36	0,33	0,01	0,02	NI	0,01	0,16

³NI = não informado; (1) Souza (2011): Cana RB-738735 + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 60:40); (2) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (3) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (4) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (5) Souza (2011): Cana RB-738735 + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 60:40); (6) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (7) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (8) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (9) Martins et al. (2012): Cana de açúcar + concentrado (V:C = 50:50); (10) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 60:40); (11) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (12) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (13) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (14) Meneses et al. (2015): Cana de açúcar RB-72454 + concentrado (V:C = 60,6:39,4); (15) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 61,6:38,4) e 5% de glicerina bruta de baixa pureza - GBBP (36,7% de lipídeos na MS; 22,3% de ácido oleico; 45,7% de ácido linoleico) na MS da dieta; (16) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 62,1:37,9) e 10% de GBBP na MS da dieta; (17) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 62,8:37,2) e 15% de GBBP na MS da dieta; (18) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 63,5:36,5) e 20% de GBBP na MS da dieta.

Anexo 4. Produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas sob pastejo em forrageiras tropicais sem suplementação com fontes lipídicas.

Produção e composição do leite	Pasto sem suplementação com fontes lipídicas						
	(3)	(6)	(10)	(14)	(15)	(16)	(17)
Produção de leite (kg/vaca/dia)	11,8-13,1	8,36	8,10	NI ¹	15,0	15,0	15,0
Gordura (%)	3,17-3,29	3,81	2,85	6,10	4,0	4,0	4,0
Proteína (%)	2,84-3,05	3,82	3,26	4,63	3,4	3,4	3,4
Lactose (%)	4,39-4,44	NI ¹	4,73	NI	4,0	4,0	4,0
Sólidos totais (%)	11,26-11,42	11,67	11,81	14,59	12,8	12,8	12,8
N ureico (mg/dL)	17,6-18,3	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)							
C12:0	2,37-2,42	2,66	4,23	3,23	2,97	2,17	2,57
C14:0	9,51-9,64	10,38	15,74	0,22	10,70	8,88	9,75
C16:0	25,65-26,78	26,44	39,18	26,37	28,1	26,7	26,6
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	37,53-38,84	39,48	59,15	29,82	41,77	37,75	38,92
C18:0	11,21-11,94	11,85	8,10	11,80	10,5	11,6	12,0
C18:1 <i>trans</i> -11	4,37-4,49	NI	NI	NI	1,64	1,66	1,90
C18:1 <i>cis</i> -9	27,12-27,26	27,28	23,98	21,43	20,9	25,5	22,4
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,51-1,52	NI	0,50	NI	1,07	1,35	1,22
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,50-0,51	0,59	0,52	0,37	0,49	0,42	0,40
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,58-1,64	NI	NI	0,96	0,91	1,10	1,01
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,03	NI	NI	NI	NI	NI	NI

Produção e composição do leite	Pasto sem suplementação com fontes lipídicas							
	(18)	(19)	(23)	(26)	(31)	(36)	(37)	(40)
Produção de leite (kg/vaca/dia)	15,0	19,9	24,2	16,6	13,3	17,6	14,2	NI
Gordura (%)	4,0	3,56	3,5	3,76	4,68	3,72	3,79	3,3
Proteína (%)	3,4	2,90	3,3	3,44	3,82	3,26	3,26	3,0
Lactose (%)	4,0	4,34	4,6	4,55	4,92	4,42	4,47	4,6
Sólidos totais (%)	12,8	11,7	NI	12,63	14,45	NI	NI	11,8
N ureico (mg/dL)	NI	17,5	11,2	10,98	15,34	8,8	11,6	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)								
C12:0	2,92	2,84	2,84	2,36	5,18	3,03	2,25	3,44
C14:0	9,74	10,60	10,3	8,89	15,90	9,79	8,99	12,61
C16:0	28,9	27,8	29,5	26,8	43,73	25,44	23,61	32,43
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	41,56	41,24	42,64	38,05	64,81	38,26	34,85	48,48
C18:0	11,4	11,9	12,8	14,4	16,86	14,29	13,24	12,09
C18:1 <i>trans</i> -11	2,04	2,19	0,91	1,15	NI	NI	NI	2,26
C18:1 <i>cis</i> -9	20,8	19,8	20,8	21,8	16,65	22,21	23,5	20,45
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,16	1,76	1,66	2,52	0,57	1,33	0,86	0,66
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,30	0,39	0,33	0,43	0,30	0,38	0,42	1,12
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,04	0,95	0,66	0,64	0,40	0,80	1,42	0,16
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	NI	0,02	0,02	0,025	NI	NI	NI	0,12

¹ NI = não informado; (3) Medeiros et al. (2010): *C. nlenfuensis* (Estrela-africana) + 4 kg/vaca/dia de concentrado; (6) Lima et al. (2011): *Panicum maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (10) Lima (2011): *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (14) Martins et al. (2012): *P. maximum* cv. Tanzânia + concentrado (relação volumoso:concentrado = 76:24, base MS); (15) Lopes et al. (2011): *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (16) Lopes et al. (2011): *P. maximum* cv. Tanzânia + 6 kg/vaca/dia de concentrado; (17) Lopes et al. (2011): *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (18) Lopes et al. (2011): *B. brizantha* cv. Xaraés + 6 kg/vaca/dia de concentrado; (19) Mourthé (2011): *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado; (23) Souza (2014): *Pennisetum purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) – Experimento 1; (26) Souza (2014): *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) – Experimento 2; (31) Santana Júnior (2013): *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) sem glicerina bruta (GB); (36) Macedo (2012): *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de concentrado (15,2% de PB) para cada 2,5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 7,3 kg/vaca/dia); (37) Macedo (2012): *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de concentrado (12,2% de PB) para cada 5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 3,1 kg/vaca/dia); (40) Faria (2012): *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado.

Anexo 5. Produção (kg/vaca/dia), composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas sob pastejo em forrageiras tropicais suplementadas com fontes lipídicas.

Produção e composição do leite	Pasto suplementado com fontes lipídicas									
	(1)	(2)	(4)	(5)	(7)	(8)	(9)	(11)		
Produção de leite	15,2	16,3	14,97-15,05	14,99-15,24	8,91	9,03	9,07	8,33		
Gordura (%)	2,90	2,14	3,37-3,58	3,05-3,09	3,86	3,92	3,95	2,66		
Proteína (%)	2,79	3,11	2,88-2,95	2,90-2,92	3,78	3,64	3,49	3,17		
Lactose (%)	4,56	4,46	4,36-4,37	4,40-4,41	NI ¹	NI	NI	4,78		
Sólidos totais (%)	10,98	10,56	11,56-11,92	11,29-11,36	11,87	12,05	12,07	11,6		
N ureico (mg/dL)	19,3	19,7	NI	NI	NI	NI	NI	NI		
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	2,10-2,39	1,77-1,96	0,93	0,87-0,94	2,94	3,14	3,61	4,13		
C14:0	7,51-7,71	8,47-8,67	4,49-4,53	4,16-4,33	10,96	11,14	11,76	15,4		
C16:0	25,44-26,34	26,90-27,00	17,05-17,57	16,14-16,89	27,37	28,37	29,55	38,7		
Σ C12:0 + C14:0 + C16:0	35,05-36,44	37,14-37,63	22,47-23,03	21,17-22,46	41,27	42,65	44,92	58,2		
C18:0	10,73-11,07	12,16-12,21	20,68-21,37	17,40-17,56	11,43	11,00	10,78	9,34		
C18:1 <i>trans</i> -11	4,52-4,73	4,16-4,32	NI	NI	NI	NI	NI	NI		
C18:1 <i>cis</i> -9	28,33-29,43	24,68-26,13	31,65-32,56	30,91-32,40	27,03	27,52	26,04	23,1		
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,73-1,79	1,37-1,42	3,67-3,71	3,19-3,39	NI	NI	NI	0,87		
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,41-0,44	0,41-0,42	0,37-0,38	0,38	0,55	0,49	0,45	0,75		
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,45-1,72	1,11-1,25	1,17-1,20	2,26-2,46	NI	NI	NI	NI		
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,04-0,08	0,03-0,05	0,22	0,22-0,33	NI	NI	NI	NI		

Produção e composição do leite	Pasto suplementado com fontes lipídicas									
	(12)	(13)	(20)	(21)	(22)	(24)	(25)	(27)	(28)	(29)
Produção de leite	8,04	7,73	20,4	20,2	20,4	26,8	29,0	17,1	15,9	17,6
Gordura (%)	2,65	2,81	3,74	3,84	3,81	2,8	3,3	3,25	3,04	4,02
Proteína (%)	3,24	3,16	2,87	2,88	2,86	3,1	3,1	3,34	3,41	3,37
Lactose (%)	4,77	4,73	4,34	4,32	4,34	4,4	4,6	4,57	4,53	4,59
Sólidos totais (%)	11,65	11,89	11,9	12,0	12,0	NI	NI	11,95	11,85	12,65
N ureico (mg/dL)	NI	NI	17,6	18,7	18,7	10,6	11,9	10,21	9,98	10,98
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	4,01	5,02	2,33	1,92	1,60	2,07	2,35	1,76	1,36	1,79
C14:0	14,78	15,62	8,86	7,66	6,44	8,2	8,9	7,77	7,33	7,99
C16:0	39,18	36,91	23,4	21,4	19,9	29,3	32,9	26,3	23,3	28,1
Σ C12:0 + C14:0 + C16:0	57,97	57,55	34,59	30,98	27,9	39,6	44,15	35,83	31,99	37,88
C18:0	7,41	8,29	14,6	16,8	18,4	16,2	14,3	15,1	16,6	12,8
C18:1 <i>trans</i> -11	NI	NI	2,40	2,57	2,34	1,16	1,01	1,63	1,58	1,16
C18:1 <i>cis</i> -9	26,21	25,01	22,6	24,1	25,9	24,3	23,2	23,2	23,8	24,1
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	0,29	0,57	3,16	4,47	5,76	2,07	1,92	2,89	3,22	2,21
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,52	0,55	0,60	0,74	0,87	0,43	0,39	0,47	0,41	0,37
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	NI	NI	0,98	1,01	0,93	0,86	0,69	1,02	1,13	0,85
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	NI	NI	0,02	0,02	0,01	0,09	0,02	0,08	0,11	0,027

Produção e composição do leite	Pasto suplementado com fontes lipídicas									
	(30)	(32)	(33)	(34)	(35)	(38)	(39)	(41)	(42)	(43)
Produção de leite	17,7	14,3	14,3	14,0	13,6	15,4	15,0	NI	NI	NI
Gordura (%)	3,88	4,23	4,21	3,86	4,14	3,34	3,41	3,2	3,4	3,9
Proteína (%)	3,35	3,65	3,54	3,64	3,64	3,25	3,12	3,0	2,9	2,9
Lactose (%)	4,53	4,65	4,65	4,71	4,66	4,39	4,42	4,4	4,5	4,6
Sólidos totais (%)	12,59	13,51	13,33	13,15	13,35	NI	NI	11,6	11,8	12,3
N ureico (mg/dL)	10,93	14,40	16,83	16,05	15,75	10,0	11,2	NI	NI	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	1,45	4,744	4,340	5,783	6,593	2,00	1,89	3,94	4,25	3,97
C14:0	7,06	17,673	23,989	19,197	17,946	7,67	8,03	12,95	13,03	12,41
C16:0	35,1	42,111	41,371	40,219	40,212	23,62	23,66	32,49	32,61	32,04
Σ C12:0 + C14:0 + C16:0	43,61	64,528	69,700	65,199	64,751	33,29	33,58	49,38	49,89	48,42
C18:0	10,1	17,076	12,804	14,340	13,413	16,82	14,00	11,78	11,56	11,42
C18:1 <i>trans</i> -11	1,15	NI	NI	NI	NI	NI	NI	2,32	2,17	2,30
C18:1 <i>cis</i> -9	23,7	14,581	9,987	12,897	15,307	24,7	23,55	20,00	20,64	21,08
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	2,43	0,516	0,461	0,426	0,525	1,68	1,52	0,58	0,57	0,57
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,34	0,141	0,147	0,116	0,151	0,41	0,54	1,14	1,04	1,16
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,86	0,435	0,689	0,589	0,870	1,08	1,54	0,16	0,15	0,16
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,019	NI	NI	NI	NI	NI	NI	0,12	0,11	0,14

NI = não informado; (1) Medeiros et al. (2010); *Cynodon nlenfuensis* (Estrela-africana) + 4 kg/vaca/dia de concentrado + 150 g/vaca/dia de Megalac; (2) Medeiros et al. (2010); *C. nlenfuensis* (Estrela-africana) + 4 kg/vaca/dia de concentrado + 150 g/vaca/dia de sais de Ca de CLA (24% *cis*-9 *trans*-11 e 35% *trans*-10 *cis*-12); (4) Santos et al. (2011); *Cynodon dactylon* + 4,2 kg/vaca/dia de concentrado contendo grãos de girassol moídos, tratados ou não com lignossulfonato; (5) Santos et al. (2011); *C. dactylon* + 4,5 kg/vaca/dia de concentrado contendo grãos de girassol moídos peletizados, tratados ou não com lignossulfonato; (7) Lima et al. (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado + 1,5% de óleo de licuri na MS da dieta; (8) Lima et al. (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado + 3,0% de óleo de licuri na MS da dieta; (9) Lima et al. (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado + 4,5% de óleo de licuri na MS da dieta; (11) Lima (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 8,34% de torta de amendoim; (12) Lima (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 15,05% de torta de girassol; (13) Lima (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 45,5% de torta de dendê; (20) Mourthé (2011); *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado contendo 1,3 kg de grão de soja tostado; (21) Mourthé (2011); *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado contendo 2,6 kg de grão de soja tostado; (22) Mourthé (2011); *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado contendo 3,9 kg de grão de soja tostado; (24) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) com 400 g de sais de Ca de óleo de soja – Experimento 1; (25) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 400 g de sais de Ca de óleo de palma – Experimento 1; (27) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 400 g de sais de Ca de óleo de soja – Experimento 2; (28) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 700 g de sais de Ca de óleo de soja – Experimento 2; (29) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 400 g de sais de Ca de óleo de palma – Experimento 2; (30) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 700 g de sais de Ca de óleo de palma – Experimento 2; (32) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 9,4% de glicerina bruta + GB (37% de AG totais); 48% de glicerol na MS; (33) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 19,1% de GB na MS; (34) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 28,9% de GB na MS; (35) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 38,9% de GB na MS; (38) Macedo (2012); *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de concentrado (15,2% de PB; 2,78% de Megalac-E; base MS) para cada 2,5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 7,1 kg/vaca/dia); (39) Macedo (2012); *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de leite produzidos (12,2% de PB; 5,58% de Megalac-E; base MS) para cada 5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 3,0 kg/vaca/dia); (41) Faria (2012); *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 25% de torta de dendê; (42) Faria (2012); *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 50% de torta de dendê; (43) Faria (2012); *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 75% de torta de dendê.