

Manejo nutricional de vacas leiteiras para aumento da qualidade do leite

Méd. Vet. Lorenzo Camelo Copetti – Mestrando PPGZ UFPR

Prof. Dr. Rodrigo de Almeida – UFPR

A análise do leite pode nos trazer alguns parâmetros de grande importância na avaliação nutricional e tomada de decisões a serem realizadas por nutricionistas de rebanhos leiteiros. Entre as análises mais relevantes do ponto de vista nutricional estão porcentagem de gordura (%G), porcentagem de proteína (%P), nitrogênio ureico do leite (NUL), relação %G:%P, concentração de β -hidroxibutirato (BHB) e perfil de ácidos graxos (AG) da gordura do leite. Diante disso, iremos abordar os principais pontos relacionados a manipulação dos teores de gordura e proteína do leite e como podemos utilizar o perfil de AG da gordura do leite como ferramenta auxiliar desse processo.

Antes de tudo, é importante revermos os valores médios da composição do leite das principais raças bovinas leiteiras Holandês e Jersey. Tipicamente, a composição do leite de uma vaca Holandesa é 87,0-87,5% água (12,5-13,0% sólidos totais), 3,8% gordura, 3,3% proteína, 4,7% lactose, 0,8% minerais e 0,2% de outros pequenos componentes. Já o leite da vaca Jersey diverge principalmente nos teores de gordura (4,5%) e proteína (3,6%), e consequentemente em sólidos totais (13,5-14,0%).

Entre os três principais componentes do leite (gordura, proteína e lactose), a gordura é o componente de maior variação na composição do leite. É constituída por 98 a 99% de triglicerídeos, que por sua vez são formados por mais de 400 diferentes AG, sendo 20 deles os mais comuns. Esses AG são agrupados em 3 subcategorias, de acordo com suas diferentes origens; *De Novo*, Mistos e Pré-formados.

Os ácidos graxos que compõem a gordura do leite também estão distribuídos de acordo com a sua insaturação ou presença de duplas ligações. A gordura do leite é formada tipicamente por 70% de AG saturados, com destaque aos AG Palmítico (C16:0), Esteárico (C18:0) e AG de cadeia curta e média (C4:0 a C14:0), compondo, respectivamente, 28%, 25% e 20% da gordura do leite. Ácidos graxos monoinsaturados participam em 25% da composição da gordura, sendo o principal deles o AG Oleico (C18:1 *cis*-9). Os demais 5% são divididos entre AG poli-insaturados (2%) como o AG Linoleico (C18:2) e AG *Trans* (3%), entre eles o CLA (ácido linoleico conjugado) *cis*-9, *trans*-11 e C18:1 *trans*-11, provenientes da biohidrogenação pela microbiota ruminal. Quando há redução do pH ruminal, outros isômeros de CLA como o *trans*-10, *cis*-12 e C18:1 *trans*-10 podem ser produzidos, e estes são caracterizados pela ação bioativa na inibição da síntese *de novo* pela glândula mamária. Além do CLA, a microbiota ruminal também é responsável pela formação de AG de cadeia ramificada e AG de cadeia ímpar.

Tipicamente AG de cadeia curta e média (C4:0 a C14:0) têm como origem a síntese *De Novo*, que ocorre na glândula mamária. Já os AG de cadeia longa, com 18 ou mais C, recebem a designação de AG pré-formados, pois têm sua origem dietética ou proveniente da mobilização de reservas corporais. A propósito, o AG mais claramente associado com a lipomobilização de reservas corporais é o C18:1 (AG Oleico). Já os AG de 16 C, C16:0 e C16:1, podem ter origem tanto na síntese *De Novo* (50%), como também origem dietética (50%) e por isso são categorizados com AG de origem mista. Dessa forma,

se formam os 3 principais grupos de AG do leite; AG *De Novo*, Mistos e Pré-formados, que irão compor em média 18 a 30%, 35 a 40%, e 30 a 45% da gordura do leite, respectivamente.

Como já citado anteriormente, a gordura é o componente com maior variação na composição do leite e esta grande variabilidade é verificada entre ordenhas, entre vacas, entre lotes, entre estações do ano, entre rebanhos, entre raças e mesmo entre espécies. Não é raro que a fonte de informação do nutricionista para esse parâmetro dentro de um rebanho seja proveniente de amostragem de tanque (amostras coletadas semanal, quinzenal ou mensalmente), o que dá ao nutricionista uma visão geral do rebanho, mas que pouco permite a realização de ajustes entre lotes com segurança, já que a variação dentro do rebanho é alta. Diante desse risco, o ideal é que sejam realizadas coletas individuais e mensais das 2 ou 3 ordenhas diárias, de forma que variações entre ordenhas não interfiram e que as variações entre animais e lotes sejam evidenciadas, trazendo maior assertividade nos dados e maior efetividade nas ações tomadas.

Sabemos que problemas de baixa %G ou DGL (Depressão da Gordura do Leite) são recorrentes na pecuária leiteira e solucionar esse problema não é uma tarefa simples, já que diversos fatores agem simultaneamente, podendo amenizar ou agravar o problema. Parâmetros nutricionais como presença de fibra efetiva na dieta (FDN forragem e FDN fisicamente efetiva), teor de amido (em particular, a % de amido degradável no rúmen), inclusão e insaturação da gordura dietética, concentração do ionóforo monensina, entre outros, associados a fatores de manejo e ambiência, podem agravar problemas de DGL. Por isso é importante que o nutricionista saiba como e quanto cada fator interfere para que os ajustes sejam realizados de acordo com cada desafio. Segundo o NASEM (2021), os níveis de FDNf podem flutuar entre 15 a 25% da dieta, devendo se deslocar em direção ao 25% de FDNf diante de fatores como maior teor de amido dietético, maior degradabilidade do amido, como cereais de inverno ou grão úmido de milho compondo a dieta, forragens finamente processadas reduzindo a efetividade da dieta, FDNf de alta digestibilidade e espaço de cocho limitado. Por outro lado, fatores como maior consumo de matéria seca, uso de tamponantes e milho grosseiramente processado permitem que o nutricionista se aproxime do limite inferior (15% de FDNf), sem resultar em um quadro de acidose ruminal subclínica (SARA) nos animais.

De forma geral, ao se deparar com ocorrências de queda na gordura do leite é importante que o nutricionista verifique: se a concentração dietética de FDNfe não está abaixo de 19% (FDN>8mm), se a concentração de amido não ultrapassou 30% MS, se a degradabilidade do amido não ultrapassou 19%, se a %EE dietético não é maior que 5-6% MS, se a inclusão de AG C18:2 (Linoleico) não está elevada, se a inclusão de monensina não está acima de 300 mg/vaca/dia, ou ainda se não há mais de uma destas situações de risco acima citadas. Muitas vacas são resistentes ou resilientes a um destes fatores isoladamente, mas quando 2 ou mais fatores se acumulam, a DGL aparece, caracterizando seu caráter multifatorial. Esses fatores ou a associação deles irá alterar a via de biohidrogenação parcial do rúmen, levando a produção de CLA *trans*-10, *cis*-12, molécula bioativa responsável pela inibição das enzimas ACC (acetil-CoA carboxilase) e FAS (sintase de ácidos graxos), centrais na via de síntese *de novo*, refletindo em redução na produção de AG *De Novo* na glândula mamária.

Como visto anteriormente, a típica composição de AG da gordura do leite bovino conta com 32% de AG Pré-formados, 39,5% de AG Mistos e 23% de AG *De Novo*. Vale ressaltar que da %G total deve ser descontado 5,5% relativo ao glicerol que compõe a

estrutura dos triglicerídeos. A análise desses AG tem como método de referência a cromatografia gasosa, método que demanda várias horas de análise por amostra, com um custo aproximado de US\$150,00 por amostra. Entretanto, atualmente está disponível um método alternativo que se baseia em análises de AG por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), permitindo analisar os principais AG da gordura do leite em 6 segundos a um custo baixo por amostra, viabilizando a análise individual em rebanhos.

A importância dessa análise se dá principalmente em relação aos teores de AG *De Novo* que irão compor a gordura do leite. Os AG *De Novo* refletem a função ruminal, principalmente em relação a qualidade de fermentação da fibra dietética. Boas condições ruminais incrementam a fermentação microbiana, aumentando a produção de proteína microbiana e refletindo em aumento dos teores de proteína do leite. Os dados apresentados pela Lactanet do Canadá, mostram alta correlação dos AG *De Novo* com teor de gordura total do leite ($R^2 = 0,71$), mas ainda mais surpreendente é a alta correlação dos AG *De Novo* com teor de proteína verdadeira do leite ($R^2 = 0,69$), o que não ocorreu para os pré-formados e mistos, corroborando com as afirmações anteriores. De forma geral, maiores %AG *De Novo* retratam quão bem a vaca está sendo alimentada e manejada visando ótimas condições de fermentação ruminal.

Em um trabalho conduzido por Woolpert et al. (2016) em 40 rebanhos norte-americanos categorizados como Alto *De Novo* (n= 20) e Baixo *De Novo* (n= 20) com amostras de tanque, demonstrou-se que rebanhos com Alto *De Novo* apresentaram maiores %G e %P, realizavam mais tratamentos por dia, com menor sobrepopulação, maior espaçamento de cocho e forneciam dietas com maior %FDNfe e menor %EE. Em um trabalho similar do nosso Grupo do Leite da UFPR com 30 rebanhos paranaenses, Silveira et al. (2023) identificaram efeito significativo entre densidade animal e teor de AG *De Novo* em amostras de tanque, apontando que menos m² de cama/vaca reduziu o %AG *De Novo*. O mesmo trabalho também apontou tendência para menor %G, menor %FDNfe e maior %EE em rebanhos com baixo AG *De Novo*.

Como indicadores do perfil de AG da gordura do leite, Barbano (2017) sugeriu valores “alarme” tanto em g/100g de AG ou g/100g de leite, sugerindo valores mínimos de 23% de AG *De Novo* em 100g de AG, ou 0,8% de AG *De Novo* em 100g de leite. Esses valores se baseiam em um mínimo de 3,8%G do leite.

Com os indicadores acima mencionados, a utilização e interpretação do perfil de AG do leite nos permite avaliar de forma mais aprofundada a distribuição dos animais do rebanho em relação ao %G total e %AG *De Novo*. A análise dessa métrica pode nos auxiliar na tomada de decisões de manejo alimentar. Vacas com altos teores de gordura (>3,80%) e alto %AG *De Novo* (>0,80%) nos indicam boa fermentação ruminal, enquanto que vacas que concomitantemente apresentam baixos teores de gordura e *De Novo* nos indicam um possível quadro de SARA, nos levando a avaliar os fatores citados anteriormente como %FDNfe, % amido dietético e questões de manejo. Já um cenário de vacas com alto %G (>3,8%) e baixo %AG *De Novo* (<0,8%) sugerem má função ruminal, suplementação excessiva de gordura dietética ou possível superlotação. E finalmente um cenário de vacas com baixo %G (<3,8%) e alto %AG *De Novo* (>0,8%) nos fazem questionar a viabilidade de incluir ou aumentar a suplementação de gordura dietética, por exemplo.

Mudando de componente, vamos agora discutir um pouco sobre a porcentagem de proteína do leite e práticas nutricionais para maximizá-la. Inicialmente cabe destacar que

em países e regiões que adotam sistemas de pagamento de leite por qualidade, as bonificações por altos teores de gordura e de proteína têm hoje similar magnitude ou impacto. Uma ou duas décadas atrás, a proteína era mais valorizada que a gordura do leite, mas por conta da demanda crescente por manteiga e queijos, ambos lácteos que possuem alta gordura, a gordura do leite retomou interesse e passou a ser igualmente valorizada em comparação a proteína do leite.

Entre os três principais componentes do leite, a proteína do leite apresenta variação intermediária; varia menos que a gordura, mas mais que a lactose. As análises aqui no Brasil expressam seus resultados na forma de proteína bruta, que é constituída em média por 93% de proteína verdadeira; os demais 7% incluem compostos nitrogenados não proteicos, como a ureia. Já referências norte-americanas e europeias expressam resultados de proteína na forma de proteína verdadeira, sendo esse um ponto de atenção na extrapolação desses dados a realidades locais.

A proteína do leite é composta em 76% pelas caseínas α_1 , α_2 , β e κ , na proporção respectiva de 4:1:4:1. As proteínas do soro constituem 17% da proteína do leite, sendo 10% de β -lactoglobulina, 4% de α -lactoalbumina e 3% de albuminas e globulinas séricas. Os 7% restantes são constituídos de compostos nitrogenados não proteicos (NNP), incluindo ureia, ácidos nucleicos, aminoácidos livres e peptídeos.

O fator de maior influência na variação dos teores de proteína do leite (%P) está ligado ao amido dietético, como fonte de substrato para produção de proteína microbiana (PMic) para a microbiota ruminal, resultando no maior aporte de Proteína Metabolizável (PM) para o intestino (ao redor de 55%), juntamente com a Proteína Não Degradável no Rúmen (PNDR) e Proteína Endógena. Após verificar que amido dietético não é um limitante para a síntese de proteína do leite, e também que o aporte de PNDR é minimamente suficiente, outra alternativa que o nutricionista deve verificar visando aumentar o teor de proteína do leite é o balanceamento de aminoácidos, e em particular, a suplementação do aminoácido metionina, na forma protegida ou análoga.

Avaliando 63 comparações dos últimos 39 anos quanto a suplementação de metionina ruminalmente protegida ou infundida, abrangendo 1163 vacas, com dias em leite (DEL) de $84,5 \pm 50,7$ dias, com produção de leite média de $35,4 \pm 6,1$ kg/d, e em dietas com $16,2 \pm 1,3\%$ PB, 1,83% de Metionina (%PM) no grupo Controle e 2,31% de Metionina (%PM) no grupo Tratamento. A média de resposta entre os 63 trabalhos foi de +0,67 kg de leite corrigido para energia produzidos a mais por vacas do grupo tratamento, e um aumento de 0,10 ponto percentual na porcentagem de proteína (3,13 vs. 3,03%PV), refletindo na produção de +33g de proteína verdadeira (ou +36g de proteína bruta) no leite por dia. Além da proteína, o mesmo incremento de 0,10 ponto percentual foi observado nos teores de gordura do leite (3,69 vs. 3,59%G), refletindo na produção de +34g de gordura no leite por dia. Resultados recentes têm indicado que a resposta a suplementação de metionina parece ser DEL ou estágio de lactação dependente, com maior resposta em vacas no pós-parto imediato, boa resposta no pico e na primeira metade da lactação e efeitos decrescentes em vacas em final de lactação.

Quando falamos em nutrição e composição do leite é fundamental termos conhecimento das relações e balanço entre CNF e FDN das dietas. Dietas com maiores concentrações de CNF (dietas mais quentes ou desafiadoras) aumentam o aporte de energia para a produção de leite e reduzem o enchimento ruminal, porém essas mesmas dietas possuem menor capacidade de tamponamento e levam a um pH ruminal mais ácido,

refletindo em aumento dos teores de proteína do leite, mas levando a redução dos teores de gordura do leite. Por outro lado, dietas com maiores níveis de FDN (dietas mais fibrosas ou conservadoras) têm por característica a redução do aporte de energia, maior enchimento ruminal, que reflete em menor produção de leite. Com ambiente ruminal menos ácido e mais tamponado os teores de gordura tendem a ser maiores, mas os teores de proteína são reduzidos. Diante disso, o equilíbrio entre esses parâmetros parece estar próximo quando a relação entre FDN_{fe}>8mm:Amido degradável no rúmen é maior ou igual a 1,0.

Um caminho que recomendamos para produtores e técnicos interessados em maximizar a produção de sólidos do leite é estimar e dar atenção frequente a produção total diária de gordura + proteína verdadeira do leite. Rebanhos brasileiros devem ter por objetivo a produção somada de gordura e proteína verdadeira totalizando 2,5 kg/vaca/dia, enquanto que bons rebanhos norte-americanos já trabalham com meta de 2,8 kg/vaca/dia. Somente para exemplificar, esse valor corresponde a um rebanho com produção média de 40 kg/vaca/dia de leite e teores de 3,8%G e 3,4%P (3,16% proteína verdadeira), resultando em 2,8 kg/vaca/dia.

Concluindo, acreditamos que cada vez mais conseguiremos extrair mais informações das amostras de leite (de vacas e de tanques) enviadas para análise. As análises de leite são relativamente baratas, acuradas e não-invasivas. Outro ponto que merece ser destacado é que nutricionalmente, teores de gordura e de proteína são antagônicos. A análise de leite, além de ser cada vez mais usada em sistemas de pagamento de leite por qualidade, permite ajustes às dietas que podem diminuir o custo alimentar e aumentar a lucratividade do rebanho.