

AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS PARA BALANCEAMENTO DE DIETAS DE VACAS EM LACTAÇÃO

CORASSIN, Carlos Humberto

Professor Doutor, FAMED e FAEF - ACEG, corassin@terra.com.br

MACHADO, Paulo Fernando

Professor Associado, ESALQ – USP.

RESUMO

Objetivando avaliar as ferramentas geralmente utilizadas no balanceamento de dietas (análises laboratoriais da dieta, medição do consumo de matéria seca - CMS, avaliação do tamanho de partículas e a análise de nitrogênio uréico do leite - MUN), foram correlacionados os resultados obtidos com estas ferramentas, com os componentes secretados no leite dos animais. Para isto, coletaram-se dados de 650 lactações de vacas da raça Holandesa. Foram tomadas as médias mensais da composição do leite (MUN, gordura e proteína), bem como o CMS, a composição teórica e bromatológica e o tamanho de partículas da dieta. Os resultados demonstraram que a medição do CMS diário não é uma prática necessária, e que a análise do tamanho de partículas é interessante para o monitoramento do CMS e do MUN. Verificou-se também que as análises de leite podem fornecer importantes dados sobre o balanço nutricional sendo de extremo auxílio para o nutricionista.

Palavras-chave: nutrição, componentes do leite, vacas leiteiras, tamanho de partículas, nitrogênio uréico do leite.

ABSTRACT

Aiming at to evaluate the tools usually used in the balancing of diets (laboratorial analyses of the diet and milk, measurement of the dry matter intake - DMI, evaluation of the particles size and the analysis of milk urea nitrogen - MUN), the results were correlated obtained with these tools, with the components secreted in the milk of the animals. For this, data of 650 lactating Holsteins cows were collected. The monthly averages of the composition of the milk were taken (MUN, fat and protein), as well as the DMI, the theoretical and chemical composition and the particles sizes of the diet. The results demonstrated that the measurement of the daily DMI is not a necessary practice, and that the analysis of the particle size is interesting for the check of

the DMI and MUN. It was also verified that the analyses of milk can supply given important on the nutritional evaluation being of end aid for the nutritionist.

Keywords: nutrition, milk components, dairy cows, particles size, milk urea nitrogen.

INTRODUÇÃO

A composição do leite é de grande importância para os diversos setores envolvidos na cadeia láctea. Para os consumidores tem importância nutricional, enquanto que para os produtores e para as indústrias processadoras têm importância econômica.

É de conhecimento universal que a composição do leite é variável, mas foi verificado que nos últimos anos a composição do leite comercializado (consumidor final) se manteve constante, com médias de 3,6% de gordura e 3,2% de proteína (Hettinga, 1989 e Young et al., 1986). Fato bem provável, devido à grande maioria do leite produzido no mundo ser oriundo de animais da raça Holandesa, e de que na maioria dos mercados mundiais, o preço do leite seja baseado na concentração de gordura do leite.

Para o produtor de leite é possível alterar a composição do leite basicamente através de duas vias: a nutricional e a genética. Geneticamente, as mudanças na composição do leite alcançadas por técnicas tradicionais de reprodução (monta natural ou inseminação artificial) ocorrem lentamente, já com o uso de modernas técnicas envolvendo a manipulação de genes e transferência de embriões este progresso pode ser agilizado. Contudo, através da nutrição as alterações podem ser obtidas de forma mais rápida e econômica.

A glândula mamária utiliza nutrientes derivados da digestão e do metabolismo da dieta na síntese do leite. O leite contém componentes derivados diretamente dos alimentos (minerais, vitaminas e ácidos graxos de cadeia longa), e também componentes sintetizados por tecidos extramamários (ácidos graxos originados no tecido adiposo e algumas proteínas específicas do leite).

Por isto, é importante salientar que cada fonte de componentes do leite é influenciada em algum grau pela nutrição da vaca, de forma direta ou

indireta (DePeters & Cant, 1992; Murphy & O'Mara, 1993; Linn, 1991; Sutton, 1989; Sutton & Morant, 1989 e Thomas & Chamberlain, 1984).

Os alimentos fornecem os precursores diretos e indiretos dos principais componentes sólidos do leite. Manipulações nutricionais, tal como privação alimentar severa, ou utilização de certos suplementos alimentares, são capazes de ocasionar variações imediatas na composição do leite. Em geral, quando através da nutrição, aumentamos proporcionalmente as quantidades de gordura, proteína e lactose do leite obtemos aproximadamente o mesmo aumento no volume de leite produzido.

O aumento da produção fez com que as necessidades energéticas das vacas fossem maiores, levando os nutricionistas a formularem dietas com quantidades relativamente altas de concentrados e em contrapartida terem de fornecer quantias adequadas de fibra na dieta para que o rúmen funcione adequadamente e a vaca consiga expressar totalmente sua capacidade produtiva.

Devido a este mecanismo complexo e antagônico (alto nível de forragens *versus* alto nível de concentrados), existe uma grande possibilidade da dieta apresentar problemas de balanceamento que podem acarretar distúrbios da fermentação ruminal. O desbalanceamento afeta os níveis nutricionais do animal, faz com que as necessidades da vaca não sejam atingidas ou por vezes sejam ultrapassadas. Isto resultará na redução na ingestão de matéria seca total (Butler e Smith 1989; Garnsworthy, 1988; Van Saun, 1997), redução na digestão, redução da porcentagem de gordura no leite, aumento das taxas de uréia no sangue, plasma e leite e problemas sanitários, tais como a acidose ruminal e paraqueratose. Sem dúvida, esses distúrbios metabólicos invariavelmente causarão grandes perdas econômicas na atividade leiteira.

Atento a estes fatos, várias são as tentativas para determinação do balanceamento correto da dieta. Historicamente, as análises laboratoriais dos ingredientes da dieta são as ferramentas mais utilizadas, contudo apresentam vários problemas. Apenas determinam a qualidade do alimento fornecido ao animal, desconsiderando, por exemplo, os efeitos antinutricionais

da adição de um ingrediente a outro, efeitos relativos à digestão do animal, efeitos do ambiente onde o animal habita e efeitos da forma e regime de fornecimento, além de possuírem custo elevado.

Porém, se ao invés de avaliar isoladamente os ingredientes fornecidos ao animal, examinar se o que o animal é capaz de aproveitar, ou seja, a porção realmente metabolizada pelo animal, e seus efeitos sobre a produção, será possível aprimorar o balanceamento de dietas, alcançando melhores resultados produtivos.

Uma possível hipótese para avaliar este aspecto é através da análise dos componentes do leite (determinação de gordura, proteína e nitrogênio uréico). Os componentes podem fornecer informações precisas e preciosas de como o animal está respondendo à dieta ofertada, sendo estas análises de fácil execução e custo reduzido, quando comparadas às análises laboratoriais.

O objetivo deste estudo foi avaliar as ferramentas geralmente utilizadas no balanceamento das dietas para vacas leiteiras (análises laboratoriais, medição do consumo de matéria seca, avaliação do tamanho de partículas através do uso de peneiras e a análise de nitrogênio uréico do leite), confrontando diretamente com a composição do leite produzido.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma fazenda comercial, localizada no município de Araras, Estado de São Paulo, região de clima subtropical, com temperatura máxima de 35 °C em dezembro, janeiro e fevereiro e mínima de 10 °C em maio, junho e julho. Foram utilizados dados provenientes das lactações de 650 fêmeas bovinas, múltiparas e primíparas, da raça holandesa, com produção média diária de 38,2 kg de leite, que se encontravam em diferentes fases da lactação entre março de 2001 a abril de 2002. As vacas estiveram confinadas em “free-stalls” dotados de ventiladores e aspersores, acionados automaticamente quando a temperatura ambiente ultrapassava 23°C.

Os animais foram alimentados sete vezes ao dia, ocorrendo o primeiro fornecimento às 5:00 horas e o último às 21:00 horas. A dieta foi total e única para todos os animais, composta com os ingredientes citados na Tabela 1, e com composição química (bromatológica) citada na Tabela 2.

Tabela 1. Composição média da dieta completa de vacas holandesas de alta produção por ingredientes, em % da matéria seca (% MS).

Ingrediente	Porcentagem em Matéria Seca
Silagem de milho	36,60
Pré Secado de “Coast Cross”	9,00
Polpa cítrica	11,18
Gérmen de milho	13,40
Farelo de soja 48% PB	11,98
Protenose de milho	2,23
Milho de alta umidade	12,51
Concentrado mineral/vitamínico	2,22
Sais de sabões de cálcio	0,89
Total	100,00

Tabela 2. Composição química média da dieta completa de vacas holandesas de alta produção (teórica e bromatológica).

Nutriente	Teórica	Bromatológica
Matéria seca (%)	50,2	51,2
Proteína bruta (% M.S.)	16,9	15,9
Extrato etéreo (% M.S.)	4,5	3,8
Fibra em detergente ácido (% M.S.)	18,6	21,4
Fibra em detergente neutro (% M.S.)	31,4	36,8
Carboidratos não estruturais (% M.S.)	40,2	37,7
Matéria mineral (% M.S.)	6,6	5,9
Consumo de matéria seca (kg/dia)	23,0 ¹	21,4 ²

¹ Consumo projetado, ² Consumo obtido.

As dietas foram formuladas segundo as recomendações do NRC Dairy Cattle, (NRC, 2001), sendo calculadas e avaliadas com auxílio do software Spartan REB, versão 2.0 (MSU, 1992). As bibliotecas de ingredientes destes programas foram formadas por dados referentes a ingredientes analisados nos laboratórios de análise de alimentos da Universidade de São Paulo (FMVZ e ESALQ) e de algumas indústrias de ração animal. Durante o período do estudo os ingredientes utilizados na dieta foram substituídos conforme a disponibilidade de mercado e flutuação de preços.

Para o presente estudo, foram tomadas as médias mensais da composição do leite (MUN, gordura, proteína e a relação proteína/gordura) das

vacas em lactação durante o período de março de 2001 a abril de 2002, bem como o consumo médio de matéria de seca (MS) dos animais, a composição teórica e bromatológica e a avaliação do tamanho de partículas da dieta em cada período.

As vacas foram ordenhadas 3 vezes ao dia em sala de ordenha do tipo espinha de peixe 12 x 2 linha baixa, com sistema de coleta de dados informatizado (AFIMILK^{®1}), onde a produção de leite de cada animal foi medida e armazenada automaticamente via computador.

As amostras de leite foram coletadas mensalmente, segundo as recomendações do IDF Standard (1996), sempre na ordenha da manhã, diretamente do medidor, sendo transferida para o frasco de coleta (contendo como conservante bronopol), tendo sido homogeneizada por no mínimo 15 segundos e encaminhada ao Laboratório da Clínica do Leite (ESALQ/USP), para determinação dos teores de gordura, proteína e uréia. As concentrações de gordura e proteína foram determinadas por leitura de absorção infravermelha pelo equipamento Bentley 2000², e as concentrações de nitrogênio uréico no leite (MUN - Milk Urea Nitrogen) determinado utilizando-se o equipamento ChemSpeck 150² através de método enzimático e espectrofotométrico de trans-reflectância.

Para a coleta de amostras representativas da dieta, na extensão do cocho foram estendidas 3 lonas plásticas (início, meio e final do cocho) de dimensões de 1,5m x 1,0m, antes da distribuição da dieta aos animais. Após a passagem do vagão distribuidor de ração completa, as amostras de cada uma das lonas plásticas foram misturadas e homogeneizadas, sendo retirada deste volume uma amostra da dieta, que foi mantida armazenada em câmara fria até o momento da análise laboratorial. Através das análises laboratoriais (bromatológicas) foram determinados os teores de proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca, matéria mineral (Weende), fibra detergente neutro e fibra detergente ácido, segundo a metodologia proposta por Van Soest e Goering. Com estes dados foram calculados os teores de carboidratos não estruturais.

¹ SAE AFIKIM, Israel.

² Bentley Instruments, Inc., EUA.

Essas análises foram realizadas mensalmente no laboratório de análises bromatológicas da FMVZ-USP.

A formulação elaborada através do SPARTAN REB (MSU, 1992), seguindo as recomendações do NRC Dairy Cattle (NRC, 2001) foi considerada como composição teórica da dieta. O consumo de matéria seca foi obtido através das pesagens diárias da dieta fornecida e das sobras de cocho de cada lote. Com estes dados foram calculados os consumos diários por animal. O valor do consumo de matéria seca usado foi a média dos consumos diários de cada mês.

O tamanho de partículas da dieta foi avaliado através dos Separadores de Partículas da Universidade da Pensilvânia³, seguindo a metodologia do mesmo (Lammers et al., 1996). As partículas foram determinadas como a porção retida na peneira superior (grossa - 19 mm), na peneira média (média - 8 mm) e o restante da amostra (fina), sendo expressos em porcentagens do total. Essa avaliação foi feita mensalmente, nos mesmos dias das coletas de amostras da dieta para as análises bromatológicas. Para verificar se existem associações lineares entre a composição do leite e a dieta efetuou-se o cálculo dos coeficientes de Correlação Linear de Pearson (r), dado pela seguinte equação:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

onde: x_i e y_i são as observações de duas variáveis quaisquer (por exemplo, MUN e % de FDN da dieta) e n é o número de pares de observações. Esse coeficiente foi testado estatisticamente pelo teste t de Student (Alves, 2000; Costa Neto, 1977; Souza, 1998).

³ Peneiras de PennState, Nasco Farm & Ranch, EUA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a análise descritiva (relativa a 12 amostragens anuais) das variáveis relacionadas às composições da dieta (teórica e laboratorial), aos componentes do leite, aos consumos de matéria seca (CMS) e aos tamanhos de partículas.

Observam-se diferenças numéricas entre os valores médios, de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e carboidratos não estruturais (CNE), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) obtidos através da análise laboratorial e determinação teórica. Contudo, as maiores diferenças observadas são em relação aos desvios padrões (DP) e coeficientes de variação (CV), que nos dados referentes à composição laboratorial são bem superiores aos teóricos.

Os valores médios obtidos, para a composição do leite, CMS e para o tamanho de partículas são semelhantes aos valores médios encontrados na literatura e considerados normais para vacas da raça Holandesa criadas em regime intensivo (Heinrichs et al., 1999; Hettinga, 1989 e Linn, 1991).

Tabela 3. Análise descritiva das variáveis relacionadas aos componentes da dieta completa (segundo a análise laboratorial e formulação teórica), aos componentes do leite, aos consumos de matéria seca e aos tamanhos de partículas de vacas holandesas de alta produção.

	Variáveis	Média	D. Padrão	C. V. (%)	Mínimo	Máximo
Laboratoriais	MS (%)	50,75	2,85	5,62	47,42	58,93
	PB (%)	15,80	1,08	6,84	14,36	17,50
	FDA (%)	20,54	2,04	9,91	16,63	23,06
	FDN (%)	35,96	4,53	12,60	31,39	43,77
	CNE (%)	38,37	3,82	9,95	31,68	42,50
	MM (%)	6,05	0,76	12,55	5,00	7,46
	EE (%)	3,82	0,45	11,76	3,22	4,55
Teóricas	MS (%)	50,19	0,64	1,27	49,20	51,40
	PB (%)	16,98	0,28	1,65	16,48	17,48
	FDA (%)	18,98	0,84	4,40	17,73	19,66
	FDN (%)	32,39	1,14	3,51	29,83	33,48
	CNE (%)	39,34	1,63	4,14	38,28	43,51
	MM (%)	6,66	0,46	6,89	6,12	7,23

C. Leite	EE (%)	4,51	0,46	10,12	4,06	5,37
	MUN (mg/dL)	13,64	1,63	11,95	11,51	16,77
	Gordura (%) (G)	3,33	0,22	6,49	2,96	3,67
	Proteína (%) (P)	3,15	0,07	2,25	3,04	3,27
	Relação P:G (RPG)	0,95	0,07	8,04	0,84	1,10
Consumo	Laboratorial Matéria Seca (Kg)	21,75	2,29	10,54	17,11	24,32
	Teórico Matéria Seca (Kg)	21,65	2,50	11,56	16,70	24,82
Tamanho	Grossa (%)	25,13	3,15	12,52	21,99	32,28
	Media (%)	34,50	1,85	5,37	32,71	38,02
	Fina (%)	40,37	4,66	11,54	29,70	45,23

Avaliação da análise laboratorial da dieta

Os resultados da avaliação da primeira hipótese testada (Verificar se a análise laboratorial de amostras da dieta é uma boa ferramenta para avaliação do balanceamento), estão descritos na tabela 4, que apresenta a correlação entre os resultados das análises laboratoriais e os valores teóricos da dieta.

Tabela 4. Coeficientes de Correlação de Pearson para cruzamento dos componentes da dieta teórica *versus* os componentes da dieta segundo a análise laboratorial

Coeficientes de Correlação entre Componentes Teóricos e Laboratoriais							
	MS (%)	PB (%)	FDA (%)	FDN (%)	CNE (%)	MM (%)	EE (%)
MS (%)	-0,5644 *						
PB (%)		-0,2381 ^{ns}					
FDA (%)			0,1755 ^{ns}				
FDN (%)				-0,1985 ^{ns}			
CNE (%)					-0,4107 ^{ns}		
MM (%)						0,0004 ^{ns}	
EE (%)							0,6018 **

ns = não significativo pelo teste *t* de Student, considerando um n.m.s. de 10% ($p > 0,10$);

* = significativo pelo teste *t* de Student ao nível de 10% ($p \leq 0,10$);

** = significativo pelo teste *t* de Student ao nível de 5% ($p \leq 0,05$);

Os resultados obtidos demonstram que somente os teores de extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) entre a dieta formulada e as análises bromatológica estiveram correlacionadas significativamente, aos níveis de 5% e 10% (através do teste *t* de Student), respectivamente.

O fato das composições não estarem correlacionadas é preocupante porque era esperada a existência da correlação de todos os componentes da dieta; afinal a dieta analisada em laboratório foi elaborada em função da dieta teórica.

Observando, por exemplo, a porcentagem de proteína bruta da dieta na tabela 3, verifica-se que os valores foram de 15,80% (para a análise laboratorial) e 16,98% (na composição teórica), ou seja, apresentam uma diferença de aproximadamente 1%. Contudo, verificando a amplitude da variação dos dados, têm-se coeficientes de variação (CV) bem diferentes, 6,84 e 1,65%, (respectivamente para a análise laboratorial e a composição teórica), e assim pode-se verificar como os níveis de PB da dieta foram realmente diferentes. O mesmo é verificado em relação aos outros componentes da dieta (FDA, FDN, CNE e MM). A análise laboratorial em todos estes casos apresentou C.V. maiores em relação à composição teórica.

Na avaliação do resultado da dieta analisada em laboratório no programa computacional do NRC Dairy Cattle (NRC, 2001), observa-se que se estes dados fossem verdadeiros, com os níveis desta dieta, os animais sofreriam uma redução do potencial de produção (dados apresentados na Tabela 5).

Tabela 5. Avaliação dos dados obtidos nas análises laboratoriais da dieta completa em relação à dieta formulada (esperado)

Potencial	Produção de Leite (kg/dia)		
	Laboratório	Esperado	Diferença
Energia Líquida/Leite	33,5	34,8	-1,3
Proteína Bruta/Leite	32,1	35,6	-3,5

A partir destas constatações (correlações entre as composições teóricas e laboratoriais e verificação dos dados no software do NRC, 2001), conclui-se que a análise laboratorial, não apresentou bons resultados para o balanceamento de dieta. Sendo assim, o correto seria utilizarmos a composição teórica na avaliação da dieta.

É difícil identificar se o erro que a análise laboratorial da dieta completa apresentou esta diretamente ligada à coleta das amostras na

fazenda, aos procedimentos de análise no laboratório, à mistura dos ingredientes na fazenda no momento do preparo da dieta, ou ainda do conjunto destes fatores.

Uma forma para se responder a dúvida quanto ao erro no momento do preparo da dieta, é avaliar a produção de leite que os animais apresentaram. Como a dieta teórica possuiu potencial de produção esperado de 35,6 kg (dado apresentado na Tabela 5) e a produção de leite observada foi de 38,2 kg, é possível que a dieta foi preparada de maneira adequada, e a diferença de produção observada, ser devida aos animais apresentarem diminuição nas reservas corporais (diminuição no escore de condição corporal - ECC).

Avaliação da composição teórica

Como se verificou que a análise laboratorial de amostras da dieta não apresentou bons resultados no balanceamento de dietas completas, partiu-se para a verificação da viabilidade do uso da composição teórica da dieta (calculada com auxílio de software específico), para esta finalidade. Foi então realizada a análise de correlação entre os valores teóricos da dieta com os componentes do leite. Aliado a este procedimento verificou-se o comportamento da análise laboratorial na predição da composição do leite.

Correlacionando os dados da composição do leite com os dados da composição laboratorial e teórica, foram obtidos os Coeficientes de Correlação de Pearson descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos componentes do leite *versus* componentes da dieta, segundo formulação teórica e análise laboratorial

% MS	Componentes do Leite		
	Gordura (%)	Proteína (%)	Relação P:G
PB Laboratorial	0,2784 ^{ns}	-0,1820 ^{ns}	-0,2630 ^{ns}
PB Teórico	0,4384 ^{ns}	-0,0310 ^{ns}	-0,4120 ^{ns}
FDA Laboratorial	-0,2564 ^{ns}	-0,3181 ^{ns}	0,1405 ^{ns}
FDA Teórico	0,5864 ^{**}	-0,2702 ^{ns}	-0,5612 [*]
FDN Laboratorial	-0,3138 ^{ns}	0,0105 ^{ns}	0,2505 ^{ns}
FDN Teórico	0,7248 ^{***}	-0,4343 ^{ns}	-0,7334 ^{***}
CNE Laboratorial	0,3658 ^{ns}	0,0784 ^{ns}	-0,2691 ^{ns}
CNE Teórico	-0,6006 ^{**}	0,2996 ^{ns}	0,6154 ^{**}
EE Laboratorial	-0,6714 ^{**}	-0,2190 ^{ns}	0,5007 [*]

EE Teórico	-0,2294 ^{ns}	-0,2314 ^{ns}	0,1136 ^{ns}
MM Laboratorial	0,0344 ^{ns}	-0,0680 ^{ns}	-0,0633 ^{ns}
MM Teórico	0,3075 ^{ns}	0,2054 ^{ns}	-0,2391 ^{ns}

ns = não significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$);

* = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 10% ($p \leq 0,10$);

** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5% ($p \leq 0,05$);

*** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Na Tabela 6 verifica-se que as análises laboratoriais somente apresentaram correlações significativas com os componentes do leite para EE *versus* % de gordura e por conseqüência EE *versus* RPG.

A correlação negativa entre o EE da dieta laboratorial e a G e RGP do leite, é devido ao impacto das gorduras na fermentação ruminal, que é variável segundo o tipo e a quantidade de lipídios ofertados ao animal.

Quando a suplementação lipídica é fornecida para se reduzir às quantidades de amido da dieta, pode ocorrer um aumento na proporção ruminal de acetato: propionato e uma conseqüente elevação na secreção de gordura no leite (Chilliard, 1993; Corassin, 1999), como o que ocorreu foi o inverso, a explicação seria o fornecimento de gordura que não é ruminalmente inerte. Isto inibe alguns microorganismos ruminais, reduz a digestão da fibra e também reduz a proporção de acetato: propionato (DePeters & Cant, 1992). Como o acetato é o maior precursor da gordura no leite, uma redução na proporção de acetato poderá ocasionar a depressão na gordura do leite (o aumento no acetato poderá reverter este quadro).

Porém como a dieta foi formulada com lipídios ruminalmente protegidos e em baixa quantidade de inclusão (4,5%), e a porcentagem de gordura do leite (3,3%), esta de acordo com dados da literatura, este resultado diverge da realidade.

Com relação à composição teórica observar-se que a FDA, a FDN e os CNE estão correlacionados ao teor de gordura e à RGP. A correlação positiva entre a FDN e FDA e a G e RGP, é explicada pelo fato de boas forragens conterem uma concentração adequada de FDN e FDA, sendo assim, com o aumento da concentração de forragens de boa qualidade na dieta, a produção de ácido acético é beneficiada (Woodford & Murphy, 1998). Como

este ácido é o responsável pela maior parte da gordura do leite, há aumentos no teor de G e por consequência na relação RGP.

Com relação aos CNE foi determinada uma correlação negativa. Sabemos que os CNE são os maiores responsáveis pela produção de ácido propiônico. Quando as concentrações ruminais de ácido propiônico se elevam (em relação ao acético) ocorre à supressão na G do leite. Alterando as concentrações de G altera-se a RGP.

A partir destes resultados observar-se que a composição teórica apresenta melhores correlações com os componentes do leite, ou seja, com o que a vaca esta realmente ingerindo e convertendo em produção. Sendo assim é possível que se realize o balanceamento de dietas completas, obtendo resultados adequados, utilizando apenas a composição teórica dos ingredientes.

Avaliação do consumo de matéria seca

A correlação entre os consumos de matéria seca obtido (real) e o estimado (teórico) esta apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes de Correlação de Pearson para cruzamento do consumo de matéria seca estimado (teórico) *versus* o consumo de matéria seca real (obtido)

Coeficiente de Correlação	
	CMS (kg/dia) Estimado
CMS (kg/dia) Obtido	0,9053 ***

*** = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Os resultados revelam que os consumos de matéria seca estimado e obtido, apresentaram correlação linear forte e significativa ao nível de 1%. Com este resultado pode-se afirmar que, neste estudo, seria desnecessária a medição diária do consumo dos animais, sendo possível confiar plenamente no consumo estimado durante a formulação da dieta.

Os coeficientes de correlação entre os consumos de matéria seca estimado e obtido, e os componentes do leite são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos componentes do leite versus consumo de matéria seca estimado (teórico) e obtido (real)

Consumo MS (Kg)	Componentes do Leite			
	MUN (mg/dL)	Gordura (%)	Proteína (%)	Relação P:G
Estimado	0,3127 ^{ns}	0,6943 ^{**}	-0,2955 ^{ns}	-0,6891 ^{**}
Obtido	0,1656 ^{ns}	0,8043 ^{***}	-0,3385 ^{ns}	-0,7876 ^{***}

ns = não significativo pelo teste *t* de Student, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$);

** = significativo pelo teste *t* de Student ao nível de 5% ($p \leq 0,05$);

*** = significativo pelo teste *t* de Student ao nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Tanto o consumo estimado, como o obtido, foram correlacionados com a porcentagem de gordura do leite e a relação entre proteína e gordura. Sendo assim, é possível afirmar que o consumo é uma boa ferramenta para prever a variação no teor de gordura do leite.

O consumo de matéria seca (CMS) determina a concentração de nutrientes na dieta necessários para suprir as necessidades de manutenção e produção. O CMS do animal é determinado por características da dieta e do ambiente. Animais saudáveis, que não apresentam desconforto, consomem uma maior quantidade de matéria seca (Forbes, 1995). O maior consumo de matéria seca reflete melhor condição ruminal, e animais que apresentam o ambiente ruminal saudável são capazes de produzir leite com maiores proporções de sólidos.

Porém, como tanto o consumo obtido como o estimado podem ser capazes de prever o teor de gordura, e a correlação entre os consumos de matéria seca é altamente significativa, é possível afirmar mais uma vez que a medição diária do consumo pode ser uma prática descartada.

Avaliação do tamanho de partículas

Os dados referentes à correlação entre o tamanho de partículas da dieta e os componentes do leite são dispostos na Tabela 9.

Tabela 9. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos componentes do leite versus tamanho de partículas da dieta

Tamanho de Partículas	Componentes do Leite			
	MUN (mg/dL)	Gordura (%)	Proteína (%)	Relação P:G
Grossa (%)	0,6213 ^{**}	0,1504 ^{ns}	0,3909 ^{ns}	-0,0525 ^{ns}
Média (%)	0,7040 ^{**}	-0,0066 ^{ns}	0,2261 ^{ns}	0,0379 ^{ns}
Fina (%)	-0,6995 ^{**}	-0,0989 ^{ns}	-0,3539 ^{ns}	0,0204 ^{ns}

ns = não significativo pelo teste *t* de Student, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$);

** = significativo pelo teste *t* de Student ao nível de 5% ($p \leq 0,05$);

As únicas correlações dos tamanhos de partículas em relação aos componentes do leite observadas foram em relação ao MUN.

Aumentos na porção da dieta com tamanho de partículas grossas e médias foram correlacionados com aumentos nas concentrações de MUN (0,6213 e 0,7040, respectivamente). Já a porção da dieta com tamanho de partículas fino foi correlacionado com a redução das concentrações de MUN (-0,6995), sendo todas estas correlações significativas pelo teste *t* de *Student* ao nível de 5%.

Isto pode ser explicado pelo fato das partículas grandes conterem uma maior concentração de fibra que dificulta a picagem durante o preparo da dieta completa, que pode ocasionar a diminuição da digestibilidade do alimento.

Aliado a isto é importante salientar a citação de Payne & Payne (1987), que observaram que vacas sob condição de pastejo (situação onde a porção da dieta representada por partículas grossas ou médias é maior), tendem a apresentar, em virtude do maior consumo de proteína bruta, maiores níveis de nitrogênio uréico no sangue e leite. Não se deve esquecer que o consumo de altos níveis de proteína degradável no rúmen e ou de baixos níveis de carboidratos não estruturais também possam estar envolvidos nos aumentos dos níveis de uréia do sangue ou leite.

Estando a maior porção dos CNE representada por partículas finas, considera-se que o aumento de partículas finas é um acréscimo de CNE na dieta, fato que reduz consideravelmente os valores de MUN.

Em relação ao consumo de matéria seca verifica-se na Tabela 10, que a avaliação do tamanho de partículas não foi correlacionada ao consumo de matéria seca obtido, estando apenas correlacionada as porções de partículas grossa e fina do consumo estimado (teórico).

Tabela 10. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento dos consumos de matéria seca versus tamanho de partículas da dieta

Consumo Matéria Seca (Kg)	Tamanho de Partículas		
	Grossa	Média	Fina
Consumo Obtido	0,3796 ^{ns}	0,0776 ^{ns}	-0,2872 ^{ns}
Consumo Estimado	0,5916 ^{**}	0,3973 ^{ns}	-0,5575 [*]

ns = não significativo pelo teste *t* de Student, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$);

* = significativo pelo teste *t* de Student ao nível de 10% ($p \leq 0,10$);

** = significativo pelo teste *t* de Student ao nível de 5% ($p \leq 0,05$);

Os dados demonstram que quando há um predomínio de partículas grossas na dieta, o consumo de matéria seca (teórico) é maior (0,5916), ocorrendo o inverso quando há um aumento da porção mais fina da dieta (-0,5575).

Uma possível explicação para este fato é a saúde do ambiente ruminal. Quando o animal apresenta acidose ruminal (mesmo que seja subclínica), situação comum quando a dieta é muito rica em concentrados (ou seja, contenha uma porção maior de partículas finas), há redução no consumo de alimentos. Já, no caso do rúmen estar fisiologicamente adequado, o consumo será maior.

Porém, em função dos resultados relacionados à composição do leite, é interessante que o uso da análise do tamanho de partículas seja melhor avaliada, afinal neste estudo, só determinou-se a correlação entre o tamanho de partículas com o teor de MUN do leite e não se observou correlação do tamanho de partículas com o teor de gordura do leite, a mais citada em estudos anteriores (Heinrichs et al. 1999 e Lammers et al., 1996), e que justificariam sua realização para determinação da efetividade física da fibra utilizada na dieta (Pereira et al., 2003).

Avaliação do nitrogênio uréico no leite

A última hipótese averiguada foi a da utilidade da análise de nitrogênio uréico do leite (MUN) no balanceamento de dietas.

Para isto foram calculadas correlações entre o MUN e os componentes da dieta (de acordo com a composição teórica), que são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11. Coeficientes de Correlação de Pearson para o cruzamento do MUN *versus* consumo de matéria seca e componentes da dieta teórica

Dieta Teórica	MUN (mg/dL)
Consumo MS (Kg) Estimado	0,3127 ^{ns}
MS (%)	0,3609 ^{ns}
PB (%)	0,5644 *
FDA (%)	-0,1297 ^{ns}
FDN (%)	0,0562 ^{ns}
CNE (%)	-0,4093 ^{ns}
MM (%)	0,4642 ^{ns}
EE (%)	0,2146 ^{ns}

ns = não significativo pelo teste *t* de *Student*, considerando um n.m.s. de 10 % ($p > 0,10$);

* = significativo pelo teste *t* de *Student* ao nível de 10% ($p \leq 0,10$);

A única correlação observada nesta análise foi entre a porcentagem de PB da dieta e o MUN (0,5644), significativa a 10%. Este resultado permite afirmar que a análise de MUN é de grande importância para verificar a adequação de proteína bruta da dieta. Este resultado é semelhante a diversas citações da literatura que apresentam o MUN como indicador do balanço protéico da dieta (Hof et al., 1997; Hutjens, 1995 e 2001; Jonker et al., 1999 e Kohn, 2000).

Visto que a análise de gordura do leite é útil para ajustes de FDA, FDN, CNE e consumo (e não é útil para avaliar a PB da dieta), a associação desta, com a análise de MUN (útil para ajuste de PB) é de grande valia na avaliação de dietas.

CONCLUSÕES

O sucesso ou falha de um nutricionista é medido pela sua habilidade em prever resultados, firmar compromissos e determinar se as alterações de dieta propostas serão toleradas pelos animais, sem nunca esquecer que quantidades estáveis e adequadas de nutrientes são essenciais para produção de leite.

Com intuito de ajudar nesta tarefa verificou-se que as avaliações das diversas ferramentas para balanceamento de dietas completas estudadas proporcionaram resultados muito interessantes, que podem facilitar e baratear muito este trabalho. Foi visto que as análises laboratoriais de dietas são laboriosas, possuem alto custo e não forneceram resultados adequados.

Considerando como base o preço médio do leite de R\$ 0,34, recebido pelo produtor entre os meses de janeiro de 2000 e julho de 2002 (CEPEA, 2002), as análises laboratoriais custam à produção de 308,8 litros de leite, ao passo que as análises dos componentes de leite custam cerca de 4,6 litros.

Foi constatado, também, que a medição de consumo de matéria seca diário na fazenda poderia ser descartada, visto que o consumo esperado (o calculado pelo NRC, 2001), nos forneceu dados próximos do observado. A análise do tamanho de partículas mostrou ser uma prática interessante para monitoramento de consumo de matéria seca e o nitrogênio uréico do leite.

Por fim, constatou-se que a análise dos componentes do leite (MUN aliada à análise do teor de gordura) pode fornecer dados importantíssimos sobre o balanço de proteínas, carboidratos não estruturais e fibras solúveis em detergente ácido e neutro, e serem de extremo auxílio na tarefa do nutricionista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.I.F. **Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade Utilizando o EXCEL**. Apostila. Piracicaba, ESALQ/USP, 2000. 127p.

BUTLER, W. R.; SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 72, p.767-72, 1989.

BUTLER, W.R.; et al. Milk urea nitrogen: Field trial results on conception rates and dietary inputs. **Proceedings from the Cornell Nutrition Conference**. Cornell University, Ithaca, NY, p.89, 1995.

CEPEA – Preços mensais do leite tipo c. Disponível em: <<http://www.cepea.usp.br>>. Acesso em: 21 ago. 2003.

CHILLIARD, Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.3897-03, 1993.

CORASSIN, C. H. **Efeitos da gordura ruminalmente protegida sobre o desempenho e composição do leite e sangue de vacas Holandesas**. Pirassununga, 1999. 86p. Dissertação (Mestrado) – FMVZ, Universidade de São Paulo.

COSTA NETO, P.L. de O. **Estatística**. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1977. 264p.

DePETERS, E.J.; J. P. CANT. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A Review. **J. Animal Sci.**, v.75, p.2043-50, 1992.

FORBES, J. M. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. **CAB International**, Wallingford, UK., 1995.

GARNSWORTHY, P. C. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. **In: Nutrition and Lactation in Dairy Cow**. 1^a ed., Butterworths, Londres, p.157, 1988.

HEINRICHS, A.J. et al. A review: processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. **J. Animal Sci.**, v.77, p.180-6, 1999.

HETTINGA, D. A. Why alter milk composition? **J. Dairy Sci.**, v.72, p.2790-2800, 1989.

HOF, G.; et al. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.80, n.12, p.3333-40, 1997.

HUTJENS, M. F. Diagnosing nutritional programs with records. **Proceedings of the MidSouth Ruminant Nutrition Conference**. TX, p.37-42. 1995.

HUTJENS, M. F. Evaluating nutritional management changes. **Proceedings of the 5th Western Dairy Management Conference**. Nevada, p.139-46. 2001.

IDF - INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Standard Method n.º 141b.1996. Whole milk determination of milk fat, protein and lactose content. **IDF Committee**, Brussels, Belgium.

JONKER, J.S.; et al. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.81, n.10, p.2681-92, 1999.

KOHN, R.A. Caution needed when interpreting MUN. **Hoard's Dairyman**, v.145, n.2, p.58, 2000.

LAMMERS, B. P. et al. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **J. Dairy Sci.** v.79, p.922-28, 1996.

LINN, J. G. Altering the Composition of Milk through Management Practice. **Feedstuffs**, EUA, v.61, n. 17, p.18-23, jun. 1991.

MSU Software Spartan. **Cooperative Extension Service. Animal Science Department of Michigan State University**. 1992. Disquete.

MURPHY J. J., O'MARA, F. Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. **Livestock Prod. Sci.**, v.35, p.117-134, 1993.

N.R.C. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle** - National Academy of Science, National Academy Press, Washington, D.C., 2001.

PAYNE, J. A.; PAYNE, S. **The Metabolic Profile Test**. Oxford University Press, New York, 1987.

PEREIRA,. In: VII Curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos (Anais). 2003.

ROSELER, D.K. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.525-34, 1993.

SOUZA, G.S. **Introdução aos Modelos de Regressão Linear e Não-Linear**. Brasília: Embrapa -SPI / Embrapa - SEA, 1998. 489p.

SUTTON, J. D. Altering Milk Composition by Feeding. **J. Dairy Sci.**, v.72, p.2801-14, 1989.

SUTTON, J. D. e MORRANT, S. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. **Livestock Prod. Sci.**, v.23, p.219-37.1989.

THOMAS, P. C.; CHAMBERLAIN, D. G. Manipulation of milk composition to meet market needs. In: **Recent advances in animal nutrition**, Butterworths, Londres. p.219-43. 1984.

VAN SAUN, R. J. Metabolic profiling to evaluate nutritional and disease status. **Bovine Practitioner**, v.31, p.37-40.1997.

WOODFORD, S.T.; MURPHY, M.R. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake and rumen function of dairy cows in early lactation. **J. Dairy Sci.**, v.71, p.674-86, 1998.

YOUNG, C. W. et al. Production, consumption, and pricing of milk and its components. **J. Dairy Sci.**, v.69, p.272-79, 1986.