

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JESSICA KARINA PONCHEKI

**AVALIAÇÃO DO MANEJO DE VACAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO
UTILIZANDO AS INFORMAÇÕES DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O
PARTO**

CURITIBA

2015

JESSICA KARINA PONCHEKI

**AVALIAÇÃO DO MANEJO DE VACAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO
UTILIZANDO AS INFORMAÇÕES DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O
PARTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa Sistemas de Produção, Departamento de Medicina Veterinária, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Almeida

CURITIBA

2015

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“AVALIAÇÃO DO MANEJO DE VACAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO UTILIZANDO AS INFORMAÇÕES DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O PARTO”** apresentada pela Mestranda **JESSICA KARINA PONCHEKI** declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata ADTA para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 10 de fevereiro de 2015

Professor Dr. Rodrigo de Almeida
Presidente/Orientador

Professora Dra. Simone Gisele de Oliveira
Membro

Dr. Alexandre Mendonça Pedroso
Membro

Ao meu pai Luciano e a minha mãe Rosa, que são o alicerce do meu crescimento
pessoal e profissional.

A Eduardo, companheiro e amigo que sempre me instigou a ir além dos meus
limites.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades e pelas escolhas corretas. Por me dar paciência e sabedoria para superar os desafios do dia a dia.

Agradeço ao meu pai e minha mãe, Luciano e Rosa, e minhas irmãs, Kely e Thayz, que sempre me apoiaram nos estudos, sempre tiveram os melhores conselhos e o melhor ombro amigo. “Se pudesse fazê-los eternos, eternos seriam”.

A Eduardo, que sempre me incentivou a seguir com o objetivo de ser mestre, que está sempre ao meu lado, por todo o seu carinho, amor e compreensão. O amor supera tudo.

Ao meu orientador, Dr. Rodrigo de Almeida, pela pessoa, pelo profissional, pelo exemplo de ética e compromisso. Obrigada pelas inúmeras reuniões, e-mails, conversas e conselhos ao longo desses dois anos de trabalho.

Agradeço a Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, em especial a José Augusto Horst, que cedeu seu tempo, seus conhecimentos e depositou sua confiança em nosso trabalho.

Ao Professor Ken Nordlund, por ser o mentor da ideia desta pesquisa e que mesmo dentro dos seus limites auxiliou no desenvolvimento dessa pesquisa.

Às minhas amigas Carolina, Elaine e Paula, pelas confissões, pelos conselhos, pelas risadas, pela amizade sem limite. A distância nunca irá impedir a manifestação do verdadeiro sentimento.

Ao amigo Márcio Segui, que acreditou no meu potencial profissional desde a faculdade, que me apoiou e me auxiliou no mestrado. Obrigada pela sua confiança.

A todos que participaram desse projeto de forma direta ou indireta, colegas de mestrado, professores, ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da UFPR, a CAPES e a todos os profissionais que conheci nessa caminhada.

Aos animais, que são a razão de todo o nosso esforço e dedicação.

Muito obrigada!!

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez.”

George Bernard Shaw

RESUMO

O período de transição é considerado a fase de maior interesse no ciclo produtivo de uma vaca leiteira. O manejo aplicado nessa fase é refletido na produtividade da lactação subsequente. Até 75% das principais enfermidades na bovinocultura leiteira ocorrem no primeiro mês após o parto e estão associadas com a extensão e intensidade do balanço energético negativo (BEN). O desencontro entre as curvas de lactação e de ingestão de matéria seca ocasionam um déficit de energia, compensado pela mobilização das reservas corporais, principalmente do tecido adiposo. A identificação de doenças no início da lactação fica comprometida quando os casos ocorrem de forma subclínica, diminuindo até 30% da produtividade do animal. Atualmente, o perfil metabólico tem sido utilizado na identificação de distúrbios metabólicos. Altas concentrações sanguíneas de β -hidroxiacetato (BHBA) e de ácidos graxos não esterificados (AGNE) são indicativos de mobilização excessiva do tecido adiposo e estão associadas à incidência de cetose em vacas no início da lactação. A relação gordura proteína (RGP) no primeiro controle leiteiro após o parto pode indicar excesso de mobilização do tecido adiposo. Na última década, pesquisadores dos Estados Unidos desenvolveram uma ferramenta chamada Transition Cow Index[®] (TCI[®]), que avalia de maneira objetiva o manejo durante o período de transição e compara a eficiência entre rebanhos. Informações individuais da lactação anterior são utilizadas para gerar uma expectativa de produção no primeiro controle leiteiro, que é comparado com a produção real. Valores negativos de TCI indicam falha no manejo no período de transição, assim como valores positivos indicam sucesso no manejo empregado. A RGP teve forte correlação positiva com o teor de gordura ($r = 0,85$) e correlação negativa de média magnitude com a proteína ($r = -0,23$). Animais de 4^a e 5^a lactação ou mais apresentaram maior ($P < 0,01$) RGP, seguida por animais de 3^a, 1^a e 2^a lactação com menor RGP (1,185; 1,183; 1,164; 1,151 e 1,126, respectivamente). Animais da raça Jersey tiveram maior ($P < 0,01$) RGP do que animais das raças Holandesa e Pardo Suíço, que não foram diferentes ($P = 0,74$) entre si (1,185; 1,149 e 1,152, respectivamente). A maior correlação positiva entre RGP e BHBA foi no dia 12 após o parto ($r = 0,21$), que foi o dia mais próximo ao controle leiteiro. O TCI apresentou moderada correlação positiva com a produção acumulada na lactação anterior ($r = 0,42$). Produção de leite acumulada na lactação anterior, dias em leite na lactação anterior, escore linear de contagem de células somáticas no último controle, dias secos, ordem de lactação, idade ao parto em meses, mês do parto e dias em leite no controle foram as variáveis independentes utilizadas para gerar expectativa de produção de leite no dia do primeiro controle. A média geral de TCI[®] foi de -0,283 kg/dia. Os cinco melhores rebanhos tiveram TCI[®] médio de 6,784 e os cinco piores rebanhos ficaram com TCI[®] médio de -11,187.

Palavras-chave: ferramentas de avaliação, bovinocultura leiteira, TCI, relação gordura proteína.

ABSTRACT

Transition period is considered the most interesting phase in the productive cycle of dairy cow. Management applied in this phase is reflected on the following lactation productivity. Up to 75% of the main diseases in dairy cattle occur in the first month after calving and are associated with duration and intensity of the negative energy balance (NEB). Difference between lactation and dry matter ingestion curves generate energy deficit, compensated by body reserves, mainly adipose tissue. Diseases detection on early lactation is compromised when subclinical cases occur, decreasing 30% of animal productivity. Currently metabolic profile has been used in metabolic disorders identification. High blood levels of β -hydroxybutyrate (BHBA) and non-esterified fatty acids are markers of excessive mobilization of adipose tissue and are associated to ketosis incidence in cows in early lactation. Fat to protein ratio (FPR) in the first test-day after calving may indicate excessive mobilization of adipose tissue. In the last decade, researchers from United States of America developed a tool called Transition Cow Index[®] (TCI[®]) that evaluates objectively the management during transition period and compares efficiency among herds. Individual information from previous lactation is used to generate a production expectation on the first milk control, which is compared to actual production. TCI[®] negative scores indicate management failure in the transition period, as well as positive scores indicate success in the management. FPR showed strong positive correlation with fat percentage ($r = 0.85$) and average negative correlation with protein ($r = -0.23$). Animals of 4th and 5th lactation or more showed higher ($P < 0.01$) FPR, followed by animals of 3rd, 1st and 2nd lactation with lower FPR (1.185; 1.183; 1.164; 1.151 and 1.126, respectively). Jersey animals had higher ($P < 0.01$) FPR than Holstein and Brown Swiss, that were not different ($P = 0.74$) from each other (1.185; 1.149 and 1.152, respectively). The highest positive correlation between FPR and BHBA was on day 12 after calving ($r = 0.21$), which was the closest day to the milk control. TCI[®] showed moderate positive correlation with previous cumulative milk yield ($r = 0.42$). Previous cumulative milk yield, DIM in prior lactation (linear and quadratic effects), linear somatic cell score at the last test-day of previous lactation, days dry (linear and quadratic effects), lactation number, month of calving, milking frequency and DIM at first test were the independent variables used to generate expectation of milk production on the first day of control. Mean TCI[®] was -0.283 kg/day. The five best herds showed average TCI[®] of 6.784 and the five worst showed average TCI[®] of -11.187.

Keywords: Evaluation tools, dairy cattle, TCI, fat protein ratio.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

- Figura 1 – Balanço energético negativo no período de transição.....23
- Figura 2 – Distribuição dos rebanhos avaliados de acordo com a média de TCI observado35

CAPÍTULO II - ANÁLISE DA RELAÇÃO GORDURA:PROTEÍNA NO PRIMEIRO CONTROLE MENSAL APÓS O PARTO DE VACAS LEITEIRAS NO PARANÁ

- Figura 1 – Média da relação gordura:proteína entre os anos de 2000 a 2013 de acordo com o ano do parto52
- Figura 2 – Média geral da relação gordura:proteína entre os anos de 2000 a 2013 em função do mês do parto.....53
- Figura 3 – Relação gordura:proteína de acordo com a ordem de lactação.....54
- Figura 4 – Relação gordura:proteína de acordo com a raça dos animais56
- Figura 5 – Relação gordura:proteína de acordo com o número de ordenhas diárias57

CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DO MANEJO DE VACAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO USANDO AS INFORMAÇÕES DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O PARTO

- Figura 1 – Distribuição dos controles leiteiros analisados de acordo com o valor de TCI75
- Figura 2 – Distribuição dos primeiros controles leiteiros após o parto de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média do período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 1, na região de Palmeira-PR.....76
- Figura 3 – Valores de TCI individuais do Rebanho 1 no ano de 201377
- Figura 4 – Distribuição dos primeiros controles leiteiros após o parto de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média do período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 2, na região de Castro-PR79
- Figura 5 – Valores de TCI individuais do Rebanho 2 no ano de 201380

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 6 – | Distribuição dos primeiros controles leiteiros após o parto de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média do período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 3, na região de Castro-PR | 81 |
| Figura 7 – | Valores de TCI individuais do Rebanho 3 no ano de 2013 | 82 |
| Figura 8 – | Distribuição dos primeiros controles leiteiros após o parto de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média do período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 4, na região de Castro-PR | 83 |
| Figura 9 – | Valores de TCI individuais do Rebanho 4 no ano de 2013 | 84 |
| Figura 10 – | Valores médios de TCI no ano de 2013 de um rebanho com bom resultado, de acordo com o mês de parto. | 84 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

| | | |
|------------|---|----|
| TABELA 1 – | INCIDÊNCIA DE DESORDENS EM VACAS LEITEIRAS AO LONGO DA LACTAÇÃO | 27 |
|------------|---|----|

CAPÍTULO II - ANÁLISE DA RELAÇÃO GORDURA:PROTEÍNA NO PRIMEIRO CONTROLE MENSAL APÓS O PARTO DE VACAS LEITEIRAS NO PARANÁ

| | | |
|------------|---|----|
| TABELA 1 – | MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS PRODUTIVAS... | 50 |
| TABELA 2 – | CORRELAÇÕES DE PEARSON ENTRE A RELAÇÃO GORDURA PROTEÍNA COM AS VARIÁVEIS PRODUTIVAS | 51 |

CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DO MANEJO DE VACAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO USANDO AS INFORMAÇÕES DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O PARTO

| | | |
|------------|--|----|
| TABELA 1 – | DISTRIBUIÇÃO POR REGIÃO DOS CONTROLES LEITEIROS ANALISADOS, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE CRIADORES DE BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA (APCBRH) | 68 |
| TABELA 2 – | MÉDIA, DESVIO PADRÃO (D.V.), VALOR MÍNIMO E VALOR MÁXIMO DA PRODUÇÃO DE LEITE NO DIA DO CONTROLE, IDADE AO PARTO, ORDEM DE LACTAÇÃO, DEL NO DIA DO CONTROLE, DIAS SECOS, TEOR DE GORDURA, TEOR DE PROTEÍNA, ELCCS, PRODUÇÃO DE LEITE ACUMULADA NA LACTAÇÃO ANTERIOR E DEL TOTAL DA LACTAÇÃO ANTERIOR | 69 |
| TABELA 3 – | CORRELAÇÕES DE PEARSON ENTRE A PRODUÇÃO DE LEITE NO DIA DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O PARTO E AS VARIÁVEIS PRODUTIVAS | 70 |
| TABELA 4 – | COEFICIENTES DE REGRESSÃO GERADOS A PARTIR DO MÉTODO DE MODELO LINEAR GERAL (GLM) PARA EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO DO TCI | 73 |
| TABELA 5 – | DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS QUE PARTICIPARAM DO MODELO DE REGRESSÃO PELO MÉTODO STEPWISE | 74 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------------------|---|
| AGL – | Ácidos Graxos Livres |
| AGNE – | Ácidos Graxos Não-Esterificados |
| AGV – | Ácidos Graxos Voláteis |
| APCBRH – | Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa |
| ATP – | Adenosina Tri-Fostato |
| BEN – | Balanço Energético Negativo |
| BHBA – | β -hidroxibutirato |
| Ca – | Cálcio |
| CCS – | Contagem de Células Somáticas |
| DCAD – | Diferença Catiônica-Aniônica da Dieta |
| DEL – | Dias Em Leite |
| DEL _{ant} – | Dias Em Leite total da lactação anterior |
| DEL _{pc} – | Dias Em Leite no dia do Primeiro Controle |
| DHIA – | Dairy Herd Improvement Association |
| dL – | Decilitros |
| DS – | Dias Secos |
| DS ² – | Efeito quadrático de Dias Secos |
| D4 – | Dia quatro após o parto |
| D7 – | Dia sete após o parto |
| D12 – | Dia doze após o parto |
| ECC – | Escore de Condição Corporal |
| ELCCS – | Escore Linear de Contagem de Células Somáticas |
| FAO – | Food and Agriculture Organization |
| HOL – | Holandesas |
| IBGE – | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |

| | |
|-----------------------|--|
| IMS – | Ingestão de Matéria Seca |
| JER – | Jersey |
| kg – | Quilograma |
| L – | Litro |
| log – | Logaritmo |
| M – | Mês do parto |
| mEq – | Miliequivalente |
| mg – | Miligramas |
| mM – | Milimolar |
| mmol – | Milimol |
| MS – | Matéria Seca |
| NRC – | Nacional Research Concil |
| O – | Número de Ordenhas |
| OL – | Ordem de Lactação |
| PA – | Produção de leite Acumulada na lactação anterior |
| PAR – | Pardo Suíço |
| PARLPR – | Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná |
| pH – | Potencial hidrogeniônico |
| PLPC _{col} – | Produção de Leite no dia do Primeiro Controle Coletado |
| PLPC _{est} – | Produção de Leite no dia do Primeiro Controle Estimado |
| PR – | Paraná |
| PV – | Peso Vivo |
| RGP – | Relação Gordura:Proteína |
| SAS – | Statistical Analysis System |
| TCI – | Transition Cow Index |
| TG – | Triglicerídios |
| VLDL – | Very Low Density Lipoprotein |

%G – Porcentagem de Gordura

%P – Porcentagem de Proteína

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS | 15 |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 15 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 18 |
| 2.1 Período de transição em vacas leiteiras..... | 18 |
| 2.2 Balanço energético negativo | 21 |
| 2.3 Ferramentas de avaliação do período de transição | 25 |
| 2.3.1 Monitoramento de doenças no periparto..... | 26 |
| 2.3.2 Perfil metabólico | 28 |
| 2.3.3 Relação gordura:proteína..... | 32 |
| 2.3.4 Transition Cow Index® | 34 |
| 2.4 Considerações finais | 36 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |
| CAPÍTULO II - ANÁLISE DA RELAÇÃO GORDURA:PROTEÍNA NO PRIMEIRO CONTROLE MENSAL APÓS O PARTO DE VACAS LEITEIRAS NO PARANÁ | 44 |
| RESUMO | 44 |
| ABSTRACT | 45 |
| 1. INTRODUÇÃO | 46 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 47 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 49 |
| 4. CONCLUSÕES | 57 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| CAPÍTULO III – AVALIAÇÃO DO MANEJO DE VACAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO ATRAVÉS DE PREDIÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE UTILIZANDO INFORMAÇÕES DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O PARTO E DA LACTAÇÃO ANTERIOR | 61 |
| RESUMO | 61 |

| | |
|--|----|
| ABSTRACT | 62 |
| 1. INTRODUÇÃO | 63 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 64 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 68 |
| 4. CONCLUSÃO | 85 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 86 |

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura leiteira vem ganhando cada vez mais destaque no cenário da agropecuária brasileira. Das mais de 483 milhões de toneladas de leite bovino produzidas no mundo em 2014, cerca de 33 milhões de toneladas foi produzido no Brasil, o que representa 6,8% da produção mundial, ocupando o quarto lugar no ranking dos maiores produtores (FAO, 2014).

No Brasil há um constante aumento na produção de leite bovino, representado principalmente pelas regiões Sul e Sudeste, que contribuem com 69,5% da produção total (IBGE, 2013). É clara a busca pelo aprimoramento e desenvolvimento da atividade leiteira, utilizando como ferramentas a seleção de animais e aplicação de diferentes técnicas de manejo que proporcionam maior produtividade.

As maiores médias de produtividade no Brasil se encontram na região Sul e Sudeste, com destaque para a cidade de Castro-PR, onde as vacas em 2013 produziram em média 7.120 litros/ano (IBGE, 2013). Este mesmo levantamento indica ainda que Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná são os três maiores produtores, respectivamente, que juntos somam 53% da produção de leite bovino brasileiro.

A constante busca pelo aumento de produtividade promove a intensificação do sistema de produção, buscando também o máximo retorno financeiro (WITTEWER, 2000). Entretanto a maior produção de leite associada ao mau manejo dos animais pode acarretar maior incidência de doenças e distúrbios metabólicos em vacas leiteiras, que compromete seu desempenho produtivo e reprodutivo no início da lactação (HAYIRLI et al., 2002; OETZEL, 2004). É possível ter animais de alta

produtividade e saudáveis, quando se possibilita condições favoráveis para uma boa condução da lactação.

O período de transição, comumente definido como três semanas pré-parto até três semanas pós-parto, tem sido considerado o estágio de maior interesse do ciclo produtivo de vacas leiteiras (DRACKLEY, 1999). Neste período diversas alterações anatômicas, fisiológicas, hormonais e metabólicas ocorrem no animal. Em função destas alterações, esse é o período de maior preocupação nutricional e de maior manifestação de distúrbios metabólicos e infecciosos no ciclo produtivo de uma vaca leiteira (DUBUC et al., 2010).

A compreensão de todas essas alterações auxilia na orientação de um bom manejo das vacas durante o período de transição, que é fundamental para uma boa lactação como um todo (JUCHEM et al., 2004). Vários métodos estão em constante aprimoramento buscando estabelecer parâmetros de avaliação dos bovinos leiteiros durante este momento crítico.

A relação entre as porcentagens de gordura e de proteína no leite auxilia a dimensionar a mobilização da gordura corporal, típica do início da lactação. Esta talvez seja uma das maneiras mais baratas de avaliar o comportamento das vacas durante o período de transição, já que a análise da composição do leite já é feita corriqueiramente nas propriedades inscritas num programa de controle leiteiro. Quanto maior for esta relação, mais intensa é a mobilização de tecido adiposo e direcionamento de gordura, na forma de ácido graxos livres (AGL) ou não esterificados (AGNE), para a glândula mamária (BAUMAN, 1999).

Uma ferramenta chamada “Transition Cow Index®” (TCI®) ou “Índice da Vaca no Período de Transição” foi desenvolvida a fim de avaliar objetivamente a efetividade do manejo de vacas leiteiras no período de transição. A partir do banco de dados do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros (DHIA), a produção de leite na lactação anterior é usada para prever a produção no primeiro controle mensal na lactação seguinte. Assim, as equações para predição do TCI® utilizam fatores que caracterizaram a produção de leite na lactação anterior e estimam uma produção esperada na lactação seguinte (NORDLUND, 2006; NORDLUND, 2009).

Objetivou-se com esse estudo utilizar as informações do primeiro controle leiteiro mensal de rebanhos leiteiros paranaenses a fim de gerar um índice similar ao TCI® e avaliar a relação gordura:proteína no primeiro controle leiteiro após o parto como ferramenta de avaliação do manejo de vacas em período de transição.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Período de transição em vacas leiteiras

As melhorias no sistema de produção de leite vêm acontecendo de forma constante e em todos os aspectos; nutricional, sanitário, seleção genética e instalações (CORASSIN et al., 2011). Contudo, ainda existem pontos críticos a serem aprimorados.

Atualmente muitos estudos estão direcionados para avaliar a condução do período periparto, também chamado de período de transição. Drackley (1999) e Juchem et al. (2004) propuseram que a compreensão das alterações que ocorrem no organismo animal durante essa fase é de fundamental importância para melhorar o manejo aplicado às vacas que se encontram nessas condições. Por esses motivos, o período de transição tem sido considerado a última área de conhecimento a ser superada para a bovinocultura leiteira (DRACKLEY, 1999).

Por definição, o período de transição compreende as três semanas que antecedem o parto até três semanas pós-parto (GRUMMER, 1995; DRACKLEY, 1999). Neste curto intervalo de tempo muitas alterações fisiológicas, hormonais, metabólicas e anatômicas acontecem na vaca, preparando-a para o parto e futura lactação (HAYIRLI et al., 2002; HUZZEY et al., 2007). Mulligan e Doherty (2008) afirmam que todas essas alterações no organismo do animal, associado ao estresse das mudanças de ambiente e das dietas no periparto, além dos esforços associados à parição, fazem com que o período imediatamente após o parto seja o de maior risco de ocorrência de doenças e descarte involuntário. Pinedo et al. (2014) observaram que o risco de descarte devido a doenças foi maior no início da lactação (até 60 DEL) do que no final da lactação, onde as principais causas de descarte foram baixa produtividade e características relacionadas à raça.

É justamente no periparto que há grandes oscilações nas concentrações de hormônios e metabólitos. Uma das principais mudanças está relacionada ao comportamento da insulina. A insulina, considerada o principal hormônio regulador

da glicemia (CAMPOS et al., 2005a), vai diminuindo no final da gestação, tem um pico no momento do parto, decaindo novamente na sequência (KUNZ; RUDE, 1985). Esta condição de baixa insulina no início da lactação faz com que glicose seja poupada, permitindo a mobilização do tecido adiposo e também de aminoácidos, como alternativas ao uso da glicose (RABELO; CAMPOS, 2009). O glucagon, os glicocorticoides e a prolactina têm um pico no dia do parto, sendo que os dois primeiros estimulam a lipomobilização e a utilização do glicogênio hepático e assim promovem um pico de glicose circulante, que cai imediatamente em seguida (EDGERTON; HAFS, 1973; GRUMMER, 1995; RASTANI et al., 2007).

A somatotropina também é outro hormônio que alcança seu pico no dia do parto (CHEW et al., 1984). Durante a gestação o hormônio tiroxina apresenta aumento, decrescendo cerca de 50% no final da gestação, e após o nascimento do bezerro retoma o aumento (PETHES et al., 1985). Os níveis plasmáticos de estrógeno aumentam durante a fase final da gestação e decrescem imediatamente à parição. O mesmo comportamento é observado com a progesterona (PAPE-ZAMBITO et al., 2007).

Todas essas alterações hormonais, bem como a falta de glicose e a lipomobilização são fatores que favorecem a queda da imunocompetência das vacas durante o período de transição, deixando-as mais propensas ao desenvolvimento de doenças e distúrbios metabólicos (ESPOSITO et al., 2014). A ocorrência de distúrbios patológicos compromete o desempenho reprodutivo e produtivo no período subsequente, aumentando assim o risco de descarte desses animais (ALMEIDA et al., 2012).

De acordo com Grummer e Rastani (2004), há redução de aproximadamente 30% no consumo alimentar nas últimas três semanas de gestação. A ingestão de matéria seca (IMS) em vacas é de 1,9% do peso vivo (PV) no dia 21 pré-parto, passando a consumir 1,3% do PV no dia anterior ao parto. Estes autores afirmam que novilhas apresentam uma diminuição na IMS similar à observada no consumo de vacas, consumindo 1,7% e 1,3% do PV em MS aos 21 dias pré-parto e na véspera do parto, respectivamente. Esta drástica queda na IMS nas semanas que antecedem ao parto é ainda mais intensa em vacas obesas, com elevado escore de condição corporal (ECC).

Pode-se afirmar que pelas diferenças nas exigências nutricionais entre multíparas e primíparas, a separação destas no período seco é uma forma de melhorar o manejo nutricional, possibilitando o fornecimento de dietas conforme a exigência de cada categoria, além de evitar ou amenizar a supressão da IMS em primíparas por parte de multíparas devido às disputas hierárquicas que ocorrem no grupo. Embora esta separação de fêmeas de distintas ordens de parição seja desejável, sua implantação em rebanhos comerciais é pouco usual e limitada a grandes rebanhos.

Para minimizar as alterações metabólicas durante o período de transição, algumas alternativas têm sido sugeridas, como aumentar a densidade de nutrientes na dieta de vacas secas nos últimos 21 dias antes do parto, proporcionar conforto ambiental para minimizar a diminuição do apetite e incluir aditivos na dieta no pré e pós-parto (NRC, 2001).

A grande exigência de cálcio (Ca) sanguíneo pela glândula mamária para produção do colostro e pelo feto para formação do esqueleto, associado ao temporário desbalanço entre ingestão e exigência nutricional ao parto, resulta em baixos níveis séricos deste mineral no período periparto. Baixos níveis de Ca sanguíneos causam redução na ingestão de alimentos, menor motilidade ruminal e intestinal, decréscimo na produtividade e aumento na suscetibilidade a outras doenças infecciosas e metabólicas, principalmente hipocalcemia, particularmente em vacas leiteiras multíparas e de alta produtividade (HORST et al., 1997; SEIFI et al., 2004; GOFF, 2008; WU et al., 2008). Para GOFF (2009), níveis considerados normais estão acima de 7,5 mg/dL. Abaixo deste, até 5 mg/dL, considera-se como hipocalcemia subclínica, e níveis menores que 5 mg/dL, há ocorrência de uma hipocalcemia clínica. Assim, o monitoramento da concentração sérica de Ca total torna-se importante na primeira semana da lactação (DUFFIELD; LEBLANC, 2009).

Existem diferentes métodos para se prevenir a deficiência de Ca no início da lactação. Entretanto Block (1983) demonstrou que o método mais eficiente é o aumento da inclusão de minerais acidogênicos na dieta pré-parto de vacas leiteiras, bem como evitar o fornecimento de forragens ricas em potássio, ou seja, ajustar a diferença catiônica-aniônica da dieta (DCAD) (NRC, 2001).

Dietas aniônicas diminuem o potencial hidrogeniônico (pH) sanguíneo e consequentemente o pH urinário. Sendo assim, o monitoramento do pH urinário pré-parto é um método eficiente para determinação da resposta do animal frente a dieta aniônica fornecida. Valores ideais de pH urinário na semana que antecede o novo parto devem estar entre 6,0 e 7,0. Diversos trabalhos demonstraram que esta metodologia é eficiente na avaliação da funcionalidade da acidificação da dieta aniônica e por consequência na prevenção de doenças metabólicas em vacas periparturientes (OETZEL, 2004; SEIFI et al., 2004; HUTJENS; AALSETH, 2005; GOFF, 2009). Jordan e Stokes (2000) relataram que o índice de retenção de placenta caiu acentuadamente após o início do fornecimento de uma dieta aniônica em um rebanho norte americano.

2.2 Balanço energético negativo

Imediatamente pós o parto, há uma alta exigência energética e protéica para a síntese de leite, enquanto que a ingestão de alimentos não aumenta na mesma proporção, sendo insuficiente para suprir tais exigências. Assim, a mobilização de energia e proteína das reservas corporais constitui uma alternativa para fornecer os nutrientes necessários para a produção de leite durante as primeiras semanas da lactação (JUCHEM et al., 2004). De acordo com Reynolds et al. (2003), a necessidade energética que é de aproximadamente 1 kg de glicose/dia no final da lactação, aumenta para 2,5 kg/dia durante as primeiras três semanas pós-parto.

Já está bem compreendido que o balanço energético negativo (BEN) é uma condição fisiológica de vacas leiteiras, principalmente aquelas de alta produção e que se encontram no início da lactação.

Nas proximidades do parto inicia-se uma grande mobilização e direcionamento de nutrientes para a glândula mamária, utilizados para a produção de colostro para a produção de leite. Um nutriente que se destaca nessa situação é a glicose, que sustenta a síntese de lactose do leite, e por conseguinte a própria produção de leite. Para animais de alta produção, cerca de 80% do requerimento

total de glicose é destinada à síntese de leite (LAGO et al., 2004). A energia é o parâmetro mais limitante da nutrição de bovinos leiteiros, já que é o nutriente mais requerido e mais difícil de ser suprido através da dieta, principalmente no início da lactação (FUCK et al., 2000).

A vaca alcança o pico de lactação, ou seja, a maior produção de leite diária, antes de alcançar o pico de IMS. O pico de consumo ocorre aproximadamente na 10ª a 15ª semana pós-parto, enquanto o pico de lactação acontece próximo a 6ª e 8ª semana (KRAMER et al., 2009). Este desencontro entre aumento de demanda nutricional e baixa capacidade de IMS gera uma diferença negativa entre energia requerida e energia consumida, conhecida por BEN (GRUMMER, 2009).

Quando o consumo está reduzido, pouco propionato é produzido no rúmen, sendo este ácido graxo de cadeia curta (AGCC) o principal precursor de glicose em ruminantes (FERNANDES et al., 2012); conseqüentemente há pouca glicose circulante. Esta condição de hipoglicemia indica ao organismo que a produção de insulina deve ser reduzida e assim o organismo entende que está faltando energia e que há necessidade de mobilizar reservas corporais. Portanto, as mudanças nas concentrações hormonais no periparto associada à queda dos níveis de insulina e glicose promovem a mobilização do tecido adiposo e a liberação de ácidos graxos livres e glicerol (POGLIANI et al., 2010).

Como observado na Figura 1, já no final da gestação a vaca apresenta uma redução na energia líquida de lactação ingerida, ocasionado pela redução na IMS. Esta condição se agrava logo após o parto, com o crescente aumento de produção de leite. De acordo com Rastani et al. (2005), o tempo médio de duração do BEN, tanto para primíparas como para múltíparas, é de 5 semanas, mas pode ser evidentemente afetado por inúmeros fatores, particularmente o volume de leite produzido.

Quando a vaca apresenta um BEN curto e pouco intenso durante o início da lactação é possível ter saúde e produtividade, enquanto que um BEN muito intenso e prolongado pode ter como consequência múltiplos problemas, incluindo os clínicos, a diminuição da produção leiteira e uma tendência a menor fertilidade (DUFFIELD et al., 2009).

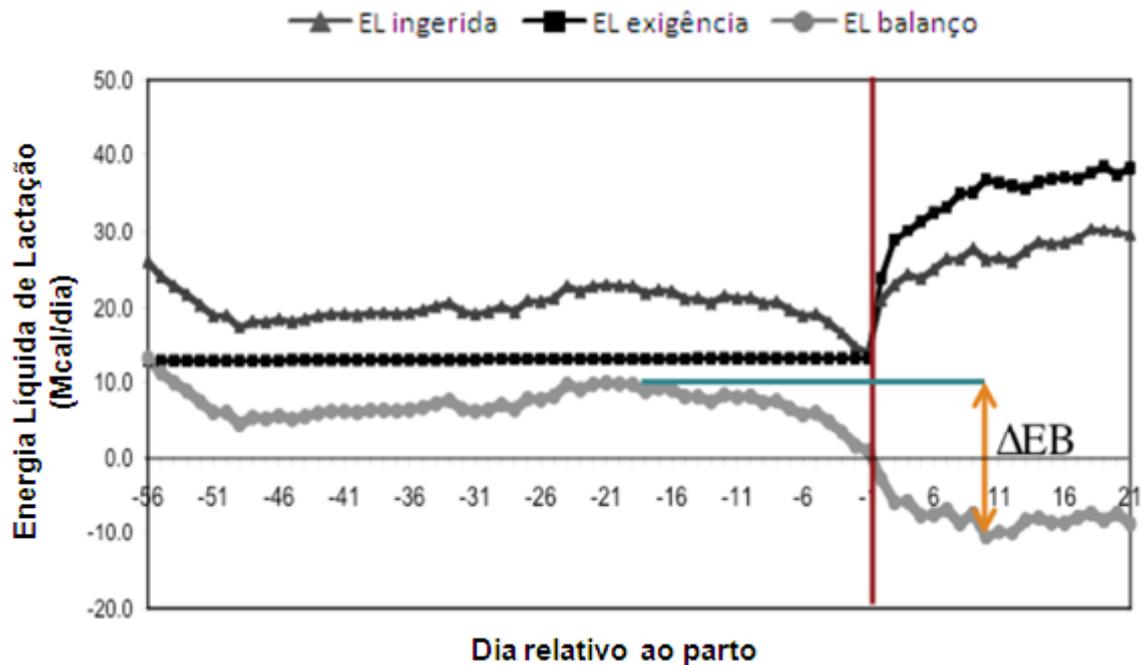


Figura 1 – Balanço energético no período de transição.

FONTE: Adaptado de GRUMMER (2009).

Para amenizar o BEN a vaca precisa mobilizar reservas corporais, principalmente do tecido adiposo, para compensar a falta de energia para a lactação. A quebra das moléculas de triacilglicéóis (TG) origina ácidos graxos não esterificados (AGNE) (SANTOS; SANTOS, 1998). Os AGNE podem seguir distintos caminhos; chegar diretamente a glândula mamária, onde serão utilizados para compor a gordura do leite, ou alcançar o fígado e serem metabolizados. Dentro do fígado há basicamente 4 destinos para os AGNE; a primeira via, infelizmente rapidamente saturada, seria a completa oxidação para gerar ATP que pode ser utilizado localmente pelo tecido hepático. A segunda possibilidade é a reesterificação dos AGNE em TG e estes podem ser exportados via VLDL, uma lipoproteína de transporte, e chegar a glândula mamária ou demais tecidos. Um terceiro destino dos AGNE, mas agora indesejável, é a oxidação incompleta, gerando como produtos finais os corpos cetônicos, entre eles o β -hidroxibutirato (BHBA) (HUTJENS; AALSETH, 2005). E finalmente o quarto e último destino dos AGNE, novamente destino este também indesejável, é a sua reesterificação e o seu

acúmulo no parênquima hepático, quadro este conhecido como esteatose hepática ou fígado gorduroso.

Quando esta mobilização de reservas ocorre de forma controlada e por curto período de tempo, o animal passa pelo BEN sem complicações (JORRISTMA et al., 2003). Entretanto, quando há mobilização excessiva do tecido adiposo, dois pontos limitam a utilização dos produtos obtidos: 1) a exportação dos TG do fígado para o restante do corpo é restrita pela produção de VLDL, pois não há produção suficiente para transportar todo TG produzido no fígado (ROSSI et al., 2004). Nesta situação pode ocorrer o acúmulo de TG nos hepatócitos, ocasionando a esteatose hepática, comumente conhecida como fígado gorduroso, o que obviamente compromete o funcionamento normal deste órgão; 2) os corpos cetônicos não são utilizados por todos os tecidos corporais e mesmo aqueles que são capazes de gerar energia através deles não conseguem metabolizar a grande quantidade produzida, causando um acúmulo desses metabólitos, gerando um quadro de cetose clínica ou subclínica, de acordo com a quantidade de corpos cetônicos acumulados (DUFFIELD; BAGG, 2002).

Quando o animal tem BEN muito intenso e/ou por um período muito prolongado, ocorre um excesso de mobilização corporal e como consequência alguns metabólitos têm sua produção aumentada, entre os quais destacam-se os AGNE e BHBA. Chung et al. (2008) afirmaram que as concentrações séricas destes dois metabólitos são a melhor maneira de avaliar o status nutricional e a adaptação ao BEN de vacas leiteiras durante o período periparto.

Assim, os principais eventos relacionado à má adaptação ao BEN são o acúmulo de AGNEs e BHBA na corrente sanguínea e acúmulo de TG nos hepatócitos. Altas concentrações séricas de AGNE e BHBA indicam excesso de mobilização de reservas corporais e BEN pronunciado, tendo efeito prejudicial à saúde e produtividade de vacas leiteiras devido a relação entre deficiência energética e imunossupressão, contribuindo para a ocorrência de diversas doenças no pós-parto, como a hipocalcemia, cetose, retenção de placenta, metrite, mastite e deslocamento de abomaso (GRUMMER, 1995; GOFF; HORST, 1996; DRACKLEY, 1999; CHUNG et al., 2008; OSPINA et al., 2010a).

A ocorrência destas doenças no pós-parto imediato pode comprometer todo o lucro da lactação devido aos custos associados com o tratamento veterinário, ao leite descartado, à diminuição do pico de produção e à queda na persistência da lactação (DRACKLEY, 1999).

2.3 Ferramentas de avaliação do período de transição

Existem várias maneiras de monitorar o período de transição, que podem ser a nível de rebanho ou a nível de animal. Inúmeros fatores estão associados a ocorrência de doenças e mesmo a queda de produção, como manejo alimentar, qualidade de instalações e mão de obra envolvida, taxa de lotação, entre outras.

Lukas et al. (2015) destacam a importância do monitoramento regular do manejo no período de transição, pois quaisquer alterações no manejo que sejam prejudiciais ao animal podem ser detectados precocemente e as medidas corretivas podem ser aplicadas rapidamente, a fim de diminuir o estresse animal no início da lactação. Estes autores indicaram que rebanhos com manejo mais intensivo no período de transição apresentaram melhores resultados de produtividade no primeiro controle leiteiro após o parto.

Este mesmo trabalho destacou que a coleta de dados pode ser feita antes mesmo do controle leiteiro oficial, já nos primeiros dias após o parto. O produtor pode coletar uma amostra de leite de cada vaca recém-parida e o próprio enviar para análise em laboratório de confiança.

Nos próximos tópicos, serão abordadas algumas das ferramentas de avaliação mais comuns utilizadas nos rebanhos leiteiros.

2.3.1 Monitoramento de doenças no periparto

A avaliação clínica diária das vacas durante os primeiros 10 dias após o parto é uma excelente forma de monitorar a saúde dos animais durante este importante período do ciclo produtivo de vacas leiteiras, diagnosticando as doenças metabólicas que muitas vezes apresentam-se na forma subclínica, afetando além da saúde, a fertilidade e a capacidade produtiva (LEBLANC et al., 2006).

Limites aceitáveis para a ocorrência de doenças no pós-parto foram sugeridos por Overton e Nydan (2009), sendo de no máximo 8% para retenção de placenta, 6% para hipocalcemia clínica, 3% para deslocamento de abomaso e 2% para cetose clínica. Van Dorp et al. (1999) avaliaram a ocorrência de desordens em vacas leiteiras ao longo da lactação (Tabela1). De todos os distúrbios avaliados, 47,2% dos casos ocorreram nos primeiros 30 dias após o parto e outros 40,5% entre o dia 31 e o dia 150. Isso evidencia o maior risco de desenvolvimento de doenças no período de transição.

Para Fleischer et al. (2001) quatro das principais doenças ocorrem em média até o 27º dia após o parto e o risco de incidência para a vaca dentro de uma lactação é de 23,6% para metrite, 8,9% para retenção de placenta e 7% para paresia parturiente (hipocalcemia). Neste mesmo trabalho os riscos de incidência de cetose clínica (1,7%) e deslocamento de abomaso (1%) foram relativamente baixos, entretanto também ocorrem tipicamente no primeiro mês após o parto.

Leblanc et al. (2006) afirmaram que até 75% dos casos de doenças e distúrbios que acometem vacas leiteiras ocorrem durante o primeiro mês após o parto, indicando que podem estar associados ao manejo no período de transição. A Tabela 1 relaciona a incidência de doenças observada por Van Dorp et al. (1999) de acordo com os dias em lactação, deixando clara a grande incidência de doenças e desordens no primeiro mês após o parto. Huzzey et al. (2007) concluíram que grande parte das ocorrências está associada a uma queda prévia na IMS, ou seja, antes de apresentar sinais clínicos de determinada doença, o animal já reduziu o seu consumo.

TABELA 1 – INCIDÊNCIA DE DESORDENS EM VACAS LEITEIRAS AO LONGO DA LACTAÇÃO

| Desordem | DEL até a ocorrência da primeira desordem | | | Número total de casos |
|-------------------------|---|----------|-----------|-----------------------|
| | 0 – 30 | 31 - 150 | 151 - 365 | |
| Edema de úbere | 95,6% | 0,9% | 3,5% | 113 |
| Febre do leite | 95,5% | 1,5% | 3,0% | 133 |
| Cetose | 87,9% | 10,3% | 1,7% | 58 |
| Deslocamento de Abomaso | 73,3% | 21,3% | 5,3% | 75 |
| Retenção de placenta | 100,0% | 0,0% | 0,0% | 242 |
| Metrite | 51,8% | 45,0% | 3,2% | 1230 |
| Cisto Ovariano | 3,6% | 74,7% | 21,8% | 588 |
| Mastite | 36,4% | 37,5% | 26,0% | 653 |
| Laminite | 37,0% | 35,9% | 27,1% | 192 |
| Total | 47,2% | 40,5% | 12,3% | 3284 |

FONTE: Adaptado de VAN DORP et al. (1999).

Mulligan e Doherty (2008) ressaltaram que todas as doenças no período periparturiente são inter-relacionadas. Portanto, a ocorrência de uma doença pode resultar em uma cascata de efeitos que aumentam a incidência de doenças infecciosas ou outras doenças metabólicas, reduzindo a fertilidade e a produção leiteira, além de aumentar a incidência de laminite.

Um decréscimo na produção de leite está associado com cada uma das principais enfermidades de vacas leiteiras recém-paridas. Suthar et al. (2013) afirmaram que doenças no início da lactação são a principal causa de perdas econômicas, seja pelo custo do diagnóstico e tratamento, assim como pela perda em produtividade que as doenças causam aos animais acometidos. Segundo Edwards e Tozer (2004), produções de leite de vacas doentes foram aproximadamente 15 kg/dia inferiores às produções de leite de vacas sadias. Produções de leite foram

reduzidas 6, 7 e 5 dias antes do diagnóstico de cetose, deslocamento de abomaso e desordens digestivas, respectivamente, e assim, estas enfermidades poderiam ser detectadas mais precocemente se as informações de produção de leite fossem usadas.

Entretanto, apesar da óbvia relevância das desordens clínicas, grande parte das doenças ocorre mais frequentemente na forma subclínica e o proprietário não consegue identificar que o animal está com problemas. As formas subclínicas podem reduzir a produtividade de 10 a 30%, representando grande perda para o produtor (BOUDA et al., 2000). Por isso, Ospina et al. (2010a) destacaram a importância de um monitoramento mais efetivo, identificando doenças subclínicas para assim melhorar o manejo envolvendo tal condição e por fim evitar ou diminuir as perdas em produtividade decorrentes desses eventos.

Além disso, para identificar estatisticamente uma alteração no risco de incidência, o aumento de ocorrências de casos clínicos precisa ser muito grande para que possa ser detectada uma diferença com razoável confiabilidade. As incidências de doenças no período periparto são muito inconsistentes para serem usadas na comparação de resultados entre fazendas, com o objetivo de identificar os programas de transição de maior sucesso (NORDLUND, 2006). Isto ocorre porque algumas doenças são definidas de forma não homogênea entre fazendas, além de que a frequência no diagnóstico também ser distinta entre rebanhos.

Ainda segundo Nordlund (2006) a ausência de indicadores consistentes e objetivos para o período de transição faz com que seja difícil saber quão bem os programas de manejo nesta fase estão sendo feitos. E sem indicadores ou índices objetivos, há uma tendência em aceitar a situação presente, mesmo que ela não seja satisfatória.

2.3.2 Perfil metabólico

Uma das principais formas de diagnóstico e estudo de doenças metabólicas e nutricionais é a avaliação do perfil metabólico dos animais, através de análises

sanguíneas a fim de quantificar analitos (ou metabólitos) que possam ser indicativos de vias metabólicas preferenciais bem como a funcionalidade de órgãos envolvidos na produção de leite (GONZALES, 2000).

O perfil metabólico é um conjunto de exames sanguíneos que permite quantificar a concentração de metabólitos provenientes da mobilização de tecidos corporais e com isso realizar o monitoramento da adequação das vacas às exigências crescentes de energia, proteína e minerais particularmente no início da lactação. Além disso, o perfil metabólico permite o diagnóstico de transtornos metabólicos, de deficiências nutricionais, como preventivo de desordens latentes, além da pesquisa de problemas de saúde e do desempenho produtivo de um rebanho (LEBLANC et al., 2006; DUFFIELD; LEBLANC, 2009)

As concentrações de AGNE e BHBA são consideradas as melhores ferramentas para avaliar a intensidade do BEN (CHUNG et al., 2008). As altas quantidades circulantes destes metabólitos estão associadas a diversas doenças como cetose, fígado gorduroso, hipocalcemia, retenção de placenta, metrite, deslocamento de abomaso, entre outras (GRUMMER, 1995; GOFF; HORST, 1996; DRACKLEY, 1999; OSPINA et al., 2010a).

Os AGNE são ácidos graxos livres utilizados para suprir parte da energia deficitária durante o BEN (BRICKNER et al., 2007). Quando há falta de energia ocorre mais lipólise do que lipogênese, fazendo com que ocorra maior taxa de hidrólise de triglicérides de reserva, que por sua vez gera AGNE e glicerol (LAGO et al., 2004). Uma das primeiras respostas do organismo ao BEN é a mobilização do tecido adiposo e o tecido esquelético é capaz de utilizar AGNE para gerar energia para sua manutenção (OVERTON; WALDRON, 2004). Estes mesmos autores afirmaram que a concentração plasmática de AGNE é proporcional à necessidade de energia e também está associada à inadequada IMS.

A oxidação parcial dos AGNE gera compostos denominados corpos cetônicos, que são acetona, acetoacetato e BHBA. O BHBA é o mais fácil de ser detectado e mensurado, e pode ser utilizado como fonte de energia para ruminantes principalmente em tecidos periféricos (LAGO et al., 2004). A concentração deste metabólito é resultado da produção no fígado menos a quantidade utilizada pelos tecidos periféricos. Dessa maneira fica evidenciada a relação entre a concentração

de AGNE e BHBA já que vacas com intensa lipomobilização apresentam concentrações mais altas de AGNE e, após alguns dias, este acúmulo de ácidos graxos livres no fígado pode ocasionar um aumento nas concentrações de BHBA.

Em experimento realizado por Kessel et al. (2008), ambos os grupos do estudo (animais que apresentaram valores de BHBA acima de 1 mM e animais com BHBA menor que 1mM) apresentaram um aumento nas concentrações de AGNE nas proximidades do parto. Entretanto, o grupo que apresentou valores altos de BHBA (acima de 1mM em pelo menos uma observação durante as 16 semanas do estudo; 4 pré e 12 pós-parto) apresentam ao parto quase duas vezes mais a concentração de AGNE do que aquelas vacas que permaneceram no grupo onde não houve concentrações de BHBA acima de 1mM.

Leblanc et al. (2005) relataram que mesmo em vacas saudáveis há aumento na concentração de AGNE 15 dias antes do parto, normalmente seu pico ocorre no dia do parto e posteriormente há um decréscimo natural, associado ao aumento no consumo alimentar.

A análise de AGNE pode ser feita através do soro sanguíneo e idealmente deveria ser acompanhada 14 dias antes do parto até 14 dias após o parto. Ospina et al. (2010b) propuseram alguns valores de referência: no pré-parto, os valores devem ser menores que 0,29 mEq/L e no pós-parto o nível crítico fica em 0,57 mEq/L. Utilizando estes valores de referência antes do parto, Artunduaga et al. (2011) associaram maiores concentrações de AGNE com a maior ocorrência de desordens. Entretanto, não foi observado nenhum caso de cetose neste estudo, possivelmente porque o AGNE foi utilizado pelos animais antes de ocorrer a oxidação parcial e formação de corpos cetônicos.

Outros fatores podem afetar a concentração de AGNE no soro sanguíneo, tanto relacionados ao metabolismo animal (como o estresse) quanto às condições de armazenamento da amostra de soro, subestimando ou superestimando os valores encontrados. O estresse causa depressão de IMS, que pode acarretar num aumento da mobilização das reservas corporais. Caso alguma dessas situações ocorra com a amostra coletada, os resultados podem não representar a situação real do animal, portanto é necessário cuidado especial com a amostragem. Além disso,

este método é mais caro e exige o apoio de laboratórios de análises clínicas, com analisadores automáticos.

Outro metabólito muito utilizado para avaliação da adaptação ao BEN é o BHBA, um dos principais corpos cetônicos produzidos pelo organismo animal. Na revisão de Fernandes et al. (2012), os autores afirmam que é comum a presença de corpos cetônicos em ruminantes comparado a animais não-ruminantes, já que estes derivam de AGV provenientes da fermentação ruminal, sendo que o BHBA é o corpo cetônico mais sintetizado, enquanto que acetoacetado e acetona (outros dois corpos cetônicos) são encontrados em maiores quantidades em animais acometidos por cetose.

Altas concentrações de BHBA estão relacionadas com quadros de cetose (subclínica ou clínica), e ainda sugerem queda na IMS e decréscimo na produção de leite (OSPINA et al., 2010b). Chung et al. (2008) avaliaram o comportamento da concentração de BHBA e concluíram que em vacas sadias ocorre um aumento cerca de 3 dias antes do parto e o pico ocorre por volta do 5º dia após o parto, sendo que após isso há uma queda gradual.

Uma das vantagens do BHBA é a possibilidade de mensurá-lo de diferentes maneiras, já que pode-se usar o sangue, a urina ou o próprio leite. Campos et al. (2005b) utilizaram fitas reagentes para mensurar a quantidade de corpos cetônicos na urina de 140 vacas Holandesas durante 9 semanas pós-parto e comprovaram a eficácia desta técnica de maneira rápida e simples. Neste mesmo estudo, a prevalência de corpos cetônicos na urina foi de 11,2% dos animais, sendo que 6,5% dos animais tinham valores acima de 1,2 mmol/L, indicando cetose subclínica.

O período ideal de avaliação é justamente nos primeiros dias pós-parto. Considera-se que vacas já estão em cetose subclínica quando apresentam valores acima de 1,2 mmol/L e acima de 2,9 mmol/L casos de cetose clínica (OSPINA et al., 2010b).

Apesar disso, ainda existe divergências com relação a valores de referência e a aplicabilidade destas avaliações se limita devido ao custo de implantação. Portanto faz-se necessário o desenvolvimento de ferramentas de baixo custo e maior facilidade de utilização pelo produtor. No caso do BHBA, algumas técnicas já estão

disponíveis a baixo custo, como é o caso dos glicosímetros portáteis que utilizam tiras reagentes de BHBA para uso humano.

2.3.3 Relação gordura:proteína

A relação entre a porcentagem de gordura e a porcentagem de proteína (RGP), ambos parâmetros avaliados no leite, auxilia a dimensionar a mobilização da gordura corporal. Esta talvez seja uma das maneiras mais baratas de avaliar o a qualidade do manejo das vacas durante o período de transição, já que a análise da composição do leite é feita corriqueiramente nas propriedades inscritas no controle leiteiro. No Paraná, desde 1966 a Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) oferece o programa de controle leiteiro oficial, onde informações como essa podem ser facilmente obtidas.

A relação nada mais é do que a simples divisão entre os dois valores, onde gordura é o numerador e proteína o denominador. Embora em alguns outros países a relação inversa proteína:gordura possa ser usada, no Brasil a relação gordura:proteína é praticamente uma unanimidade. Nesta condição, quanto maior o resultado da divisão, maior a quantidade de gordura no leite. Isso indica maior mobilização de tecido adiposo e direcionamento destes ácidos graxos (normalmente de cadeia média ou longa) à glândula mamária (BAUMAN, 1999).

A gordura do leite pode ser obtida de 4 vias: da dieta, da síntese ruminal (biohidrogenação e síntese bacteriana), da síntese na glândula mamária (síntese de novo) ou das reservas corporais. Quando há alteração na quantidade e composição da gordura do leite, a causa está na alteração de uma dessas 4 fontes que são utilizadas para compor a gordura do leite (STOOP et al., 2009).

No início da lactação, a grande demanda por energia ocasiona a quebra da gordura de reserva. A glândula mamária pode utilizar os ácidos graxos provenientes da reserva corporal e secreta-los no leite, podendo ocasionar aumento na gordura do leite (REMPPIIS et al., 2011). Em contrapartida, a proteína do leite acompanha linearmente a disponibilidade energética da dieta (COULON; RÉMOND, 1991).

Portanto a RGP indica a variação da gordura em comparação à proteína, apontando as alterações principalmente no nível da primeira.

Paura et al. (2012) afirmaram que a RGP pode ser utilizada para avaliação do BEN e problemas nutricionais em vacas em lactação. Em trabalho realizado por Buttchereit et al. (2010), observou-se que a RGP no início da lactação foi maior em vacas que tiveram BEN mais pronunciado.

Duffield e Bagg (2002) propuseram que este indicador deve ser aplicado ao rebanho todo, e não feito de maneira a avaliar cada animal individualmente. Estes autores afirmaram que a relação entre gordura e proteína deve ser inferior a 1,4 e caso mais de 40% das vacas do rebanho apresentarem valores acima deste, há grande risco de ocorrência de cetose subclínica neste rebanho. Ainda segundo Paura e co-autores (2012) RGP menor que 1,1 indicaria acidose subclínica, obviamente condição também não desejável no rebanho.

Vesna et al. (2009) utilizaram os dados do controle leiteiro oficial da Eslovênia e ao considerar que a RGP acima de 1,5 é indicativo de cetose subclínica, afirmaram que o pico de cetose foi entre 10 a 35 dias pós-parto e que houve um significativo efeito negativo da RGP na produção de leite. A queda foi identificada a partir de 35 dias após o diagnóstico de cetose subclínica, com base na RGP, e se manteve nos controles leiteiros subsequentes.

Em estudo observacional realizado por Toni et al. (2011) em três rebanhos comerciais, constatou-se que animais com RGP muito elevada apresentaram maior incidência de doenças e maior risco de descarte no início da lactação. Neste mesmo estudo ainda observou-se que animais com alta RGP tiveram redução na produção de leite, principalmente no início da lactação.

Heuer et al. (1999) indicaram que a RGP ideal deve estar entre 1,0 a 1,4. Valores acima ou abaixo são indesejáveis. Este trabalho mostrou que RGP acima de 1,5 está associada com vacas que perderam mais ECC no início da lactação, indicando a associação entre mobilização corporal e aumento da RGP. Vacas com RGP acima de 1,5 no primeiro controle leiteiro após o parto produziram mais leite, entretanto tiveram maiores problemas reprodutivos e mais risco de doenças como cetose, deslocamento de abomaso e laminite.

Assim, pode-se afirmar que a RGP é uma ferramenta prática e que não implica em custos adicionais ao produtor, podendo ser aplicada no primeiro controle leiteiro após o parto para auxiliar no diagnóstico da eficiência do manejo de vacas leiteiras no período de transição, principalmente quando esta análise é realizada entre o dia 5 e dia 10 após o parto.

2.3.4 Transition Cow Index[®]

A maioria dos sistemas de avaliação do manejo de vacas no período de transição é feito com base na incidência de doenças e distúrbios metabólicos. Porém esta abordagem tem grandes limitações, pois não é consistente o bastante para que se possa fazer o monitoramento correto desta fase. Em outras palavras, não há uma padronização na definição das diversas enfermidades e isto provoca uma ampla variabilidade na incidência de doenças entre fazendas. Além disso, a mudança na incidência da enfermidade tem que ser extrema para detectar uma diferença com razoável confiabilidade. Segundo Nordlund (2006) as incidências de doenças no período periparto são muito inconsistentes para serem usadas na comparação de resultados entre fazendas, com o objetivo de identificar os programas de transição de maior sucesso (NORDLUND, 2006).

Uma ferramenta chamada de “Transition Cow Index[®]” (TCI[®]) ou “Índice da Vaca no Período de Transição” foi desenvolvida na década passada por pesquisadores de Wisconsin, Estados Unidos, a fim de avaliar objetivamente a efetividade do manejo de vacas leiteiras no período de transição. A partir do banco de dados do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros (DHIA), a produção de leite na lactação anterior de cada vaca é usada para prever sua produção no primeiro controle mensal da lactação seguinte. Assim, as equações para predição do TCI[®] reúnem diversos fatores que caracterizaram a produção de leite na lactação anterior (grupamento racial, número de lactações, produção de leite, frequência de ordenha, uso ou não de somatotropina bovina, duração do período seco, contagem de células somáticas – CCS –, mês de parição, etc.) e estima uma produção

esperada para cada vaca na lactação seguinte, tendo como base sua própria produção prévia (NORDLUND, 2006; NORDLUND, 2009).

Embora o TCI[®] individual de cada vaca seja calculado, essa ferramenta foi desenvolvida para avaliação em nível de rebanho. Usando a estimativa de produção calculada pelas fórmulas, compara-se com a produção real da vaca no primeiro controle leiteiro após o parto. O resultado pode ser negativo ou positivo; caso seja negativo, isso significa que o animal produziu menos que o esperado e quando o resultado é positivo quer dizer que o animal produziu além da expectativa. Na Figura 2 é possível verificar a distribuição do TCI[®] médio dos rebanhos que participaram do estudo original conduzido por Nordlund (2006). Este autor explica que o TCI[®] médio gira em torno de zero, já que os inúmeros animais avaliados equilibram os valores. Entretanto, foi observado que rebanhos que possuem um bom programa de manejo no período de transição podem apresentar aumentos superiores a 3.100kg na primeira projeção de produção leiteira na lactação que se inicia.

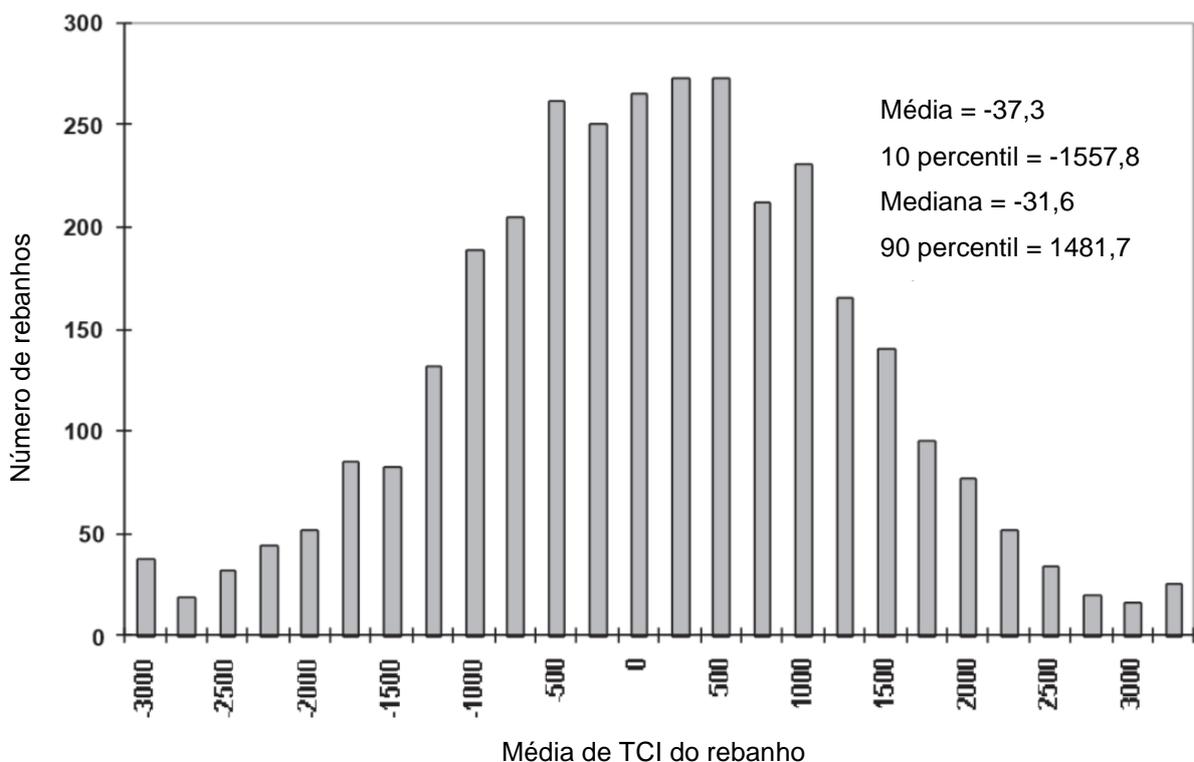


Figura 2 – Distribuição dos rebanhos avaliados de acordo com a média de TCI observado.

FONTE: Adaptado de NORDLUND (2006).

Na tentativa de validar o TCI[®] como índice de monitoramento da vaca leiteira recém-parida, incidências de enfermidades em 27 rebanhos leiteiros de Wisconsin foram compiladas por NORDLUND (2010). As ocorrências de enfermidades foram identificadas e estimativas de TCI[®] de vacas saudáveis e doentes foram comparadas. A média ajustada de TCI[®] para vacas sem ocorrências de enfermidades durante os primeiros 40 dias pós-parto foi de +5,0 kg/dia, enquanto as médias ajustadas de TCI[®] para vacas doentes foram de -5,8; -6,8; -7,9 e -19,8 kg/dia; para vacas com metrite, retenção de placenta, mastite e deslocamento do abomaso, respectivamente.

Nordlund (2008) indicou cinco fatores de manejo dos animais no período de transição que estavam diretamente associados ao índice TCI[®] nos rebanhos analisados. O mais importante fator foi adequar o espaço de cocho tanto no pré-parto quanto no pós-parto. Diminuir a movimentação entre lotes 10 dias antes do parto e evitar o estresse de reorganização social entre os animais foi o segundo fator identificado. Colocar os animais em período de transição em baias maiores também melhorou o TCI[®] nos rebanhos estudados, assim como utilizar camas de areia diminuiu o risco de mastite, em comparação a cama de material orgânico. Contudo, materiais que amenizem a superfície dura também são favoráveis. Por fim, um programa de monitoramento (acompanhar individualmente os animais nessa fase) eficaz e efetivo de animais que precisavam de cuidados especiais também aumentou as médias de TCI[®] avaliadas.

Assim, o TCI[®] é uma ferramenta que pode ser implantada no programa de avaliação de rebanhos leiteiros sem custos adicionais, já que leva em consideração informações que são coletadas corriqueiramente. Além disso, o TCI[®] possibilita a comparação entre diferentes rebanhos, o que facilita a identificação de bons programas de manejo no período de transição.

2.4 Considerações finais

O manejo aplicado durante o período de transição tem grandes implicações no desempenho da vaca leiteira na lactação que se inicia. Por isso é fundamental

avaliar se este manejo está sendo bem aplicado. Independente de qual ferramenta utilizar é importante que este monitoramento seja feito rotineiramente, a fim de identificar precocemente as falhas no sistema e assim proporcionar as correções adequadas a cada situação.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. et al. Culling reasons and the association of herd size and milk yield with culling rates in dairy herds in southern Brazil. American Dairy Science Association & American Society of Animal Science Joint Annual Meeting, 15 a 19 de julho, Phoenix, Arizona, Estados Unidos, **Journal of Dairy Science**, v.95, Suppl.2, p.92, 2012.

ARTUNDUAGA, M. A. T. et al. Incidência de doenças no pós-parto de primíparas da raça Holandesa alimentadas com diferentes fontes energéticas durante o período de transição. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.616-623, 2011.

BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercial application. **Domestic Animal Endocrinology**, v.17, p. 101-166, 1999.

BLOCK, E. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.2939-2948, 1983.

BOUDA, J.; MARTÍNEZ, L. P.; QUEIROZ-ROCHA, G. F. **Sistema de diagnóstico das doenças metabólicas no bovino**. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BORGES, J.B.; CECIM, M. Uso de provas de campo e laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.17-18.

BRICKNER, A. E.; RASTANI, R. R.; GRUMMER, R. R. Technical Note: Effect of sampling protocol on plasma non esterified fatty acid concentration in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.2219-2222, 2007.

BUTTCHEREIT, N. et al. Evaluation of five lactation curve models fitted for fat:protein ratio of milk and daily energy balance. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.4, p.1702-1712, 2010.

CAMPOS, R. et al. Indicadores do controle endócrino em vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33, n.2, p.147-153, 2005a.

CAMPOS, R. et al. Determinação de corpos cetônicos na urina como ferramenta para o diagnóstico rápido de cetose subclínica bovina e relação com a composição do leite. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.2, p.49-54, 2005b.

CHEW, B.P.; MURDOCK, F.R.; RILEY, R.E.; HILLERS, J.K. influence of prepartum dietary crude protein on growth hormone, insulin, reproduction, and lactation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.270-275, 1984.

CHUNG, Y. M. et al. Effects of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.2744-2758, 2008.

CORASSIN, C. H. et al. Importância das desordens do parto e seus fatores de risco sobre a produção de leite de vacas Holandesas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p. 1101-1110, 2011.

- COULON, J. B.; RÉMOND, B. Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review. **Livestock Production Science**, v.29, p.31-47, 1991.
- DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2259-2273, 1999.
- DUBUC, J. et al. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.5764-5771, 2010.
- DUFFIELD, T. F.; BAGG, R. Herd level indicators for the prediction of high-risk dairy herds for subclinical ketosis. In: Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners, 35., 2002, Ohaio. **Proceedings...** Ohaio, 2002, p.175-176.
- DUFFIELD, T. F., LEBLANC, S. J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. In: **Southwest Nutrition and Management Conference**, 24, Arizona, p.106-114, 2009.
- DUFFIELD, T. F. et al. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.571-580, 2009.
- EDGERTON, L. A.; HAFS, I. I. D. Serum luteinizing hormone, prolactin, glucocorticoid, and progestagens in dairy cows from calving to gestation. **Journal of Dairy Science**, v.56, p.451-458, 1973.
- EDWARDS, J.L.; TOZER, P.R. Using activity and milk yield as predictors of fresh cow disorders. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.524-531, 2004.
- ESPOSITO, G. et al. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.144, p. 60-71, 2014.
- FERNANDES, S. R. et al. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.1, p.21-32, 2012.
- FLEISCHER, P. et al. The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.9, p.2025–2035, 2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The statistic division: Dairy cattle in the word**. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 28/11/2014.
- FUCK, E. J.; MORAES, G. V.; SANTOS, G. T. Fatores nutricionais na reprodução das vacas leiteiras. I. Energia e proteína. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.24, n.3, p.147-161, 2000.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1260-1268, 1996.
- GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. **The Veterinarian Journal**, v.176, p.50-57, 2008.
- GOFF, J. P. Como controlar a febre do leite e outras desordens metabólicas relacionadas a macro minerais em vacas de leite. In: XIII CURSO DE NOVOS

ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS., 2009, Uberlândia. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2009, p.267-284. CD-ROM

GONZALEZ F. H. D. **Uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais em ruminantes.** In: GONZALEZ, F.H.D., BARCELLOS, J.O., OSPINA, H., RIBEIRO, L.A.O. (Eds). Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2820-2833, 1995.

GRUMMER, R. R.; RASTANI, R. R. Why reevaluate dry period length? **Journal of Dairy Science**, v.87, p.77-85, 2004.

GRUMMER, R. R. Qual período é mais crítico: pré-parto vs periparto vs pós-parto? In: XIII CURSO DE NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS. 2009, Uberlândia. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2009, p. 237-248. CD-ROM.

HAYIRLI, A. et al. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3430-3443, 2002.

HEUER, C.; SCHUKKEN, Y. H.; DOBBELAAR, P. Postpartal body condition score and first milk test results as predictors of disease, fertility, production, and culling in commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.295-304, 1999.

HORST, R. L. et al. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1269-1280, 1997.

HUTJENS, M.; AALSETH, E. **Caring for transition cows.** W.D. Hoards & Sons Company, 64p., 2005.

HUZZEY, J. M. et al. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3220-3233, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da Pecuária Municipal 2013.** Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/>. Acesso em: 28/11/2014.

JORDAN, E.R.; STOKES, S.R. **Pumpering dry cows pays dividends.** W.D. Hoards & Sons Company, 64p., 2000.

JORRITSMA, R. et al. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. **Veterinary Research**, v.34, p.11-26, 2003.

JUCHEM, S. O. et al. Production and blood parameters of Holstein cows treated prepartum with sodium monensin or propyleneglycol. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.680-689, 2004.

KESSEL, S. et al. Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2903-2912, 2008.

- KRAMER, E. et al. Analysis of water intake and dry matter intake using different lactation curve models. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.4072-4081, 2009.
- KUNZ, A. B. R.; RUDE, E. Insulin-specific T cell hybridomas derived from (H-2b x H-2k)F1 mice preferably employ F1unique restriction elements for antigen recognition. **European Journal of Immunology**, v.15, p.1048–1054, 1985.
- LAGO, E. P. et al. Parâmetros metabólicos de vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v.11, n.1, p.98-103, 2004.
- LEBLANC, S. J.; LESLIE, K. E.; DUFFIELD, T. F. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.159-170, 2005.
- LEBLANC, S. J. et al. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1267-1279, 2006.
- LUKAS, J. M. et al. A study of methods for evaluating the success of the transition period in early-lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.250-262, 2015.
- MULLIGAN, F.J.; DOHERTY, M.L. Production diseases of the transition cow. **The Veterinary Journal**, v.176, p.3-9, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press. 2001. 380p.
- NORDLUND, K. Transition cow index™. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS, 39., 2006, St. Paul Minnesota. **Proceedings...** St. Paul, 2006. p.139-143.
- NORDLUND, K. Fresh cow programs: the key factors to prevent poor transitioning cows. In: Dairy Cattle Reproduction Council, 2008, Omaha. **Proceedings...** S. Oak, 2008, p.1-4.
- NORDLUND, K. Using first test milk yield to assess herd transition cow management. In: DISCOVER CONFERENCE ON FOOD ANIMAL AGRICULTURE: DAIRY HERD ANALYTICS, 17. 2009, Nashville. **Proceedings...** Savoy, IL: American Dairy Science Association, 2009.
- NORDLUND, K. Use of Transition Cow Index® in field surveys of transition cow management in Wisconsin free-stall and western US open lot herds. In: 20th DISCOVER CONFERENCE ON FOOD ANIMAL AGRICULTURE: THE TRANSITION COW – BIOLOGY AND MANAGEMENT, 2010, Champaign. **Proceedings...** Savoy, IL: American Dairy Science Association, 2010.
- OETZEL, G. R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. **Veterinary Clinics Food Animal Practice**. v.20, p.651-674, 2004.
- OSPINA, P. A. et al. Evaluation of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.546-554, 2010a.

OSPINA, P. A. et al. Associations of elevated nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.1596-1603, 2010b.

OVERTON, T. R.; NYDAM, D. V. Como identificar oportunidades no manejo de vacas periparto. In: CURSO DE NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 13., 2009, Uberlândia. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2009, p.285-290. CD-ROM

OVERTON, T.R.; WALDRON, M.R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v.87, supplement E.,p. 105-119, 2004.

PAPE-ZAMBITO, D. A.; MAGLIARO, A. L.; KENSINGER, R. S. Concentrations of 17 β -estradiol in Holstein whole milk. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3308-3313, 2007.

PAURA, L.; JONKUS, D.; RUSKA, D. Evaluation Of the milk fat to protein ratio and fertility traits In latvian brown and holstein dairy cows. **Acta argiculturae Slovenica**, Supplement 3, 155–159, 2012.

PETHES, G. et al. Thyroxine, triiodothyronine, reverse-triiodothyronine, and other physiological characteristics of periparturient cows fed restricted energy. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.1148-1154, 1985.

PINEDO, P. J. et al. Dynamics of culling for Jersey, Holstein, and Jersey \times Holstein crossbred cows in large multibreed dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.2886-2895, 2014.

POGLIANI, F. C. et al. Influência da gestação e do puerpério no lipidograma de bovinos da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.273-280, 2010.

RABELO, E.; CAMPOS, B. G. Fisiologia do período de transição. *Ciência Animal Brasileira*, Suplemento I: VII Congresso Brasileiro de Buiatria, **Anais...** 2009.

RASTANI, R. R. et al. Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: milk production, energy balance, and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.1004-1014, 2005.

RASTANI, R. R. et al. Effects of increasing milking frequency during the last 28 days of gestation on milk production, dry matter intake, and energy balance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.1729-1739, 2007.

REMPPIS, S.; et al. Effects of energy intake on performance, mobilization and retention of body tissue, and metabolic parameters in dairy cows with special regard to effects of pre-partum nutrition on lactation - a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.24, n.4, p.540-572, 2011.

REYNOLDS, C. K. et al. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1201-1217, 2003.

ROSSI, C. A. R. et al. Método de uso clínico para avaliação do acúmulo de lipídios no fígado. **Revista da FZVA**, v.11, n.1, p.166-173, 2004.

SANTOS, J. E. P.; SANTOS, F. A. P. Novas Estratégias no Manejo e Alimentação de Vacas Pré-Parto. In: Animal Production Symposium: Bovine Confinement. **Proceedings...** Piracicaba: USP. 1998, p. 165-214.

SEIFI, H. A.; MOHRI, M.; KALAMATI ZADEH, J. Use of pre-partum urine pH to predict the risk of milk fever in dairy cows. **The Veterinary Journal**, v.167, p.281-285, 2004.

STOOP, W. M. et al. Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1469-1478, 2003.

SUTHAR, V. S. et al. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.1-14, 2013.

TONI, F. et al. Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production, and survival. . **Journal of Dairy Science**, v.94, p. 1772–1783, 2011.

VAN DORP, R. T. E. et al. An epidemiologic study of disease in 32 registered holstein dairy herds in British Columbia. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.63, p.185-192, 1999.

VESNA, G.; K, P.; SONJA, J. Test-day records as a tool for subclinical ketosis detection. **Acta Veterinaria (Beograd)**, v.59, n.2-3, p.185-191, 2009.

WITTEWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H. ET AL. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000. p.9-22.

WU, W.X.; LIU, J.X.; XU, G.Z. Calcium homeostasis, acid-base balance, and health status in periparturiente Holstein cows fed diets with low cation-anion difference. **Livestock Science**, v.117, p.7-14, 2008.

CAPÍTULO II - ANÁLISE DA RELAÇÃO GORDURA:PROTEÍNA NO PRIMEIRO CONTROLE MENSAL APÓS O PARTO DE VACAS LEITEIRAS NO PARANÁ

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a relação entre teores de gordura e proteína (RGP) do leite no primeiro controle leiteiro mensal após o parto de vacas leiteiras no Paraná entre os anos de 2000 e 2013. Dados de 257.847 primeiros controles mensais após o parto de 114.162 vacas foram submetidos à análise após edição dos dados. Os procedimentos PROC MIXED, CORR e STEPWISE do SAS foram utilizados na análise estatística dos dados. Para validação da RGP, um rebanho com monitoramento regular de β -hidroxibutirato (BHBA) no pós-parto foi utilizado para análise de correlação com a RGP. Em 2013 foi observada a maior ($P < 0,01$) RGP de todos os anos (1,190). A média mensal da RGP foi maior no segundo semestre do ano. Houve correlação positiva e de grande magnitude ($P < 0,01$) entre RGP e teor de gordura ($r = 0,85$) e correlações positivas porém de pequena magnitude ($P < 0,01$) entre RGP e ordem de lactação ($r = 0,05$), idade em meses ($r = 0,05$) e contagem de células somáticas ($r = 0,02$). Por fim, correlações negativas ($P < 0,01$) foram estimadas entre RGP e teor de proteína ($r = -0,23$), dias em leite ($r = -0,03$) e produção de leite ($r = -0,05$). A equação de regressão que melhor explicou a RGP foi $1,18058 + 0,33039\%G - 0,38767\%P$ ($R^2 = 0,98$), sendo a variável com maior influência a porcentagem de gordura (R^2 parcial = 0,72). Animais de 4ª e 5ª lactação ou mais apresentaram maior ($P < 0,01$) RGP, seguida por animais de terceira, primeira e segunda lactação com menor RGP (1,185; 1,183; 1,164; 1,151 e 1,126, respectivamente). Animais da raça Jersey tiveram maior ($P < 0,01$) RGP do que animais das raças Holandesa e Pardo Suíço, que não foram diferentes ($P = 0,74$) entre si (1,185; 1,149 e 1,152, respectivamente). Animais com duas ordenhas diárias apresentaram maior ($P < 0,01$) RGP do que três ordenhas diárias (1,177 e 1,146, respectivamente). Houve correlação positiva entre RGP e BHBA nos dias 4, 7 e 12 após o parto (0,12; 0,01 e 0,21, respectivamente), sendo a maior correlação para o dia mais próximo ao controle leiteiro. A RGP é importante ferramenta para avaliação de vacas no período de transição, podendo ser implantada como rotina em rebanhos que fazem controle leiteiro mensal de seus animais. O teor de gordura mostrou-se o mais importante fator de variação na RGP.

Palavras-chave: balanço energético, componentes do leite, início da lactação.

CHAPTER II – ANALYSIS OF FAT TO PROTEIN RATIO IN THE FIRST TEST-DAY AFTER CALVING ON DAIRY COWS FROM PARANÁ STATE

ABSTRACT

This study aimed to evaluate milk fat to protein ratio (FPR) in the first test-day after calving of dairy cows in Paraná State, from 2000 to 2013. Data from 257,847 first monthly test-day after calving of 114,162 cows were submitted to analysis after data edition. Procedures PROC MIXED, CORR and STEPWISE from SAS were used in the data analysis. In order to validate FPR, a herd with regular postpartum monitoring of β -hydroxybutyrate (BHBA) was used to estimate the correlation with FPR. The highest FPR (1.190; $P < 0.01$) was observed in 2013. Monthly average FPR was higher in the second semester of the year. There was a strong positive correlation ($P < 0.01$) between FPR and fat levels ($r = 0.85$), and weak positive correlation ($P < 0.01$) between FPR and lactation order ($r = 0.05$), age in months ($r = 0.05$) and somatic cell count ($r = 0.02$). There were negative correlations ($P < 0.01$) between FPR and protein levels ($r = -0.23$), days in milk ($r = -0.03$) and milk production ($r = -0.05$). The regression equation that best fitted FPR was $1.18058 + 0.33039 \%F - 0.38767 \%P$ ($R^2 = 0.98$), where the variable with the greatest influence was fat percentage (partial $R^2 = 0.72$). Animals of 4th and 5th lactation or more had higher ($P < 0.01$) FPR, followed by animals of third, first and second lactation with lower FPR (1.185; 1.183; 1.164; 1.151 and 1.126, respectively). Jersey cows had higher ($P < 0.01$) FPR than Holsteins and Brown Swiss ones, that were not different ($P = 0.74$) from each other (1.185; 1.149 and 1.152, respectively). Animals with two daily milkings had higher ($P < 0.01$) FPR than animals milked three times a day (1.177 and 1.146, respectively). There was a positive correlation between FPR and BHBA on days 4, 7 and 12 after calving (0.12, 0.01 and 0.21, respectively), where the highest correlation was observed in the day closest to the test-day. The FPR is an important tool to evaluate cows performance during the transition period, which may be implemented as a routine in herds that officially adopt monthly test-day. The fat content was found to be the most important impact factor on FPR changes.

Keywords: energy balance, milk components, lactation onset.

1. INTRODUÇÃO

Já está bem compreendido que o balanço energético negativo (BEN) é uma condição fisiológica de vacas leiteiras, principalmente em animais com alta produção e no início da lactação. A redução drástica no consumo de matéria seca (CMS) no pré-parto associada com a grande mobilização e direcionamento de nutrientes para a glândula mamária a partir de poucos dias antes do parto gera uma diferença negativa entre energia requerida e energia consumida, chamada de BEN. Este quadro de baixa energia disponível acarreta a mobilização do tecido adiposo, liberando ácidos graxos não esterificados (AGNE) (DRACKLEY et al., 2005).

Os AGNE podem ser direcionados para a glândula mamária, onde irão contribuir no aumento da gordura do leite, ou para o fígado onde serão oxidados completamente para gerar ATP, convertidos em triglicerídeos (TG) e exportados sob a forma de VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade) para a glândula mamária ou demais tecidos, ou ainda uma terceira via (menos desejável) onde há oxidação incompleta, gerando como produto corpos cetônicos, como o β -hidroxibutirato (BHBA) e por fim uma quarta e última via, ainda mais indesejável, que é o acúmulo dos TG no parênquima hepático, que dá origem ao quadro esteatose hepática ou fígado gorduroso (LEBLANC, 2010).

Quando esta mobilização de reservas ocorre de forma controlada e por curto período de tempo, o animal está bem adaptado ao BEN (JORRISTMA et al., 2003). Entretanto, quando há mobilização excessiva do tecido adiposo, existe um aumento na quantidade de AGNE liberados e parte dos corpos cetônicos produzidos não são metabolizados, causando um acúmulo desses metabólitos, culminando num quadro de cetose clínica ou subclínica (DUFFIELD; BAGG, 2002).

Além do acúmulo de corpos cetônicos, a mobilização excessiva de tecido adiposo pode ser detectada pelo teor de gordura no leite, mais especificamente a relação entre o teor de gordura e o teor de proteína (RGP). Logo após o parto, o principal destino dos nutrientes no organismo de uma vaca leiteira é a glândula mamária, assim, existe um direcionamento também da gordura mobilizada para a síntese do leite. Portanto a mobilização de energia e proteína das reservas corporais

constitui uma alternativa para fornecer os nutrientes necessários para a produção de leite durante as primeiras semanas da lactação (JUCHEM et al., 2004).

Se todos os outros fatores que afetam a gordura do leite estiverem estáveis e em harmonia, quanto maior a RGP maior será a quantidade de gordura que foi mobilizada das reservas corporais e direcionada para a glândula mamária (BAUMAN, 1999). Portanto, a avaliação desta relação tem se tornado uma importante ferramenta de diagnóstico de distúrbios durante o período de transição. Krogh et al. (2011) afirmaram que é possível ter alta confiabilidade entre resultados de avaliação de corpos cetônicos com a RGP, indicando sua eficiência para a avaliação do período de transição.

Em revisão, Nordlund e Cook (2004) concluíram que a avaliação da RGP deve ser feita a nível de rebanho e não individualmente, para verificar o risco de cetose subclínica ou clínica, propondo que se mais de 40% dos animais do rebanho apresentar RGP fora do ideal, o risco de distúrbios é relevante. Neste trabalho ainda ficou proposto que o valor máximo da RGP deve ser 1,4. Vacas que obtiveram valores maiores que esse apresentaram quadros de cetose subclínica e aquelas que tiveram sinais clínicos, tinham RGP acima de 1,5.

O objetivo deste estudo foi identificar as principais fontes de variação na relação entre teores de gordura e proteína do leite coletado no primeiro controle leiteiro mensal após o parto, realizados entre os anos de 2000 a 2013 em rebanhos leiteiros no estado do Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado a partir de um banco de dados de controles leiteiros mensais realizados entre 2000 e 2013 pela Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), usando somente o primeiro controle mensal após o parto (5 a 40 dias em leite ou DEL). Após todas as edições realizadas,

permaneceram no banco de dados 257.847 controles leiteiros, provenientes de 114.162 vacas, numa média de 2,26 primeiros controles (ou lactações) por vaca.

Os controles leiteiros foram classificados de acordo com a raça das vacas, constando de Holandesas (HOL; 242.685 controles), agrupando animais de pelagem preta e branca e vermelha e branca, Jersey (JER; 9.207 controles) e Pardo Suíço (PAR; 5.955 controles). Todos os rebanhos mantidos no banco de dados estão localizados no estado do Paraná. Os controles leiteiros foram realizados por técnicos da APCBRH, onde uma amostra de leite individual era colhida no dia da avaliação, acondicionada em um frasco com conservante bronopol, refrigerada e enviada para o Laboratório Centralizado de Qualidade de Leite da APCBRH, em Curitiba, Paraná. No Laboratório as amostras foram analisadas para gordura e proteína no equipamento Bentley 2000 (Bentley Instruments[®]), através de sistemas ópticos e infravermelhos.

Para a edição do banco de dados, a idade ao parto foi limitada da seguinte forma: para animais de primeira lactação a idade mínima foi 20 meses e a idade máxima estabelecida em 48 meses; considerando um intervalo entre partos ideal de 12 meses, para segunda lactação idade mínima 32 meses e máxima 72 meses; para terceira lactação entre 44 e 96 meses de idade; quarta lactação entre 56 e 120 meses e para cinco ou mais lactações idade mínima de 68 meses, com máximo de 240 meses de idade. Foram excluídos controles leiteiros com informações parciais ou incompletas. Os animais foram classificados de acordo com a ordem de parto e cinco classes foram criadas: 1^a lactação (87.771 controles), 2^a lactação (68.638 controles), 3^a lactação (45.753 controles), 4^a lactação (27.499 controles) e 5^a lactação ou mais (28.186 controles).

Para encontrar o valor de contagem de células somáticas (CCS) no dia do controle, o equipamento utilizado faz a leitura da amostra a partir do método de citometria de fluxo. Esta variável foi limitada entre 1 a 9.999 ($\times 10^3$), de acordo com a capacidade de leitura. O teor de sólidos do leite foi analisado pelo método infravermelho. Os limiares para porcentagem de gordura (%G) foram de 1% a 9%. Para o teor de proteína (%P) foram mantidos controles entre 2% a 5,5%. A produção de leite no dia do controle foi entre 5 a 66 kilos. Esses valores foram estabelecidos a fim de proporcionar a variabilidade dos dados e retirar do banco de dados

informações incoerentes e erros de coleta ou armazenamento dos dados. Buscou-se eliminar a mesma proporção de dados abaixo e acima dos valores referência. A relação gordura e proteína (RGP) foi calculada pela simples divisão entre a porcentagem de gordura e a porcentagem de proteína, ambas obtidas na análise do leite coletado no dia do controle.

Para análise estatística, os dados foram submetidos ao programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, versão 9). As médias de RGP ajustadas pelos efeitos foram geradas através do procedimento de modelos mistos PROC MIXED, onde o efeito de rebanho foi considerado como aleatório e como efeitos fixos foram considerados raça, mês do parto, ano do parto, ordem de lactação e número de ordenhas diárias. Devido a limitações computacionais, o efeito aleatório de vaca foi retirado do modelo. As médias ajustadas foram comparadas pelo teste de Tukey. A correlação de Pearson entre a RGP e as variáveis idade, ordem de lactação, DEL, produção de leite, %G, %P e CCS foi obtida pelo procedimento CORR. Por fim, para avaliar qual das variáveis é mais importante para o modelo estatístico de correlação, os dados foram submetidos a análise de regressão pelo procedimento STEPWISE.

Para validação dos resultados de RGP, foi selecionado um rebanho da região de Palmeira-PR, que consta no banco de dados e que faz monitoramento regular de BHBA nas vacas recém-paridas, através de tiras reagentes que detectam a concentração de BHBA no sangue. As coletas de BHBA foram realizadas no dia 4 (D4), dia 7 (D7) e dia 12 (D12) após o parto através uma gota de sangue aplicadas em tiras reagentes. O resultado de BHBA de 138 vacas da raça Holandesa com parto ocorrido em 2013 foi correlacionado com o valor da RGP no dia do primeiro controle leiteiro mensal após o parto. No ano de 2013 (ano da coleta dos dados de BHBA), o rebanho apresentou média de 38,7kg de leite no dia do primeiro controle e 9.670kg por lactação com média de 377 dias de período de lactação. A média de DEL no dia do controle foi de 24 dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis que foram avaliadas no modelo estão apresentadas na Tabela 1. Estudos apontam que uma RGP preocupante é acima de 1,40 (DUFFIELD; BAGG, 2002), sendo indicativos de cetose subclínica ou clínica. Na média geral, os rebanhos paranaenses apresentam valor aceitável para RGP (1,186).

TABELA 1 - MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES DAS VARIÁVEIS PRODUTIVAS

| Variável | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|------------------------|---------|---------------|--------|--------|
| Idade ao parto (m) | 48,328 | 23,263 | 20 | 233 |
| Ordem de lactação | 2,464 | 1,557 | 1 | 14 |
| DEL ¹ | 20,911 | 9,164 | 5 | 40 |
| Produção de Leite (kg) | 31,565 | 9,939 | 5 | 66 |
| % Gordura | 3,601 | 0,800 | 1 | 8,98 |
| % Proteína | 3,054 | 0,364 | 2 | 5,48 |
| RGP ² | 1,186 | 0,262 | 0,240 | 4,144 |
| CCS ³ | 359,055 | 873,997 | 1 | 9999 |

¹ Dias em leite; ² Relação gordura e proteína; ³ Contagem de células somáticas.

FONTE: dados do autor.

Assumindo que a RGP ideal no primeiro controle mensal após o parto deveria estar entre 1,0 e 1,4 (HEUER et al., 1999), no presente banco de dados 63,5% dos controles situaram-se nesta faixa desejável, 20,64% eram inferiores a 1,0 (a qual é indicativo de acidose subclínica) e 15,86% eram superiores a 1,4 (a qual é indicativo de cetose subclínica).

Na Tabela 2 encontram-se as correlações entre a RGP e as demais variáveis produtivas. Apesar de todas as correlações apresentarem significância, apenas duas tiveram maior relevância e podem explicar melhor a RGP. A %G apresentou uma correlação positiva e de alta magnitude ($r = 0,85$; $P < 0,01$) e em segundo a %P apresentou uma correlação negativa e de média magnitude ($r = -0,23$; $P < 0,01$). Neste quadro é possível observar que quanto maior a %G do leite, maior será a RGP. Inversamente proporcional, mas com menor impacto, a %P diminui a RGP.

Buttchereit et al. (2011) avaliaram lactações até 180 dias e também observaram alta correlação positiva entre o teor de gordura no leite e a RGP em todo o período. Estes autores observaram nos primeiros 45 dias de lactação uma

correlação muito semelhante à encontrada no presente estudo ($r = 0,88$). Neste mesmo trabalho, avaliou-se a correlação da %P e a média dos primeiros 45 dias de lactação foi superior ao aqui estimado ($r = -0,40$), indicando maior relevância do teor de proteína sobre a RGP. Os resultados do presente trabalho indicam a maior importância na variação do teor de gordura do que a variação no teor de proteína para a RGP.

TABELA 2 – CORRELAÇÕES DE PEARSON ENTRE A RELAÇÃO GORDURA PROTEÍNA (RGP) COM AS VARIÁVEIS PRODUTIVAS

| | Idade ¹ | Ordem ² | DEL ³ | Leite ⁴ | %G ⁵ | %P ⁶ | CCS ⁷ |
|-----|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| RGP | 0,05** | 0,05** | -0,03** | -0,05** | 0,85** | -0,23** | 0,02** |

1 Idade ao parto (meses). 2 Ordem de lactação. 3 Dias em leite no dia do controle leiteiro. 4 Produção de leite (kg) no dia do controle leiteiro. 5 Teor de gordura do leite (%). 6 Teor de proteína do leite (%). 7 Contagem de células somáticas.**P<0,01.

FONTE: dados do autor.

Quando a equação de regressão foi obtida pelo método Stepwise, as mesmas duas variáveis citadas logo acima apresentaram maior significância no modelo que explica a RGP. Apresentaram maior relevância na equação a %G (R^2 parcial = 0,72) e %P (R^2 parcial = 0,26). As demais variáveis incluídas para a análise de regressão (produção de leite no dia do controle, idade e DEL) apesar de apresentarem nível de significância ($P < 0,01$) colaboraram pouco para explicar a variação da RGP. Isso indica que de fato a principal fonte de variação na RGP é a alteração na %G do leite. A equação gerada a partir da inclusão das variáveis %G e %P foi:

$$RGP = 1,8058 + 0,33039\%G - 0,38767\%P$$

$$R^2 = 0,98$$

Ao analisar a série histórica de 14 anos (2000 a 2013) da RGP apresentada na Figura 1, não foi possível identificar uma tendência definida; valores altos e baixos apareceram intercalados ao longo dos anos. Constatou-se somente um aumento expressivo nos últimos dois anos avaliados, 2012 e 2013. Não é possível identificar um fator específico que possa ter contribuído para esse aumento. Uma

das hipóteses é o aumento no desafio produtivo (maior produtividade) e maior BEN no início da lactação, que pode ser causado por diferentes fatores. A produção média da lactação anterior dos controles leiteiros de 2013 foi de 8.709 kg, 8.685 kg em 2012 e 8.538 kg em 2011, mostrando um constante aumento na produtividade das vacas. Outros fatores, que não constam no banco de dados, podem colaborar com o aumento da RGP, mas não foram possíveis de identificar no presente estudo.

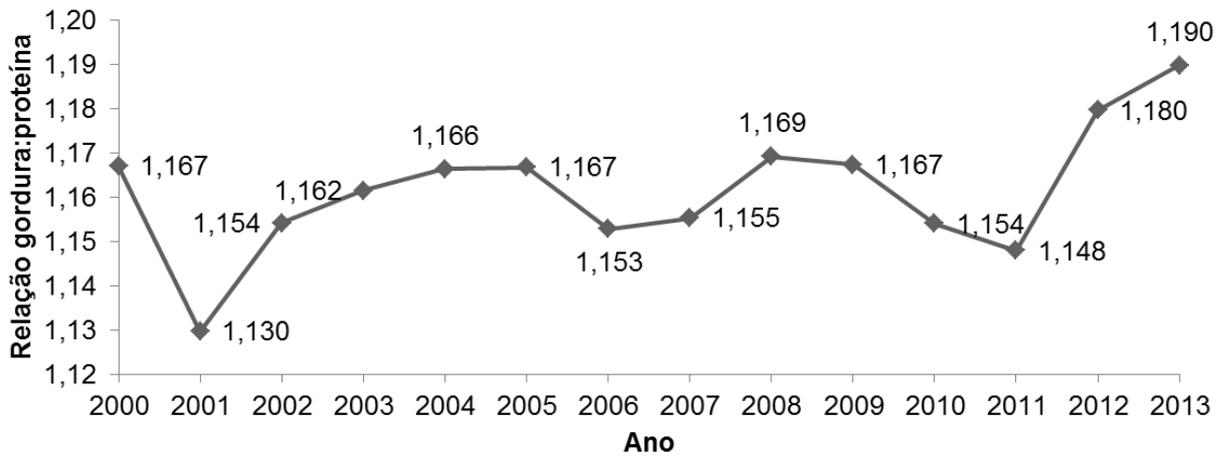


Figura 1 – Média da relação gordura:proteína entre os anos de 2000 a 2013 de acordo com o ano do parto.

FONTE: dados do autor.

Quando se observa o gráfico segundo o mês de parto da vaca (Figura 2) fica evidente que os meses mais quentes (dezembro a abril) são os que resultam em menor RGP. A hipótese neste caso é a queda no CMS nos meses mais quentes (principalmente janeiro e fevereiro) e maior seleção de concentrado, causando queda na %G, e por conseguinte na RGP. Em revisão, Bauman e Griinari (2001) afirmaram que vacas que consomem menos fibra e mais concentrado produzem mais CLA trans 10, cis 12, isômero responsável pela depressão da gordura no leite, e como há forte correlação positiva entre %G e RGP, isso explicaria a queda da RGP nos meses mais quentes. Estudo realizado por Bouraoui et al. (2002), onde foram analisadas as condições de temperatura e umidade sobre a produção de leite e seus componentes, indicou que quanto maior o estresse térmico, menor o CMS, ocasionando queda na quantidade e na composição do leite. Souza et al. (2008)

analisaram amostras de leite durante um ano e observaram um comportamento semelhante, com relação ao teor de gordura do leite.

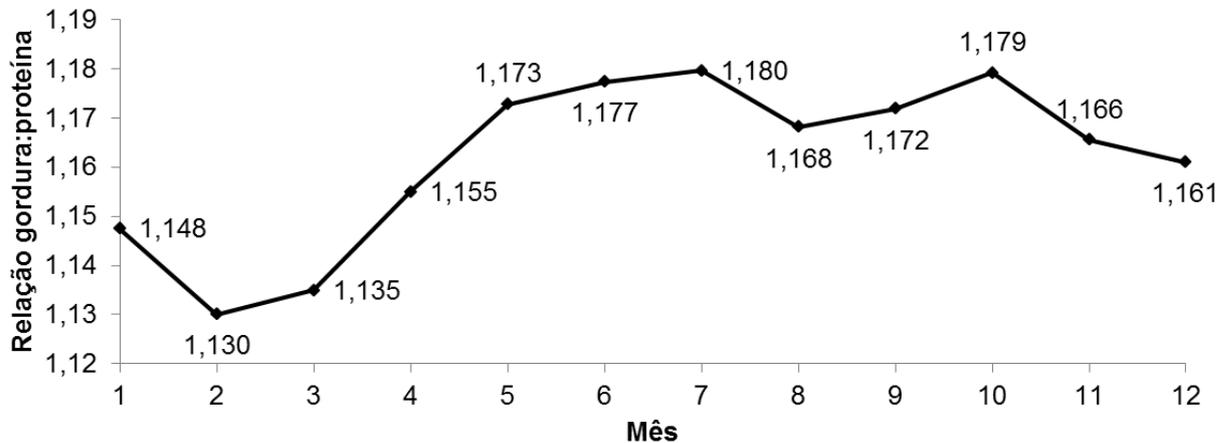


Figura 2 – Média geral da relação gordura:proteína entre os anos de 2000 a 2013 em função do mês do parto.

FONTE: dados do autor.

Correlações positivas mas de pequena magnitude foram observadas entre a idade do animal (representada em meses ou em ordem de lactação; 0,05 para ambas) e a RGP, indicando que quanto mais velha é a vaca, maior é a RGP no primeiro controle leiteiro após o parto. Quando analisada a média segundo a ordem de lactação (Figura 3), vacas de segunda lactação apresentaram menor RGP (1,126), seguidas de vacas de primeira lactação (1,151), terceira lactação (1,164) e quarta e quinta lactações ou mais apresentaram maior RGP (1,183 e 1,185, respectivamente). Estes resultados estão em desacordo com a maioria dos resultados descritos na literatura, que afirma que quanto mais velho o animal, maior é a RGP (HEUER et al., 2000; TONI et al., 2011). Entretanto o estudo conduzido por McParland et al. (2011) também encontraram RGP menor em animais de segunda lactação em relação a animais de primeira, terceira e quarta lactação (1,15 vs. 1,17, 1,21 e 1,21, respectivamente).

Buttchereit et al. (2010) compararam primíparas (1 a 180 DEL) com múltiparas (1 a 305 DEL) e as múltiparas tiveram maior RGP, concordando com os resultados do presente estudo. Este mesmo trabalho ainda mostrou resultados

semelhantes entre as curvas ajustadas de RGP ao longo dos dias de lactação de vacas de primeira lactação e segunda lactação, sendo que animais de segunda lactação apresentaram em alguns momentos (entre 25 e 50 DEL, aproximadamente) valores menores de RGP do que animais de primeira e terceira ou mais lactações. Dados destes mesmos autores mostram que vacas de segunda lactação apresentaram menor BEN do que vacas de três lactações ou mais, o que pode explicar o fato da menor RGP. No presente estudo não é possível fazer tal afirmação, pois não há informações adicionais (tais como o escore de condição corporal) que possam ajudar a explicar a magnitude do BEN dos animais.

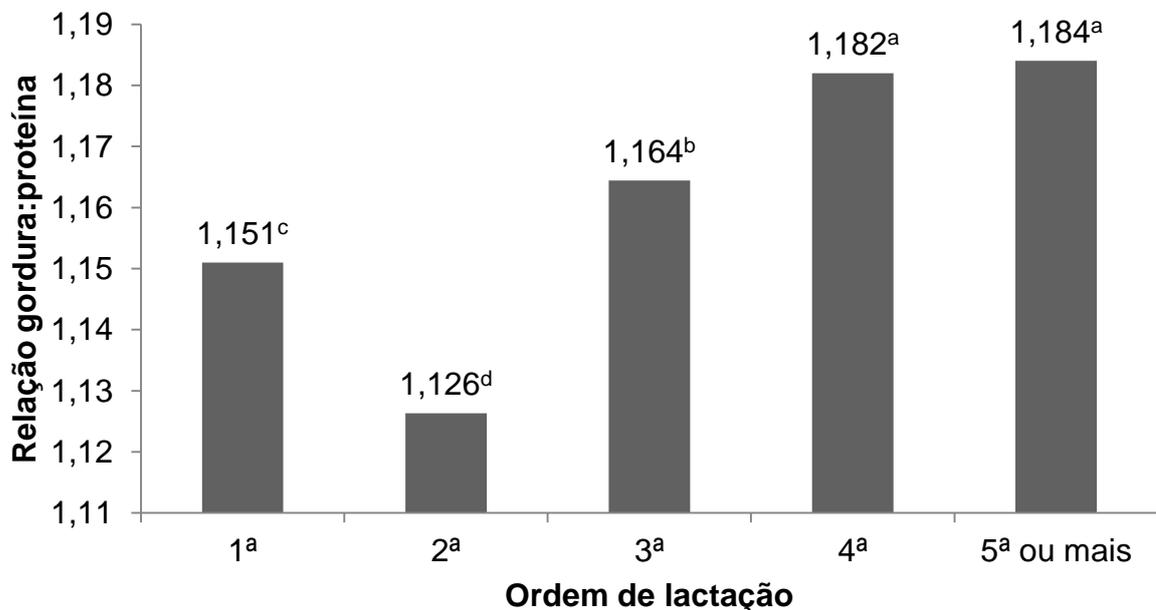


Figura 3 – Relação gordura:proteína de acordo com a ordem de lactação.

^{a, b, c} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

FONTE: dados do autor.

A produção de leite no dia do primeiro controle leiteiro teve fraca correlação negativa ($r = -0,05$; $P < 0,01$), indicando que quanto maior a produção de leite, menor a RGP. Isso pode ser explicado pelo fato da já bem estabelecida correlação negativa entre produção de leite e %G (ERDMAN; VARNER, 1995). Estes autores explicam que o aumento na produção de gordura é mais bem evidenciado pela produção em quilogramas de gordura e não em porcentagem. Em trabalho realizado por Bergk e

Swalve (2011) com vacas de primeira lactação na Alemanha, foi constatado que a RGP no primeiro controle leiteiro teve correlação negativa com a produção de leite. Neste mesmo estudo observou-se que vacas com extremos de RGP (abaixo de 1,1 e acima de 1,6) tiveram maior descarte e/ou mortalidade.

Uma correlação negativa, mas de pequena magnitude ($r = -0,03$; $P < 0,01$) também foi observada com o DEL no primeiro controle leiteiro após o parto, sugerindo que quanto mais próximo ao parto for a avaliação, maiores serão os valores para RGP. Pesquisas mais recentes, como o trabalho de Toni et al. (2011) indicaram fraca correlação da RGP no dia do primeiro controle com a RGP do leite coletado no 7º dia pós-parto ($r = 0,20$ para primíparas; $r = 0,25$ para múltiparas). Este comportamento da RGP foi mostrada no estudo de Negussie et al. (2013), onde os maiores valores concentravam-se nos primeiros dias de lactação e queda acentuada até 100 DEL. Jamrozik e Schaeffer (2011) também encontraram uma tendência de queda da RGP conforme aumenta o DEL, entretanto isso ocorreu nos primeiros 50 dias com maior intensidade. Portanto, quanto mais próximo ao parto for a coleta das informações, melhor é a confiabilidade e o resultado será um reflexo mais preciso do manejo no período de transição. Contudo, a amostra deve ser coletada somente quando iniciar a produção de leite, desconsiderando assim a produção de colostro.

A CCS foi a variável que apresentou menor correlação com a RGP ($r = 0,02$; $P < 0,01$), indicando sua pequena influência na RGP. Resultado semelhante foi obtido no trabalho de Reis et al. (2012), que avaliaram vacas holandesas, girolando e mestiças no estado do Paraná entre os anos de 2006 a 2011, analisando a influência da CCS sobre o teor de gordura no leite e também não encontraram correlações significativas entre as duas variáveis.

Na Figura 4 estão as médias para RGP de acordo com o grupamento racial do animal. Como era esperado, a raça JER apresentou maiores RGP, visto que este grupamento racial possui maiores teores de gordura em seu leite; trabalhos mostram médias de %G acima de 4,5% (MAIWASHE et al., 2008) . HOL e PAR tem %G no leite semelhante (CECCHINATO et al., 2011) e provavelmente por isso não houve diferença significativa na RGP entre estas raças.

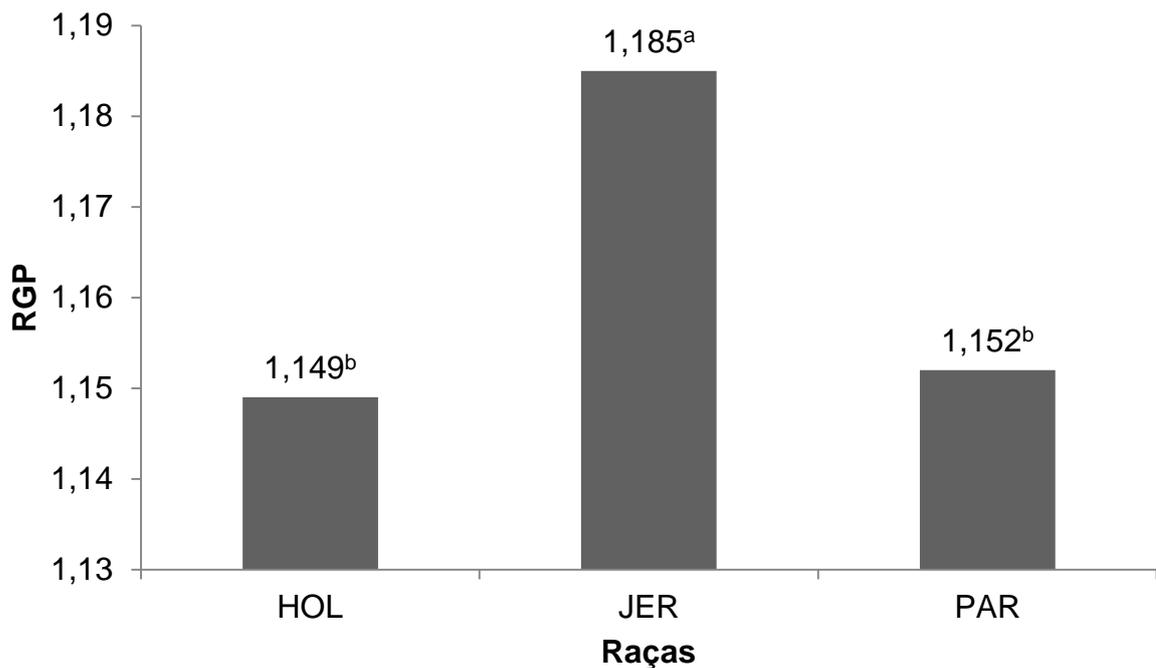


Figura 4 – Relação gordura:proteína de acordo com o grupamento racial dos animais.

^{a, b, c} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tuckey ($P < 0,01$).

FONTE: dados do autor.

Quando analisada a RGP de acordo com o número de ordenhas (Figura 5), verificou-se que animais com duas ordenhas diárias tiveram maior ($P < 0,01$) RGP do que animais com 3 ordenhas diárias (1,177 vs. 1,146, respectivamente). Isso ocorreu pelo fato de vacas em 3 ordenhas leite com menores teores de sólidos do que vacas em duas ordenhas diárias. Erdman e Varner (1995) mostraram em sua revisão que vacas ordenhadas três vezes por dia apresentam maior produção de leite e menor teor de gordura em sua composição, diferença mais expressiva em vacas multíparas do que primíparas. Apesar da produção em quilogramas de gordura ser maior em vacas ordenhadas três vezes ao dia, como a RGP usa a porcentagem, possivelmente esse fato explica a menor RGP.

Para a validação, informações de BHBA de vacas com parto ocorrido em 2013 no rebanho de Palmeira-PR geraram correlações positivas porém de pequena magnitude com todos os períodos avaliados (D4, D7 e D12), sendo que a maior correlação foi verificada com o D12 (0,12; 0,01 e 0,21, respectivamente). Houve

maior correlação no D12 provavelmente porque esta mensuração de BHBA ocorreu mais próxima do dia do controle (em média 24 dias, para este rebanho).

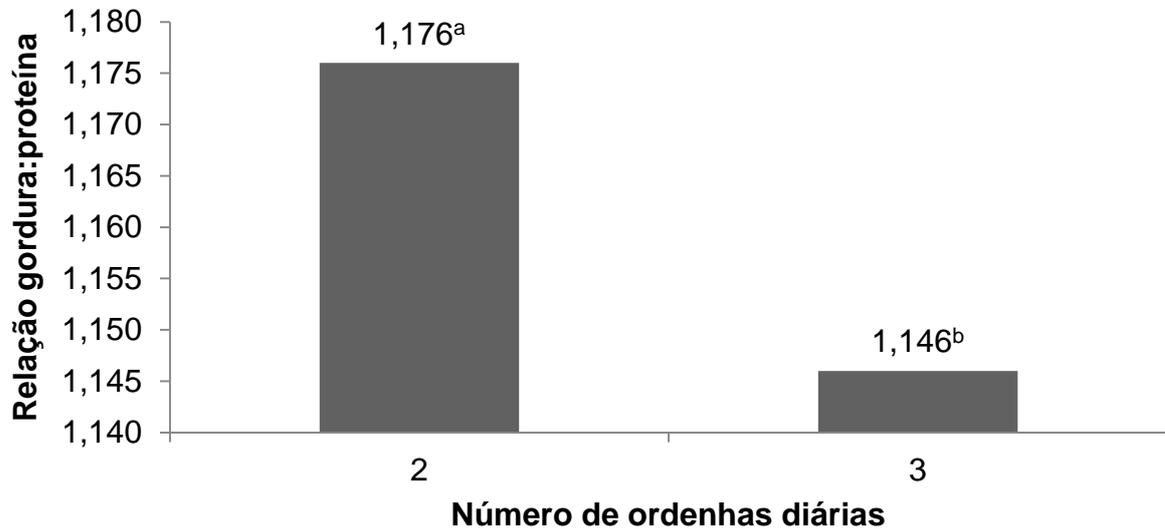


Figura 5 – Relação gordura:proteína de acordo com o número de ordenhas diárias.

^{a, b} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

FONTE: dados do autor.

Os resultados de BHBA podem ter grande variação de um dia para o outro (CLARK et al., 2005). Estudo conduzido por van der Drift et al. (2012) avaliaram a concentração plasmática de BHBA entre os dias 5 e 60 pós-parto. Os valores médios foram de 0,76 mmol/L, entretanto o valor mínimo foi de 0,16 e o valor máximo de 7,05 mmol/L, gerando um desvio padrão de 0,56 mmol/L. Portanto, o ideal seria que o BHBA fosse mensurado no dia do controle, o que não ocorreu no caso do presente estudo.

4. CONCLUSÕES

A RGP é importante ferramenta para avaliação de vacas leiteiras no início da lactação e pode ser utilizada rotineiramente para rebanhos que realizam o controle

leiteiro dos seus animais como indicador de um período de transição adequado. É importante destacar que diversos fatores afetam a %G no leite e por isso os resultados de RGP devem ser analisados com cautela. Para adequada interpretação da RGP, é necessário enfatizar que valores de RGP obtidos muito tardiamente na lactação (> 40 dias pós-parto) deixam de indicar mobilização das reservas corporais, pois o balanço energético já foi restabelecido. Indica-se idealmente que a coleta seja entre os dias 5 e 15 após o parto, para que seja representativa do período avaliado. As comparações entre animais ou rebanhos devem ser realizadas em condições semelhantes (raça, manejo, número de ordenhas).

Pelo fato da RGP ter uma alta correlação positiva com o teor de gordura e uma mediana correlação negativa com o teor de proteína, uma mudança da RGP pode representar a mobilização de gordura corporal. É indicado para estudos futuros associar a RGP com a composição e o tipo de ácidos graxos que fazem parte da gordura do leite, pois sabe-se que a gordura mobilizada tem características diferentes da gordura sintetizada na glândula mamária, facilitando assim a interpretação da RGP.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercial application. **Domestic Animal Endocrinology**, v.17, p. 101-166, 1999.
- 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.
- BERGK, N.; SWALVE, H. H. Der fett-eiweiß-quotient in der frühlaktation als indikator für den verbleib von erstkalbinnen in der milchkuhherde. **Züchtungskunde**, v.83, n.2, p.89-103, 2011.
- BOURAOUI, R. et al. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. **Animal Research**, n.51, p.479-491, 2002.
- BUTTCHEREIT, N. et al. Evaluation of five lactation curve models fitted for fat:protein ratio of milk and daily energy balance. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.4, p.1702-1712, 2010.
- BUTTCHEREIT, N. et al. Short communication: Genetic relationships among daily energy balance, feed intake, body condition score, and fat to protein ratio of milk in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.3, p.1586-1591, 2011.
- CECCHINATO, A.; PENASA, M.; DE MARCHI, M. Genetic parameters of coagulation properties, milk yield, quality, and acidity estimated using coagulating and noncoagulating milk information in Brown Swiss and Holstein-Friesian cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.8, p.4205-4213, 2011.
- CLARK, C. E. F. et al. The use of indicators to assess the degree of mobilization of body reserves in dairy cows in early lactation on a pasture-based diet. **Livestock Production Science**, v.94, p.199-211, 2005.
- DRACKLEY, J. K.; DANN, H. M.; DOUGLAS, G. N. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. **Italian Journal of Animal Science**, v.4, p.323-344, 2005.
- DUFFIELD, T. F.; BAGG, R. Herd level indicators for the prediction of high-risk dairy herds for subclinical ketosis. In: Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners, 35., 2002, Ohio. **Proceedings...** Ohio, 2002, p.175-176.
- ERDMAN, R. A.; VARNER, M. Fixed yield responses to increased milking frequency. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1199-1203, 1995.
- HEUER, C.; SCHUKKEN, Y. H.; DOBBELAAR, P. Postpartal body condition score and first milk test results as predictors of disease, fertility, production, and culling in commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.295-304, 1999.
- HEUER, C. et al. Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. **Livestock Production Science**, v.65, p.91-105, 2000.

- JAMROZIK, J.; SCHAEFFER, L. R. Test-day somatic cell score, fat-to-protein ratio and milk yield as indicator traits for sub-clinical mastitis in dairy cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, n.129, p.11-19, 2011.
- JORRITSMA, R. et al. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. **Veterinary Research**, v.34, p.11-26, 2003.
- JUCHEM, S. O. et al. Production and blood parameters of Holstein cows treated prepartum with sodium monensin or propyleneglycol. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.680-689, 2004.
- KROGH, M. A.; TOFT, N.; ENEVOLDSEN, C. Latent class evaluation of a milk test, a urine test, and the fat-to-protein percentage ratio in milk to diagnose ketosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.5, p.2360-2367, 2011.
- LEBLANC, S. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. **Journal of Reproduction and Development**, v.56, p.29-35, 2010.
- MAIWASHE, A.; NEPHAWE, K. A.; THERON, H. E. Estimates of genetic parameters and effect of inbreeding on milk yield and composition in South African Jersey cows. **South African Journal of Animal Science**, v.38, n.2, p.119-125, 2008.
- McPARLAND, S. The use of mid-infrared spectrometry to predict body energy status of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.3651-3661, 2011.
- NEGUSSIE, E.; STRANDÉN, I.; MÄNTYSAARI, E. A. Genetic associations of test-day fat:protein ratio with milk yield, fertility, and udder health traits in nordic red cattle. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.2 p.1237-1250, 2013.
- NORDLUND, K. V.; COOK, N. B. Using herd records to monitor transition cow survival, productivity, and health. **Veterinary Clinics Food Animal Practice**, v.20, p.627-649, 2004.
- REIS, A. M. et al. Efeito do grupo racial e do número de lactações sobre a produtividade e a composição do leite bovino. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.9, p.3421-3436, 2012.
- SOUZA, G. N. et al. Qualidade do leite de rebanhos bovinos localizados na região sudeste: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, janeiro/2007 a junho/2008. In: Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite, 3., 2008 Recife. **Anais...** Recife, 2008, v.01, p.71-81.
- TONI, F. et al. Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production, and survival. . **Journal of Dairy Science**, v.94, p. 1772–1783, 2011.
- van der DRIFT, S. G. A. et al. Routine detection of hyperketonemia in dairy cows using Fourier transform infrared spectroscopy analysis of β -hydroxybutyrate and acetone in milk in combination with test-day information. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.4886-4898, 2012.

CAPÍTULO III – AVALIAÇÃO DO MANEJO DE VACAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO ATRAVÉS DE PREDIÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE UTILIZANDO INFORMAÇÕES DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O PARTO E DA LACTAÇÃO ANTERIOR

RESUMO

O objetivo deste estudo foi utilizar as informações do controle leiteiro oficial de rebanhos paranaenses para gerar um índice de avaliação do manejo aplicado aos animais durante o período de transição, chamado de Transition Cow Index[®] (TCI[®]). O banco de dados foi cedido pela Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) e contou originalmente com 310.007 primeiros controles leiteiros mensais coletados entre os dias 5 e 40 após o parto, entre os anos de 2000 e 2013. Como para gerar este índice são necessárias diversas informações da lactação anterior, permaneceram animais de 2^a, 3^a, 4^a lactação e 5^a lactação ou mais foram agrupadas numa única classe. Após as edições, o banco de dados submetido à análise estatística no SAS teve 94.508 controles leiteiros. Foi analisada a correlação das variáveis independentes com a produção de leite no dia do primeiro controle pelo procedimento CORR do SAS. A produção acumulada na lactação anterior foi a variável com maior correlação ($r = 0,42$). Produção de leite acumulada na lactação anterior, dias em leite na lactação anterior, contagem de células somáticas (em escore linear) no último controle, dias secos, ordem de lactação, idade ao parto em meses, mês do parto e dias em leite no controle foram as variáveis independentes utilizadas no procedimento GLM do SAS para gerar expectativa de produção de leite no dia do primeiro controle. A produção diária presumida foi comparada com a produção real, para gerar o TCI[®]. Durante todo o período avaliado, 50,9% dos controles analisados tiveram TCI positivo (acima da expectativa) e 49,1% tiveram TCI[®] negativo (abaixo da expectativa) e a média geral de TCI[®] foi de -0,283 kg/dia. Os cinco melhores rebanhos tiveram TCI[®] médio de 6,784 e os cinco piores rebanhos ficaram com TCI[®] médio de -11,187. O TCI mostrou-se uma ferramenta eficiente para avaliação do manejo no período de transição em rebanhos paranaenses. Recomenda-se utilização de TCI a nível de rebanho, para melhor interpretação dos resultados.

Palavras-chave: transition cow index, início da lactação, estimativa da produção de leite.

CHAPTER III – EVALUATION OF TRANSITION PERIOD MANAGEMENT OF COWS BY PREDICTED MILK YIELD USING INFORMATION FROM FIRST TEST-DAY AFTER CALVING AND PREVIOUS LACTATION

ABSTRACT

The objective of this study was develop an index to assess the management applied to dairy cows during transition period, known as Transition Cow Index[®] (TCI[®]), using information from official DHIA Paraná herds, Southern Brazil. Dataset was assigned by Holstein Cattle Breeders Association from Paraná State (APCBRH) and it had originally 310,007 first monthly test-days collected between 5 and 40 days after calving from 2000 to 2013. In order to generate this index several information from previous lactation were used. Because of these, first-lactation data was excluded and animals were categorized in 2nd, 3rd, 4th lactation and 5th lactation or more were grouped in a single class. After editions only Holstein data composed the final dataset, which had 94,508 first test-days from 445 herds. Pearson correlations among independent variables and milk yield on first test-day were estimated by CORR procedure from SAS. Previous cumulative milk yield was the variable with the highest correlation with the first test-day milk yield ($r = 0.42$). Previous cumulative milk yield, DIM in prior lactation (linear and quadratic effects), linear somatic cell score at the last test-day of previous lactation, days dry (linear and quadratic effects), lactation number, month of calving, milking frequency and DIM at first test were the independent variables used in GLM procedure from SAS to generate an expected milk yield in first test-day after calving. The expected daily production was compared with the actual production collected, to generate TCI[®] in kg/d. During the whole period investigated, 50.9% of the analyzed control had positive TCI[®] (above expectations) and 49.1% had negative TCI[®] (below expectations) and the overall TCI[®] average was -0.283 kg/d. The five best herds with 100 or more test-day in database had TCI[®] average of 3.908 kg/d and the five worst herds with 100 or more test-day in database had TCI[®] average of -5.589 kg/d. TCI[®] proved to be an efficient tool for evaluation of transition period management of Paraná herds. It is recommended to not overlook individual cows that fail and to use TCI[®] only at herd level.

Key-words: early lactation, fresh cow performance, transition cow index

1. INTRODUÇÃO

O controle estratégico de rebanhos leiteiros é cada vez mais aplicado no dia a dia das propriedades, particularmente entre os rebanhos mais eficientes. Avaliar as técnicas de manejo é fundamental para definir as estratégias que melhor se adequam a cada situação, principalmente durante o período de transição, período produtivo de maior interesse e desafio para técnicos e produtores (DRACKLEY, 1999).

Por definição, período de transição compreende os 21 dias que precedem o parto até 21 dias após o parto (GRUMMER, 1995; DRACKLEY, 1999). Nesse período, várias alterações no organismo animal o predispõem a grande incidência de doenças e distúrbios metabólicos, que além de gerar custos e descartes precoces, prejudicam o desempenho produtivo e reprodutivo da vaca leiteira (HAYIRLI et al., 2002; HUZZEY et al., 2007).

Alguns métodos são aplicados para avaliação do manejo durante o período de transição. Uma delas é a avaliação de casos clínicos de doenças típicas desse período. Uma dificuldade inicial neste tipo de avaliação é a heterogeneidade com que estas enfermidades são definidas entre fazendas. Além disso, muitas vezes as doenças se manifestam de forma subclínica, afetando além da saúde, a fertilidade e a capacidade produtiva (LEBLANC et al., 2006). A análise do perfil metabólico é uma ferramenta que vem se destacando para detecção de cetose subclínica e excesso de mobilização corporal no início da lactação, principalmente com a análise dos analitos β -hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados. CHUNG et al. (2008) propôs que as concentrações séricas destes dois metabólitos são a melhor maneira de avaliar o status nutricional e a adaptação ao balanço energético negativo (BEN) de vacas leiteiras durante o período periparto.

Vários autores já citaram o impacto das doenças na produtividade do animal, sendo possível identificar na variação de produção diária desordens e distúrbios a nível individual. Animais saudáveis, sejam primíparas ou multíparas, têm maior produtividade que animais com algum tipo de enfermidade (WITTRICK et al., 2011). Atualmente muitos trabalhos têm sido desenvolvidos a partir das informações do controle leiteiro oficial, a fim de facilitar o diagnóstico de doenças e problemas de

manejo no rebanho como um todo (BOHMANOVA et al., 2009; CACCAMO et al., 2010; van der DRIFT et al. 2012; MADOUASSE et al., 2014).

Uma ferramenta chamada “Transition Cow Index[®]” (TCI[®]) foi desenvolvida com base no banco de dados do Programa de Análises de Rebanhos Leiteiros (DHIA) na década passada nos Estados Unidos, a fim de avaliar objetivamente a efetividade do manejo de vacas leiteiras no período de transição. A produção de leite na lactação anterior de cada indivíduo é usada para prever sua produção no primeiro controle mensal da lactação seguinte. As equações para predição do TCI[®] reúnem informações que caracterizaram a produção de leite na lactação anterior e estima uma produção para cada vaca na lactação seguinte (NORDLUND, 2006; NORDLUND, 2009). A estimativa é comparada com a produção real no dia do primeiro controle leiteiro. É uma ferramenta a ser aplicada a nível de rebanho; se muitas vacas ficam abaixo da expectativa, é indicativo de que o período de transição está sendo mal conduzido.

Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um índice equivalente ao TCI[®] norte-americano, utilizando as informações do primeiro controle leiteiro mensal após o parto para avaliar o manejo durante o período de transição de rebanhos que estão em programa de controle leiteiro oficial no Estado do Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com as informações do banco de dados de controle leiteiro mensal, do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (PARLPR), da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), com sede situada no município de Curitiba, Paraná. Mensalmente os técnicos da APCBRH visitam as propriedades inscritas no PARLPR, mensuram a produção individual e coletam uma amostra de leite de cada animal em controle leiteiro, bem como anotam informações adicionais (dados cadastrais do animal, data do último parto, data das inseminações ou coberturas,

produção de leite no dia do controle, entre outras informações). A amostra de leite era acondicionada em um frasco com conservante bronopol, refrigerada e enviada para o Laboratório Centralizado de Qualidade de Leite da APCBRH, em Curitiba, Paraná. No Laboratório as amostras foram analisadas no equipamento Bentley 2000 (Bentley Instruments[®]), através de sistemas ópticos e infravermelhos que retornam a quantidade de sólidos, contagem de células somáticas (CCS) e nitrogênio uréico no leite. As informações ficam armazenadas em um programa específico, onde cada rebanho cadastrado possui uma identificação individual.

Como o TCI[®] gerado nos Estados Unidos é um produto patenteado e utilizado comercialmente por algumas instituições que realizam o controle leiteiro oficial, não foi possível ter acesso a detalhes da metodologia utilizada. Além disso, não há um artigo completo publicado sobre o tema onde a construção do modelo foi detalhada. O pesquisador responsável pela geração do TCI[®] norte-americano foi consultado, nos deu a autorização de gerar um TCI “nacional”, entretanto as informações obtidas foram pouco aprofundadas.

Sabe-se que o original TCI[®] norte-americano utiliza as seguintes informações na fórmula de predição: dias em leite (DEL) na lactação anterior, produção leiteira acumulada na lactação anterior, se houve aborto ou parto na lactação anterior e na lactação atual, mês do parto, CCS no último controle leiteiro da lactação anterior, número de dias secos, número de ordenhas da lactação anterior, número de ordenhas na lactação atual, ordem de lactação, raça e uso de bST a nível de rebanho. O banco de dados utilizado na presente pesquisa não obteve algumas informações utilizadas no TCI[®] original, como: se ocorreu aborto na lactação anterior e na atual, número de ordenhas da lactação anterior e uso de bST a nível de rebanho. As edições no banco de dados foram feitas de acordo com experiência do nosso grupo de pesquisa e buscando manter a variabilidade dos dados sem utilizar informações incorretas, que pudessem comprometer a fidelidade do resultado desta pesquisa. Foram utilizados valores de referência encontrados a campo com variações dentro do aceitável. Todas as edições foram feitas buscando eliminar a mesma quantidade de dados abaixo do valor mínimo e acima do valor máximo de referência.

Os controles leiteiros utilizados neste estudo foram coletados entre os anos de 2000 a 2013. Com o intuito de manter somente o primeiro controle leiteiro após o parto de cada animal, os controles leiteiros avaliados foram coletados entre 5 e 40 DEL. Os controles foram agrupados por região, segundo orientação da APCBRH.

Para evitar falsas informações bem como erros de coleta, edições no banco de dados original foram necessárias. Permaneceram apenas informações de rebanhos paranaenses e inicialmente das raças de interesse: Holandês (agrupadas vacas de pelagem preto e branco e de pelagem vermelho e branco), Pardo Suíço e Jersey. Ao final da edição, restaram poucos controles provenientes de animais das raças Pardo Suíço e Jersey, portanto optou-se por analisar somente informações de vacas da raça Holandesa.

Os controles leiteiros de primíparas foram descartados, já que para a geração do índice TCI são necessárias informações da lactação anterior. Foram criadas 4 classes de ordem de lactação: 2ª lactação, 3ª lactação, 4ª lactação e 5ª lactação ou mais lactações, que foram agrupadas numa única classe. A idade ao parto foi calculada por fórmula:

$$\text{Idade (meses)} = (\text{data do parto} - \text{data de nascimento da vaca}) / 30,4$$

Após este cálculo, a idade ao parto foi limitada de acordo com a ordem de lactação. A idade mínima ao primeiro parto para novilhas muito boas foi considerada 20 meses e para animais ruins no máximo 48 meses e o intervalo entre partos ideal seja de 12 meses e o maior intervalo entre partos aceitável seja de 24 meses. Esta regra foi aplicada para as demais categorias. Portanto para vacas de 2ª lactação, a idade ao parto foi limitada entre 32 a 72 meses. Para animais de 3ª lactação, mínimo de 44 e máximo de 96 meses. Para 4ª lactação as vacas deveriam ter entre 56 a 120 meses ao parto. Por fim, para animais de 5 ou mais lactações, idade mínima ao parto de 68 meses, sem limite máximo.

Foram desconsiderados controles sem informação de uma ou mais das variáveis utilizadas para gerar o TCI (produção de leite no dia do controle e produção total da lactação anterior, DEL da lactação anterior, CCS, dias secos). A CCS foi limitada de 1 a 9999, de acordo com a capacidade de leitura do equipamento utilizado. Por não atender as pressuposições dos modelos lineares, a

CCS foi transformada em escore linear (ELCCS) através da fórmula proposta por Ali e Shook (1980):

$$\text{ELCCS} = \log_2 (\text{CCS}/100) + 3$$

O período de dias secos foi limitado entre 45 e 90 dias. Desconsiderados controles onde o teor de gordura foi menor que 1% ou maior que 9,5%. Para teor de proteína, o limite foi de 2 a 5%. Os controles ainda foram classificados de acordo com o mês do parto, agrupados nos doze meses do ano.

Após todas as edições, os dados foram submetidos à análise estatística no programa SAS (Statistical Analysis System, versão 9). Para avaliar a correlação entre a produção de leite no dia do controle com as demais variáveis (idade, ordem de lactação, DEL no controle, dias secos, teor de gordura, teor de proteína, ELCCS no último controle da lactação anterior, produção de leite total na lactação anterior e DEL total da lactação anterior) foi aplicado o procedimento CORR do SAS (Statistical Analysis System, versão 9).

Para gerar a equação de estimativa de produção de leite no dia do controle (PLPC_{est}), foi utilizado o procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System, versão 9), onde as variáveis independentes foram mês de parto, ordem de lactação, número de ordenhas diárias na lactação atual, raça, produção de leite acumulada na lactação anterior, DEL na lactação anterior, ELCCS do último controle da lactação anterior, dias secos da lactação anterior e DEL no dia do controle. Duas variáveis foram incluídas de maneira a analisar o seu efeito quadrático: DEL na lactação anterior e dias secos. Não foi incluído efeito de rebanho, justamente para que seja possível a comparação de resultados entre rebanhos diferentes.

Para gerar o índice TCI, a produção de leite coletada no primeiro controle (PLPC_{col}) foi usada na seguinte fórmula:

$$\text{TCI} = \text{PLPC}_{\text{col}} - \text{PLPC}_{\text{est}}$$

Depois de gerar o TCI para todos os rebanhos do banco de dados, quatro rebanhos leiteiros conhecidos, com grande número de informações dentro do banco de dados e com grande referência para as suas regiões foram utilizados para

demonstrar a distribuição do TCI. O índice TCI foi agrupado em classes de com intervalos de 5 unidades cada.

Nesta pesquisa eles foram identificados como Rebanho 1, 2, 3 e 4, sendo o primeiro na região de Palmeira e os outros três na região de Castro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O banco de dados analisado contou com 94.508 controles leiteiros de 445 rebanhos diferentes, distribuídos no estado do Paraná. A distribuição de controles de acordo com a região em que o rebanho se encontra está descrita na Tabela 1. Conforme esperado, as regiões que mais contribuíram para a composição do banco de dados foram Castro, Arapoti e Carambeí, com 45,44%, 19,97% e 15,50% dos dados, respectivamente. Essa informação reafirma a importância da região dos Campos Gerais na bovinocultura paranaense.

TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO POR REGIÃO DOS CONTROLES LEITEIROS ANALISADOS, SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE CRIADORES DE BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA (APCBRH)

| Região | Nº Controles | % |
|----------------|---------------|----------------|
| Arapoti | 18.875 | 19,97% |
| Centro Oeste | 241 | 0,26% |
| Carambeí | 14.647 | 15,50% |
| Castro | 42.732 | 45,22% |
| Norte Pioneiro | 171 | 0,18% |
| Noroeste | 141 | 0,15% |
| Norte | 3.134 | 3,32% |
| Oeste | 2.807 | 2,97% |
| Palmeira | 6.948 | 7,35% |
| Sudoeste | 742 | 0,79% |
| Sul | 4.070 | 4,31% |
| TOTAL | 94.508 | 100,00% |

FONTE: dados do autor.

As médias e desvio padrão das variáveis estudadas constam na Tabela 2. A média de PLPC foi de 36,41 Kg aos 20,52 DEL, em média. Esta produtividade demonstra a eficiência dos rebanhos que participaram do estudo, já que está bem acima da média de produção brasileira em 2013, que foi apenas 4,9 kg/dia (IBGE, 2013). A média de DEL no dia do controle foi ligeiramente menor do que a média aritmética dos limites estipulados (5 a 40), que seria de 22,5 dias, indicando que maior número de animais entrou no primeiro controle leiteiro mensal antes de 20 dias após o parto. Esse é um resultado favorável, pois quanto antes os animais forem diagnosticados com problemas, menor é o prejuízo ao produtor. Mesmo que o TCI seja um índice aplicado ao rebanho, ele é um possível indicador de problemas, que pode ser utilizado no diagnóstico precoce de distúrbios no rebanho.

TABELA 2 – MÉDIA, DESVIO PADRÃO (D.P.), VALOR MÍNIMO E VALOR MÁXIMO DA PRODUÇÃO DE LEITE NO DIA DO CONTROLE, IDADE AO PARTO, ORDEM DE LACTAÇÃO, DEL NO DIA DO CONTROLE, DIAS SECOS, TEOR DE GORDURA, TEOR DE PROTEÍNA, ELCCS, PRODUÇÃO DE LEITE ACUMULADA NA LACTAÇÃO ANTERIOR E DEL TOTAL DA LACTAÇÃO ANTERIOR

| Variável | Média | D.P. | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------------|--------|-------|--------|--------|
| Produção leite (kg/dia) | 36,41 | 9,50 | 1,50 | 83,40 |
| Idade (meses) | 57,26 | 20,41 | 32 | 287 |
| Ordem lactação | 3,07 | 1,09 | 2 | 5 |
| DEL no controle | 20,51 | 9,08 | 5 | 40 |
| Dias secos | 62,54 | 10,62 | 45 | 90 |
| % gordura | 3,56 | 0,78 | 1,01 | 9,49 |
| % proteína | 3,03 | 0,35 | 2,01 | 4,99 |
| ELCCS | 4,02 | 1,81 | -3,644 | 9,644 |
| Produção leite anterior (kg/lactação) | 8.298 | 1.860 | 413 | 16.695 |
| DEL total lactação anterior | 348,73 | 63,40 | 240 | 547 |

FONTE: dados do autor.

Na Tabela 3 estão descritas as correlações de Pearson entre a $PLPC_{col}$ com as variáveis produtivas analisadas. Apenas a correlação entre ordem de lactação e a $PLPC_{col}$ não foi significativa. Esse resultado está em contradição com a maioria dos trabalhos da literatura, que dizem que a produção de leite aumenta até atingir o

máximo entre a 3^a e a 4^a lactação e a expectativa de produção segue essa tendência (MELLADO et al., 2011). Entretanto, observou-se pequena correlação negativa entre a idade ao parto e a $PLPC_{col}$, indicando que quanto maior a idade menor a $PLPC_{col}$, resultado também contraditório e não esperado. Possivelmente o resultado do presente estudo pode ser explicado pelo fato de informações de primíparas serem excluídas do modelo e animais de 5 ou mais lactações foram agrupados numa única classe, diminuindo a diferença entre as médias das classes que participaram do estudo. Os resultados da literatura indicam um efeito quadrático da idade do animal sobre a produção de leite, o que não foi possível identificar neste estudo (WILMINK, 1987; DURÃES et al., 2000).

TABELA 3 – CORRELAÇÕES DE PEARSON ENTRE A PRODUÇÃO DE LEITE NO DIA DO PRIMEIRO CONTROLE LEITEIRO APÓS O PARTO E AS VARIÁVEIS PRODUTIVAS

| | Produção de leite no controle | P |
|--------------------------------|-------------------------------|-------|
| Idade (meses) | -0,06 | <0,01 |
| Ordem de lactação ¹ | -0,01 | NS* |
| DEL ² | 0,28 | <0,01 |
| Dias secos | -0,03 | <0,01 |
| % G | -0,24 | <0,01 |
| % P | -0,32 | <0,01 |
| ELCCS ³ | -0,10 | <0,01 |
| Produção anterior ⁴ | 0,42 | <0,01 |
| DEL anterior ⁵ | 0,05 | <0,01 |

¹ Animais agrupados em 4 ordens: 2^a lactação, 3^a lactação, 4^a lactação e 5^a lactação ou mais. ² Dias em leite no dia do controle leiteiro. ³ Escore linear da contagem de células somáticas. ⁴ Produção de leite total acumulada na lactação anterior. ⁵ Número de dias em leite total da lactação anterior. *Não significativo.

FONTE: dados do autor.

Observou-se também correlação positiva mas de pequena magnitude entre DEL no dia do controle leiteiro ($r = 0,28$) com $PLPC_{col}$. Já está bem definido que o pico de lactação ocorre entre a 6^a e a 8^a semana após o parto (LAGO et al., 2004; WITTRICK et al., 2011; WEBER et al., 2013). Como o banco de dados foi limitado entre 5 e 40 dias após o parto, o animal que tem maior DEL no primeiro controle leiteiro estará mais próximo do seu pico máximo de produção diária.

O número de dias secos apresentou pequena correlação negativa com a $PLPC_{col}$ ($r = -0,03$), o que significa que quanto maior o período seco, menor é a $PLPC_{col}$. Grande parte dos trabalhos encontrados na literatura afirma que um período seco muito curto (menos de 20 dias) é prejudicial para a lactação seguinte, pois não há recuperação completa das células da glândula mamária (de FEU et al., 2009; STEENEVELD et al., 2013). Entretanto, a literatura mais recente afirma que pode haver redução do período seco para até 35 dias sem interferência negativa na produção de leite (SANTSCHI et al., 2011). Em contrapartida, o estudo de Atashi et al. (2013) mostrou que um período seco maior que 86 dias também teve efeito negativo, diminuindo a produção de leite nos primeiros 100 dias de lactação, possivelmente pois estes animais com maior período seco são aquelas vacas problema, que precisaram ser secas mais cedo. Como o banco de dados utilizado foi editado e permaneceram apenas controles leiteiros com período seco de 45 a 90 dias, os controles mais próximos a 90 dias secos tiveram menor $PLPC_{col}$.

As porcentagens de gordura e de proteína do leite no dia do controle apresentaram correlações negativas de pequena e mediana magnitude, respectivamente -0,24 e -0,32, com a PLPC. Como já está bem estabelecido na literatura, há uma correlação negativa entre produção de leite e os teores de gordura e proteína do leite (ERDMAN; VARNER, 1995).

ELCCS teve fraca correlação negativa ($r = -0,10$), implicando menor produção de leite para vacas com alta CCS no dia do primeiro controle leiteiro. Esse resultado já era esperado, pelo fato da alta CCS prejudicar o desempenho produtivo dos animais em qualquer fase da lactação (HAND et al., 2012). A mastite clínica e mesmo a subclínica estão associadas com o aumento da CCS e implicam em consequências negativas da produção leiteira (HAGNESTAM-NIELSEN et al., 2009). Resultados desses mesmos autores apontam que vacas com CCS de 500.000 células/ml perdem entre 4 e 18% de produtividade leiteira e apesar da perda ser mais impactante no final da lactação, a queda de produção leiteira é observada já nas primeiras semanas após o parto. Já Rekik et al. (2008) observaram em seu estudo que vacas podem perder até 1,76 kg/dia de leite com o aumento de um ponto no ELCCS.

A produção de leite acumulada da lactação anterior foi a variável que apresentou maior correlação positiva com a $PLPC_{col}$ (0,42). De fato, a produção total de leite mostra a capacidade produtiva de uma vaca leiteira. Quanto maior sua produção acumulada, maior é sua capacidade produtiva. Por isso vacas que produzem mais leite em sua lactação prévia têm uma expectativa maior de produção na próxima lactação. Este fato também já é bem demonstrado em melhoramento de rebanhos leiteiros, pois a repetibilidade da produção de leite está próxima de 0,50 (WELPER; FREEMAN, 1992).

A duração total da lactação anterior, representada pelo DEL total, teve fraca correlação positiva com a $PLPC_{col}$ (0,05). Existe interesse por parte dos produtores em prolongar a lactação de vacas de alta produtividade, principalmente para aqueles animais que tem maiores problemas reprodutivos (KNIGHT, 2005; WINDIG et al., 2006). Segundo Pollott (2011), animais com lactações mais longas apresentam maior produção de leite do que aquelas com lactações menores, tanto em primíparas quanto em multíparas. Portanto, animais com maior DEL da lactação anterior são animais que produzem mais e, como já comentado anteriormente, animais com maior produtividade na lactação anterior também têm maior produção no primeiro controle leiteiro da lactação seguinte.

A equação geral de predição para $PLPC_{est}$ gerada pelo PROC GLM foi:

$$PLPC_{est} = i + a.M + b.OL + c.O + d.PA + e.DEL_{ant} + f.(DEL_{ant})^2 + g.ELCCS + h.DS + j.(DS)^2 + k.DEL_{pc}$$

$$(R^2 = 0,30)$$

onde i é o intercepto, a , b , c , d , e , f , g , h , j e k são os coeficientes de ajuste para mês de parto (M), ordem de lactação (OL), número de ordenhas (O), produção de leite acumulada na lactação anterior (PA), DEL total da lactação anterior (DEL_{ant}), efeito quadrático de DEL total da lactação anterior ($(DEL_{ant})^2$), ELCCS, dias secos (DS), efeito quadrático de dias secos ($(DS)^2$) e DEL no primeiro controle leiteiro (DEL_{pc}).

Na Tabela 4 estão descritos os coeficientes de correção aplicados as variáveis independentes utilizadas na geração da equação de predição aplicadas ao TCI geradas pelo método de modelo linear geral (PROC GLM). O mês de parto 9 foi considerado a base de cálculos para os demais coeficientes de ajuste dessa

variável. Da mesma forma, a classe 5 ou mais lactações foi a base dentro da variável ordem de lactação e 3 ordenhas para a variável número de ordenhas.

TABELA 4 – COEFICIENTES DE REGRESSÃO GERADOS A PARTIR DO MÉTODO DE MODELO LINEAR GERAL (GLM) PARA EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO DO TCI

| Variável | Coefficiente de regressão |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Intercepto | 17,28885868 |
| Mês | |
| Janeiro | -2,85130823 |
| Fevereiro | -3,44595587 |
| Março | -3,40419262 |
| Abril | -2,41110257 |
| Maio | -1,46145667 |
| Junho | -0,53697376 |
| Julho | -0,33832999 |
| Agosto | 0,25184153 |
| Setembro | 0 |
| Outubro | -0,49241789 |
| Novembro | -1,18261696 |
| Dezembro | -2,15483406 |
| Ordem de lactação | |
| 2ª lactação | -1,87670025 |
| 3ª lactação | 0,32493084 |
| 4ª lactação | 0,67338569 |
| 5ª ou mais lactações | 0 |
| Número de ordenhas | |
| 2 | -2,36455273 |
| 3 | 0 |
| Produção acumulada lactação anterior | 0,00197471 |
| DEL lactação anterior | -0,04791832 |
| (DEL lactação anterior) ² | 0,00005813 |
| ELCCS ultimo controle | -0,51940024 |
| Dias secos | 0,36605382 |
| (Dias secos) ² | -0,00271548 |
| DEL no primeiro controle | 0,285732 |

FONTE: dados do autor.

Ao submeter os dados à análise por meio do PROC STEPWISE, que inclui no modelo as variáveis de acordo com a ordem de relevância, a primeira variável independente que entra no modelo é a produção total de leite na lactação anterior,

com R^2 parcial de 0,18, seguida pela variável DEL no dia do controle, com R^2 parcial de 0,07 conforme apresentado na Tabela 5. Esses dados concordam com as correlações de Pearson já apresentadas anteriormente, onde as duas variáveis de maior correlação com a $PLPC_{col}$ foram justamente a produção de leite acumulada na lactação anterior e o DEL no dia do primeiro controle (0,42 e 0,28, respectivamente). Por este método, o R^2 final foi de 0,26, menor do que o obtido pelo método GLM (0,30).

A média geral de TCI para o banco de dados analisado foi de -0,283 ($\pm 8,215$). Este valor levemente negativo também foi observado por Nordlund (2006), que obteve em seu estudo uma média de TCI de -37,3 kg ao avaliar a projeção de produção de leite para 305 dias. O valor mínimo foi -40,667 e o valor máximo 39,740. A distribuição dos valores de TCI geral está apresentada na Figura 1. Dos 94.508 controles avaliados, 49,1% apresentaram valores negativos, ou seja, o animal produziu menos do que sua expectativa no primeiro controle leiteiro, e outros 50,9% apresentaram maior produção leiteira do que sua expectativa, gerando um TCI positivo.

TABELA 5 – DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS QUE PARTICIPARAM DO MODELO DE REGRESSÃO PELO MÉTODO STEPWISE

| Variável | R^2 parcial | R^2 modelo | C (p) | Valor F | Pr > F |
|--------------------------------------|---------------|--------------|---------|---------|--------|
| Produção acumulada | 0,1772 | 0,1772 | 10639,3 | 20353,7 | <0,01 |
| DEL no controle | 0,0755 | 0,2527 | 994,231 | 9546,93 | <0,01 |
| ELCCS | 0,0035 | 0,2562 | 551,142 | 442,53 | <0,01 |
| DEL lactação anterior | 0,0014 | 0,2576 | 369,452 | 182,98 | <0,01 |
| (DEL lactação anterior) ² | 0,0009 | 0,2585 | 250,162 | 120,98 | <0,01 |
| Dias Secos | 0,0005 | 0,2590 | 187,099 | 64,94 | <0,01 |
| (Dias secos) ² | 0,0014 | 0,2604 | 8 | 181,1 | <0,01 |

FONTE: dados do autor.

Os cinco melhores rebanhos em TCI (rebanhos com mais de 100 controles leiteiros no banco de dados) tiveram média de TCI de 3,908 (TCI máximo 4,954) e os cinco piores rebanhos, também cada um com mais de 100 controles no banco de dados, ficaram com TCI médio de -5,589 (pior resultado de TCI foi de -7,167). A média de produção de leite no dia do controle dos melhores rebanhos foi de 41,0 kg

e a produção acumulada anterior de 8.560 kg. Os piores rebanhos tiveram média de produção de leite no dia do controle de 26,6 kg e produção acumulada na lactação anterior de 6.268 kg. Esses resultados indicam que rebanhos com maior produtividade podem ter um bom resultado durante o período de transição. Existe um mito de que rebanhos com alta produtividade sempre tem problemas devido ao alto desafio produtivo, contudo os resultados de TCI indicam que é possível ter um rebanho de alta produtividade sem necessariamente ter problemas, seja relacionado com manejo, alimentação ou ainda com a saúde dos animais.

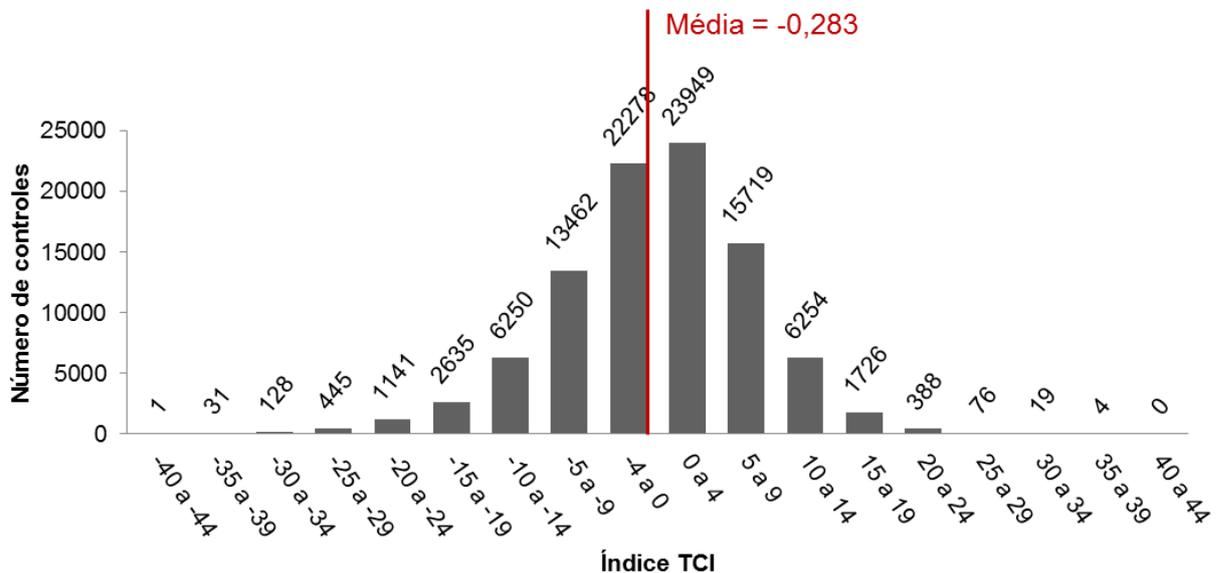


Figura 1 – Distribuição dos controles leiteiros analisados de acordo com o valor de TCI.

FONTE: dados do autor.

Os quatro rebanhos selecionados juntos tiveram TCI médio de 1,226 entre 2000 e 2013, indicando resultados acima da média. Considerando apenas o ano de 2013, a média de TCI dos rebanhos usados como modelo ficou em 1,323.

Na Figura 2, que representa o Rebanho 1, situado na região de Palmeira-PR, a média de 2013 (A) ficou acima da média geral de todo o período avaliado (B) (0,739 vs. -0,105), possivelmente indicando uma melhoria no manejo do período de transição desta propriedade..

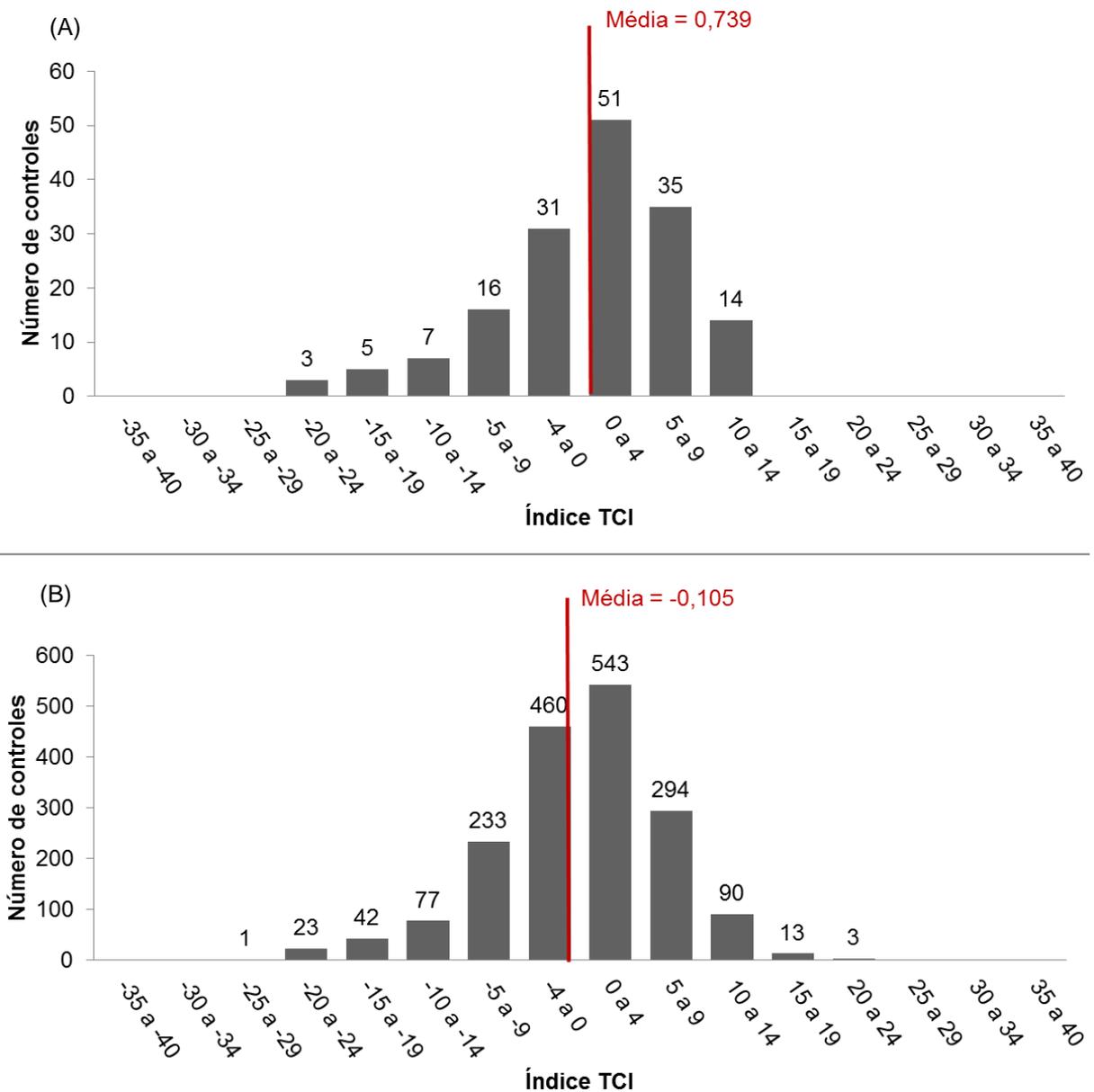


Figura 2 – Distribuição dos primeiros controles leiteiros após o parto de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média no período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 1, na região de Palmeira-PR.

FONTE: dados do autor.

Durante o período total de avaliação, este rebanho teve 47% das vacas com $PLPC_{col}$ abaixo da $PLPC_{est}$, e apesar de haver mais animais acima da expectativa (53%), os animais com TCI negativo tiveram maior diferença de desempenho do que as vacas com TCI positivo (Figura 3), por isso há um leve deslocamento da curva

para o negativo, retratado na média negativa de TCI para o período total de avaliação. Já no ano de 2013, os animais com TCI positivo representaram 61,7% dos controles avaliados, deslocando a curva para o lado positivo e gerando uma média positiva, apesar de muito próxima a zero. Isso indica ainda a maior diferença de desempenho para os animais com TCI negativo.

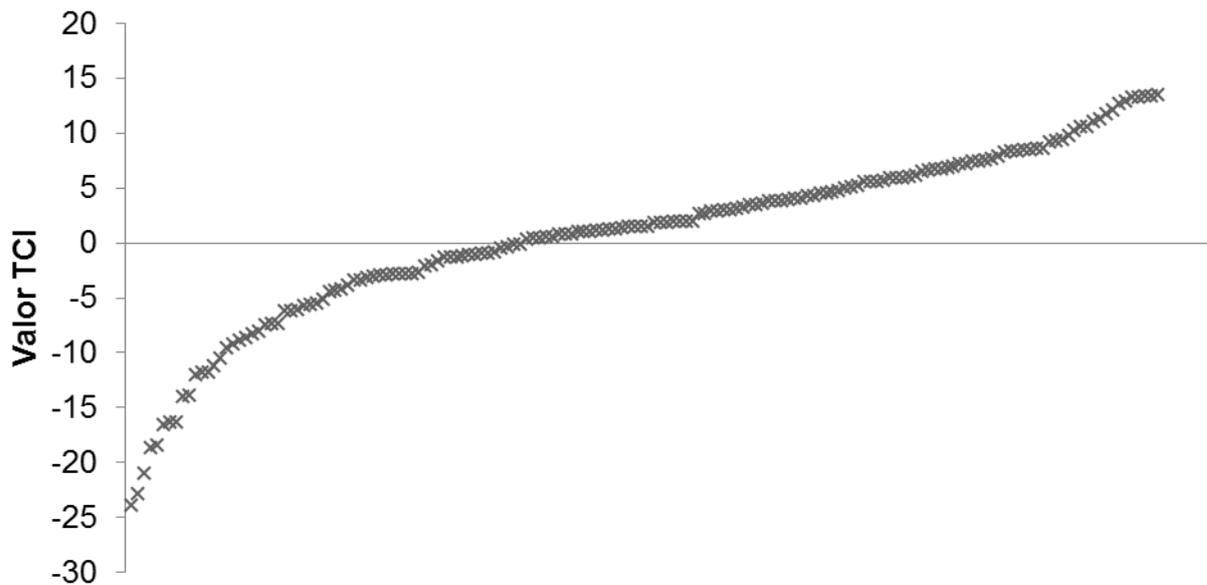


Figura 3 – Valores de TCI individuais do Rebanho 1 no ano de 2013.

FONTE: dados do autor.

O rebanho 1 teve média de produção de leite no dia do controle entre 2000 e 2013 de 36,3 kg. Já em 2012, a média foi de 42,3 kg e em 2013 uma média de 42,6 kg. Isso mostra a constante evolução em produtividade desse rebanho. A mesma evolução se percebe com a produção de leite acumulada na lactação anterior. Enquanto a média de todo o período ficou em 7.968 kg, no ano de 2013 a média ficou em 9.114 kg.

Na Figura 4 está representado o TCI do Rebanho 2, que fica localizado na região de Castro-PR. Entre os quatro rebanhos avaliados este é o de melhor desempenho, com média geral de TCI de 3,58 e no ano de 2013 a média foi de 4,057. Neste rebanho, 71% das observações entre 2000 e 2013 foram positivas, ou seja, apresentaram produção acima da expectativa e apenas 29% foram resultados aquém da expectativa. Em 2013 o resultado foi ainda melhor, com 72% dos

controles com TCI positivo e apenas 28% com TCI negativo (Figura 5). A média de produção de leite no dia do controle deste rebanho durante o período total foi de 43,6 kg e no ano de 2013 foi de 47,5 kg. A produção total acumulada 9.394 kg e 10.631 kg no período total e no ano de 2013, respectivamente. Este é outro rebanho que vem melhorando sua produtividade e o manejo durante o período de transição está ocorrendo de forma adequada, o que se reflete no TCI positivo na maioria das observações.

A Figura 6 e a Figura 7 representam o TCI do rebanho 3, que está localizado na região de Castro. A média de TCI para o período total foi de 0,898 e para 2013 foi de 2,519. Entre os anos de 2000 e 2013, 59% das observações deste rebanho tiveram resultados positivos para TCI e 41% resultados negativos. Já no ano de 2013, 65% das vacas tiveram TCI positivo e apenas 35% ficaram abaixo da expectativa e geraram TCI negativo. Isso explica a melhora do ano de 2013 comparado com a média geral do período avaliado, que se reflete também na produtividade deste rebanho, que em 2013 teve uma produção acumulada da lactação anterior de 10.998 kg, contra 9.870 kg da média geral. Da mesma forma que o rebanho 2, este rebanho conseguiu adaptar seu manejo ao aumento da produtividade, refletindo num resultado positivo de TCI.

O rebanho 4, localizado na região de Castro (Figura 8 e Figura 9), apresentou 55% de todos os seus controles avaliados com TCI positivo (entre 2000 a 2013), gerando uma média de TCI de 0,528. No ano de 2013, apesar de 56% das observações serem positivas, os resultados de TCI negativos foram mais expressivos, e fizeram com que a média fosse negativa (-2,021). Este foi o rebanho com maior produtividade acumulada na lactação anterior nos controles de 2013 (11.402 kg). Como observado anteriormente, a produção acumulada na lactação anterior é o fator de maior importância na geração da expectativa de produção no dia do primeiro controle da lactação seguinte, gerando uma expectativa maior e como houve uma queda na produção de leite entre 2012 e 2013 (44,2 vs. 42,3 kg, respectivamente) os animais ficaram abaixo do esperado, sendo um indicativo de má condução do período de transição destes animais.

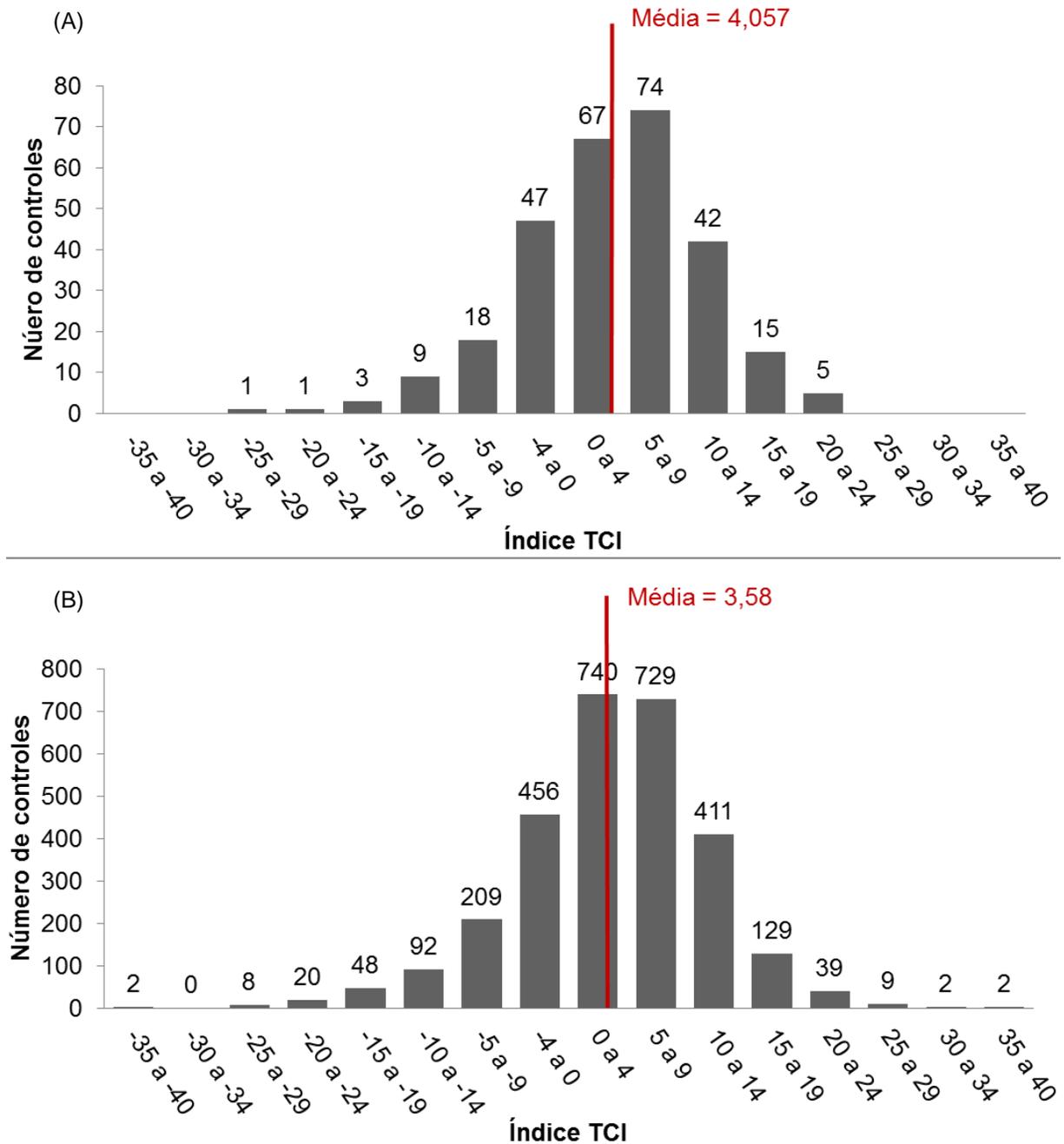


Figura 4 – Distribuição dos controles leiteiros de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média no período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 2, na região de Castro-PR.

FONTE: dados do autor.

Dentre as cinco melhores médias de TCI, o rebanho com maior número de informações foi utilizado para exemplificar os valores médios de TCI no ano de 2013 de acordo com o mês de parto. Na Figura 10 está descrita a média, bem como os valores mínimos e máximos de TCI obtidos em cada mês de parto. A maior

amplitude de resultados foi observada nos meses de março (mês 3) e setembro (mês 9), com TCI variando de -26,38 a 18,44 e -25,84 até 18,98, respectivamente. No mês 10 (outubro), este rebanho teve o melhor resultado de TCI, pois todos os resultados foram positivos, indicando que todos os animais superaram as expectativas de produção. O pior resultado médio de TCI foi observado em março, mesmo assim ainda foi um resultado positivo (1,850).

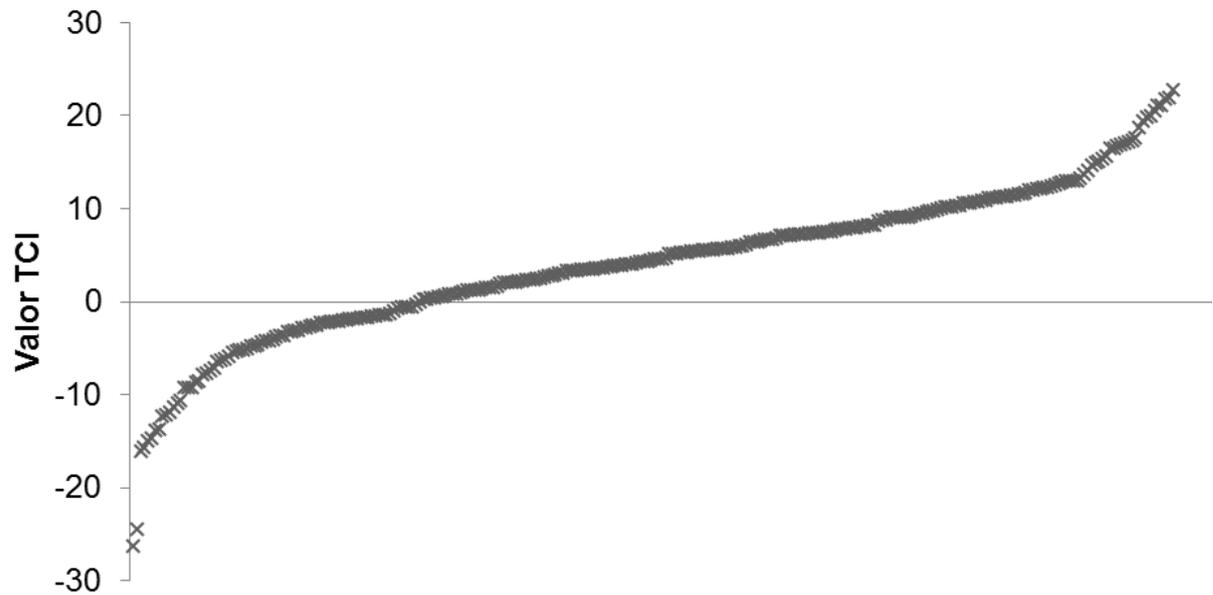


Figura 5 – Valores de TCI individuais do Rebanho 2 no ano de 2013.

FONTE: dados do autor.

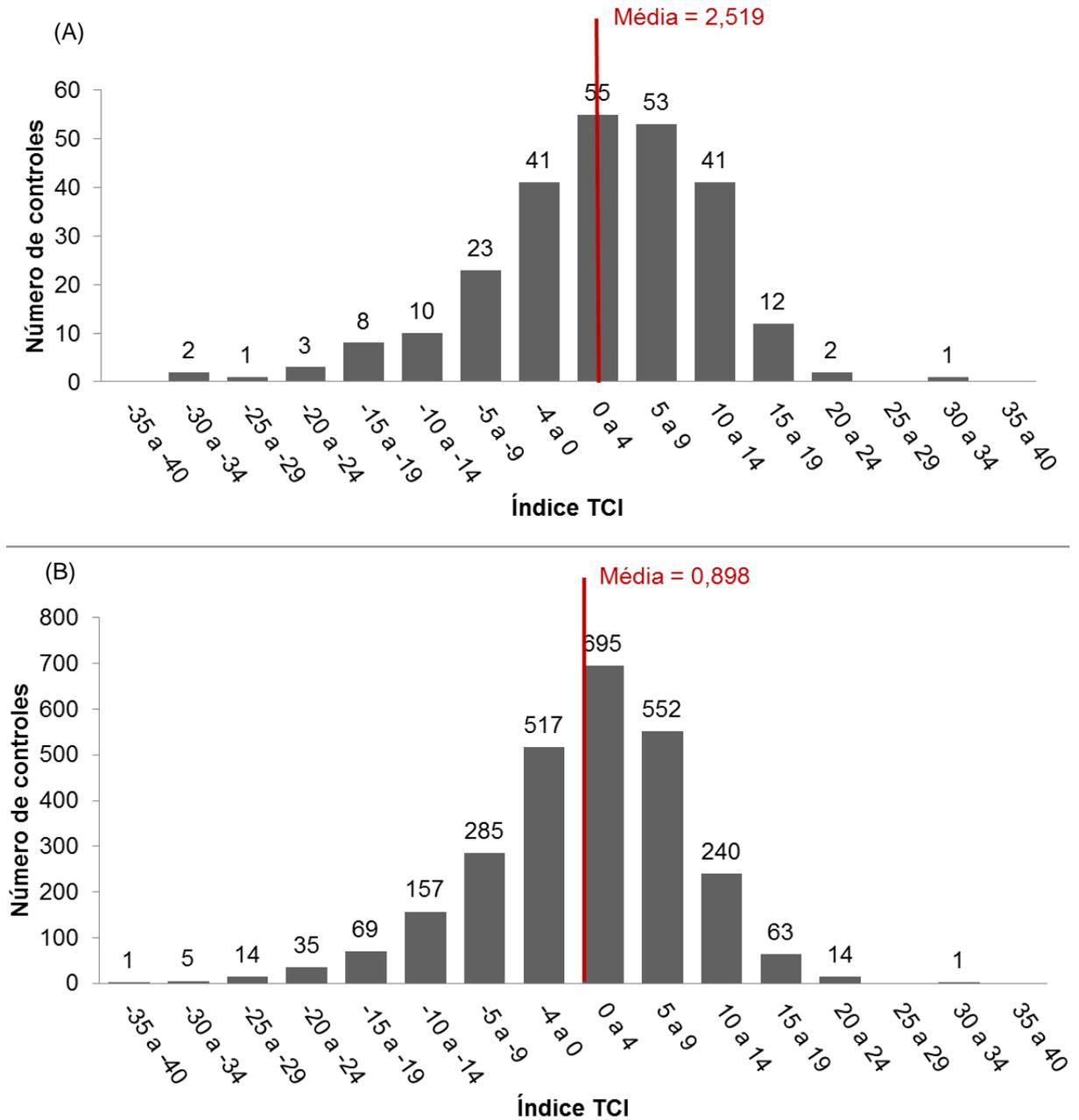


Figura 6 – Distribuição dos primeiros controles leiteiros após o parto de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média no período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 3, na região de Castro-PR.

FONTE: dados do autor.

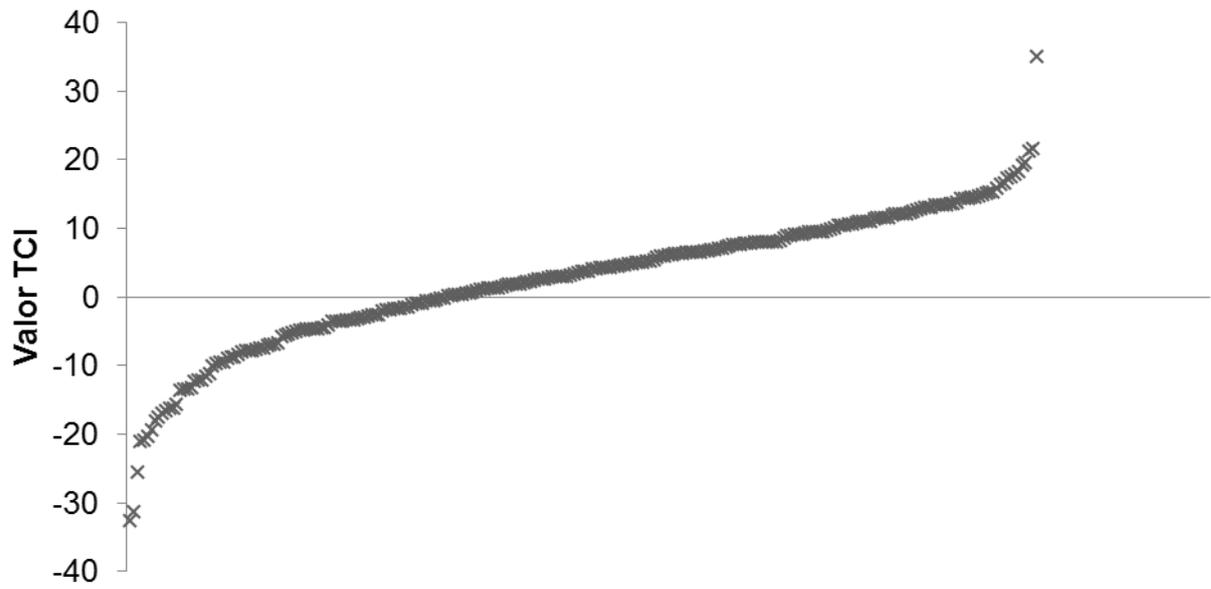


Figura 7 – Valores de TCI individuais do rebanho 3 no ano de 2013.

FONTE: dados do autor.

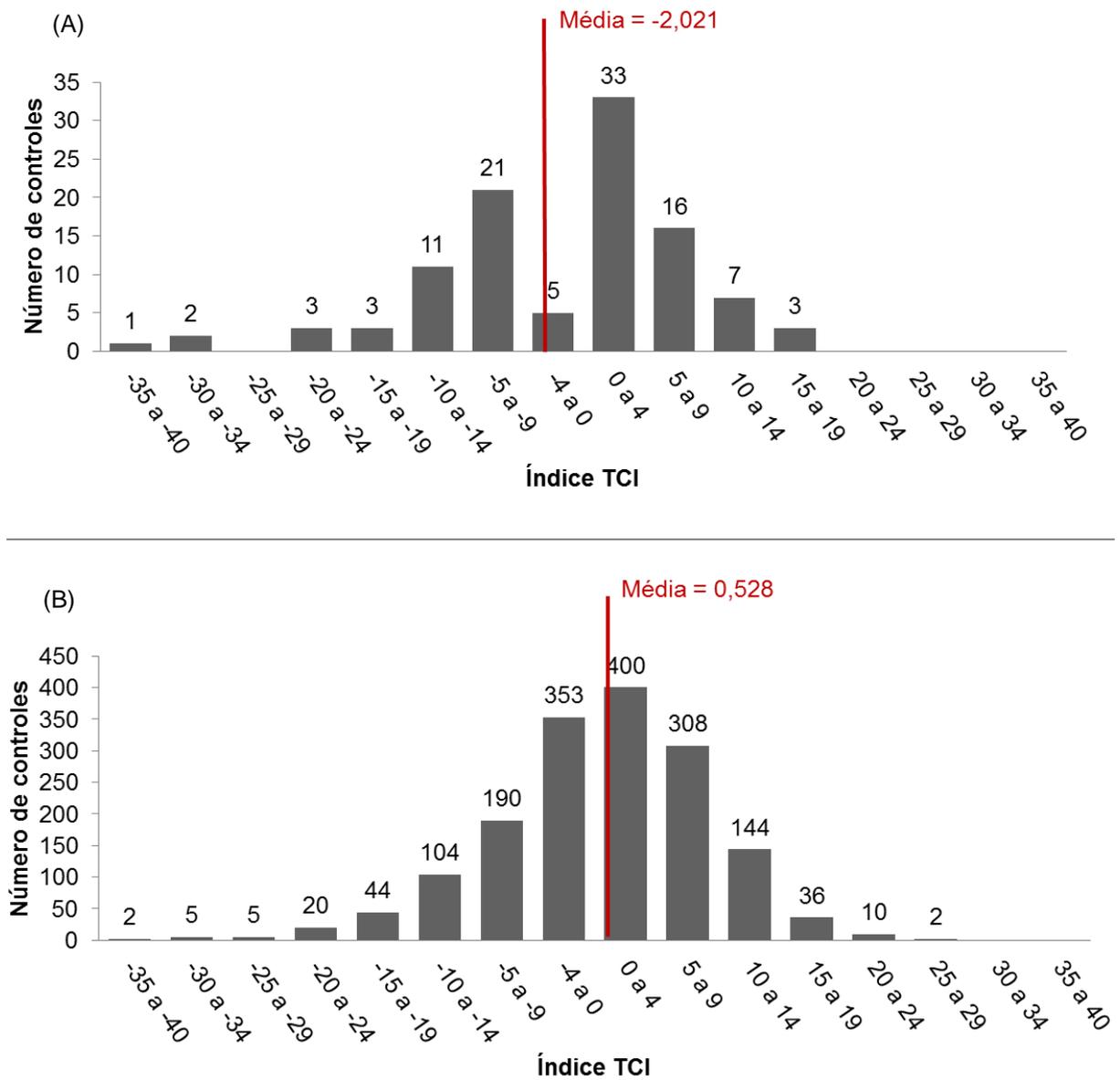


Figura 8 – Distribuição dos primeiros controles leiteiros após o parto de acordo com o TCI médio do ano de 2013 (A) e da média no período de 2000 a 2013 (B) do Rebanho 4, na região de Castro-PR.

FONTE: dados do autor.



Figura 9 – Valores de TCI individuais do rebanho 4 no ano de 2013.

FONTE: dados do autor.

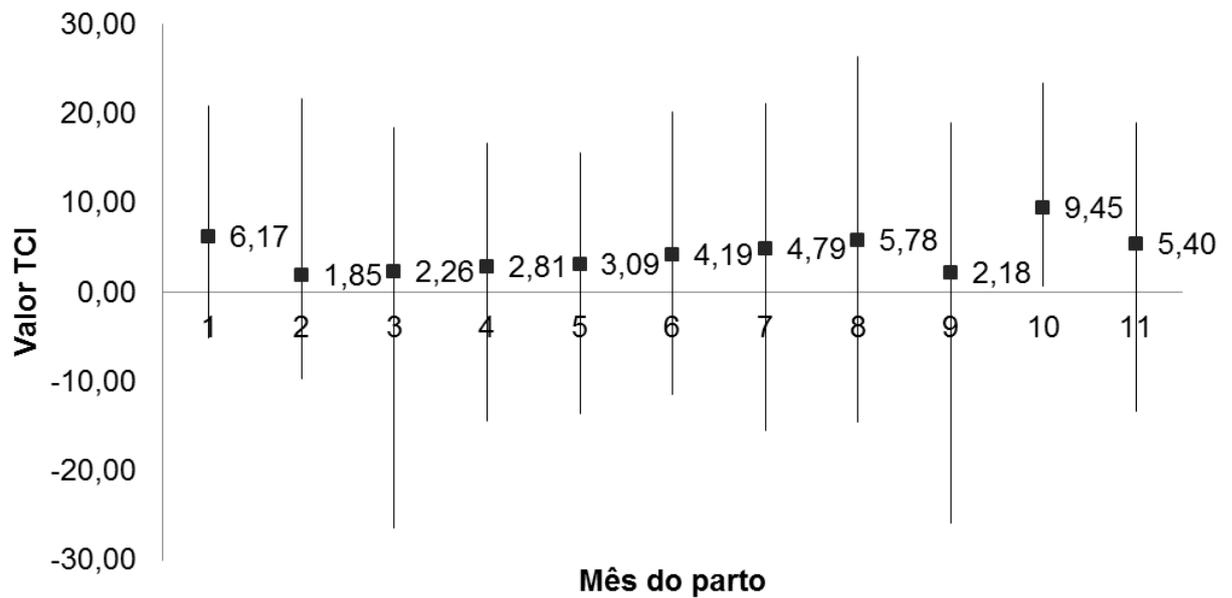


Figura 10 – Valores médios de TCI no ano de 2013 de um rebanho com bom resultado, de acordo com o mês de parto.

FONTE: dados do autor.

4. CONCLUSÃO

O TCI mostrou-se uma ferramenta eficiente para avaliação do manejo no período de transição de vacas leiteiras. É possível ainda avaliar o desempenho do período de transição entre rebanhos diferentes, indicando aqueles que são mais ou menos eficientes. Foi possível ainda identificar que rebanhos com alta produtividade podem ter bons resultados.

Devido a distribuição normal dos resultados de TCI, não deve-se aplicar esta ferramenta individualmente e sim observar a média geral do rebanho e a proporção entre valores positivos e valores negativos, que juntos auxiliam na interpretação correta dos resultados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, A. K. A.; SHOOK, G. E. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.487–490, 1980.

ATASHI, H.; ZAMIRI, M. J.; DADPASAND, M. Association between dry period length and lactation performance, lactation curve, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows in Iran. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.3632-3639, 2013.

BOHMANOVA, J.; MIGLIOR, F.; JAMROZIK, J. use of test-day records beyond three hundred five days for estimation of three hundred five–day breeding values for production traits and somatic cell score of Canadian Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.5314-5325, 2009.

CACCAMO, M. et al. Associations of breed and feeding management with milk production curves at herd level using a random regression test-day model. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.4986-4995, 2010.

CHUNG, Y.M.; PICKETT, M.M.; CASSIDY, T.W.; VARGA, G.A. Effects of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.2744-2758, 2008.

DE FEU, M. A. et al. The effect of dry period duration and dietary energy density on milk production, bioenergetic status, and postpartum ovarian function in Holstein-Friesian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.6011-6022, 2009.

DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2259-2273, 1999.

DURÃES, M. C. et al. Fatores de ajustamento da produção de leite e de gordura na raça Holandesa para idade e núcleo de controle leiteiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.2, 2000. Acessado em 13/01/2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352000000200017&lng=en&nrm=iso

ERDMAN, R. A.; VARNER, M. Fixed yield responses to increased milking frequency. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1199-1203, 1995.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2820-2833, 1995.

HAGNESTAM-NIELSEN, C. et al. Relationship between somatic cell count and milk yield in different stages of lactation **Journal of Dairy Science**, v.92, p.3124-3133, 2009.

HAND, K. J.; GODKIN, A.; KELTON, D. F. Milk production and somatic cell counts: a cow-level analysis. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.1358-1362, 2012.

HAYIRLI, A. et al. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3430-3443, 2002.

HUZZEY, J. M. et al. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3220-3233, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da Pecuária Municipal 2013**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/>. Acesso em: 28/11/2014.

KNIGHT, C. H. Extended lactation: turning theory into reality. **Advances in Dairy Technology**, v.17, p.113-123, 2005.

LAGO, E. P. et al. Parâmetros metabólicos de vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v.11, n.1, p.98-103, 2004.

LEBLANC, S. J. et al. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1267-1279, 2006.

MADOUASSE, A. et al. Use of monthly collected milk yields for the detection of the emergence of the 2007 French BVT epizootic. **Preventive Veterinary Medicine**, v.113, p.484-491, 2014.

MELLADO, M. et al. effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.4524-4530, 2011.

NORDLUND, K. Transition cow indexTM. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS, 39., 2006, St. Paul Minnesota. **Proceedings...** St. Paul, 2006. p.139-143.

NORDLUND, K. Using first test milk yield to assess herd transition cow management. In: DISCOVER CONFERENCE ON FOOD ANIMAL AGRICULTURE: DAIRY HERD ANALYTICS, 17. 2009, Nashville. **Proceedings...** Savoy, IL: American Dairy Science Association, 2009.

POLLOTT, G. E. Short communication: do Holstein lactations of varied lengths have different characteristics? **Journal of Dairy Science**, v.94, p.6173-6180, 2011.

REKIK, B. et al. Effect of somatic cells count on milk and protein yields and female fertility in Tunisian Holstein dairy cows. . **Livestock Production Science**, v.116, p.309-317, 2008.

SANTSCHI, D. E. et al. Complete-lactation milk and component yields following a short (35-d) or a conventional (60-d) dry period management strategy in commercial Holstein herds. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.2302-2311, 2011.

STEENEVELD, W. et al. Effect of different dry period lengths on milk production and somatic cell count in subsequent lactations in commercial Dutch dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.2988-3001, 2013.

VAN DER DRIFT, S. G. A. et al. Routine detection of hyperketonemia in dairy cows using Fourier transform infrared spectroscopy analysis of β -hydroxybutyrate and acetone in milk in combination with test-day information. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.4886-4898, 2012.

WEBER, C. et al. Hepatic gene expression involved in glucose and lipid metabolism in transition cows: effects of fat mobilization during early lactation in relation to milk performance and metabolic changes. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.5670-5681, 2012.

WELPER, R. D.; FREEMAN, A. E. Genetic parameters for yield traits of Holsteins, including lactose and somatic cells count. **American Dairy Science Association**, v.75, p.1342-1348, 1992.

WILMINK, J. B. M. Adjustment of lactation yield for age at calving in relation to level of production. **Livestock Production Science**, v.16, p.321-334, 1987.

WINDIG, J. J. et al. Genetic correlations between milk production and health and fertility depending on herd environment. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1765-1775, 2006.

WITTRICK, J. M. et al. Short communication: metritis affects milk production and cull rate of Holstein multiparous and primiparous dairy cows differently. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.2408-2412, 2011.