

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Utilização do primeiro controle leiteiro após o parto para monitorar o  
período de transição de vacas holandesas**

**Maximiliano Henrique de Oliveira Pasetti**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e  
Pastagens

**Piracicaba  
2018**

**Maximiliano Henrique de Oliveira Pasetti**  
**Zootecnista**

**Utilização do primeiro controle leiteiro após o parto para monitorar o período de  
transição de vacas Holandesas**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **PAULO FERNANDO MACHADO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e  
Pastagens

**Piracicaba**  
**2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Pasetti, Maximiliano Henrique de Oliveira

Utilização do primeiro controle após o parto para monitorar o período de transição de vacas holandesas / Maximiliano Henrique de Oliveira Pasetti. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

59 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Dias em leite 2. Manejo 3. Sistema de produção 4. Periparto I. Título

## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus pais, Marisa e Ivanor, dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Marisa e Ivanor pelo apoio incondicional, por acreditarem que tudo isso seria possível.

Ao meu irmão Hermes, meu parceiro de sempre. Obrigado pela tua preocupação.

A minha querida avó Noeli, o anjo que está sempre do meu lado.

Aos meus nonos Venilde e Inácio por sempre estarem na torcida do meu sucesso.

Aos meus irmãos da República Aroeira. Vocês me deram uma família em Piracicaba, vocês dividiram comigo todas as minhas vitórias e angústias, vocês fizeram toda a diferença. Muito obrigado.

Ao meu orientador Professor Paulo Fernando Machado por todo apoio, orientação e os valiosos ensinamentos.

A Professora Marcia Endres pela recepção na Universidade Minnesota e pela amizade. Realmente, foi uma experiência inesquecível.

Aos meus amigos João Pedro, Helen, Janielen e Renata, parceiros do grupo de pesquisa por todas as risadas, auxílios e ensinamentos. Foram bons anos ao lado de vocês.

Ao meu amigo Marcos Busanello, essencial para condução deste trabalho. Obrigado por tudo.

Ao Mateus, Sônia e Siane, irmãos que ganhei durante minha estadia nos Estados Unidos.

Ao Júlio e ao Kaíke, parceiros da Clínica do Leite, que foram fundamentais na obtenção dos dados para realização deste trabalho.

A todos os funcionários da Clínica do Leite pela amizade, risadas e parceria.

A ESALQ pelos valorosos anos de ensinamentos e desafios. Por me proporcionar momentos e amizades que levarei para sempre em minha vida.

A Universidade de Minnesota por me receber e proporcionar essa grande experiência.

Aos grandes amigos que por Piracicaba fiz ao longo desses quase sete anos, são tantas pessoas que faltaria espaço para citá-los. Cada um de vocês sabem o quanto foram importantes nessa caminhada.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo no Brasil e no exterior.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	8
LISTA DE TABELAS .....	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
3. HIPÓTESES E OBJETIVO .....	19
3.1. HIPÓTESES .....	19
3.2. OBJETIVOS .....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	22
5. RESULTADOS .....	27
6. DISCUSSÃO .....	35
6.1. LIMITAÇÕES.....	47
7. CONCLUSÕES .....	49
REFERÊNCIAS .....	51

## RESUMO

### **Utilização do primeiro controle leiteiro para monitorar o período de transição de vacas holandesas**

O período de transição é uma das fases mais críticas do ciclo de produção de vacas leiteiras. Embora se saiba que os animais costumam apresentar diversos problemas metabólicos e infecciosos nesta fase, existe grande dificuldade em mensurá-los. Neste contexto, a literatura mostra que a produção de leite no início da lactação reflete o estado fisiológico e de saúde do animal e, por isso, o uso dessa informação é pertinente para auxiliar na melhoria do manejo de vacas recém paridas. O objetivo deste trabalho foi estudar os principais fatores que podem ter influência sobre a produção de leite no primeiro controle mensal após o parto e utilizá-los para gerar um índice de transição que aponte, de forma acurada e rápida que problemas estão acontecendo. Os rebanhos foram selecionados a partir do software Agenda 5.0 da Clínica do Leite - ESALQ/USP, respeitando o critério de raça e sistema de produção. Assim, foram selecionados animais de raça Holandesa e criados em sistema de confinamento e coletadas as seguintes informações relativas as vacas: produção de leite no primeiro controle mensal após o parto (PLPC), identificação da vaca, raça, número da lactação, data do parto, dias em leite no primeiro controle leiteiro (DELPC), produção de leite acumulada na lactação anterior (PLLA), dias em leite na lactação anterior (DELLA) e data da secagem; e do rebanho: sistema de produção e frequência de ordenha. O DEL para realização do primeiro controle leiteiro foi limitado entre 5 e 60 dias. Foram excluídos os controles leiteiros de vacas de primeira lactação. Para obtenção do número de dias secos, foi subtraída a data do parto pela data da secagem das vacas. A data do parto foi categorizada como mês do parto. Ainda foram coletadas informações das análises de composição físico-química e contagem de células somáticas (CCS). Após a triagem do banco de dados, foram selecionadas 1.462 vacas oriundas de 18 diferentes rebanhos. Uma análise descritiva das variáveis contínuas e categóricas foi realizada pelo PROC MEANS e PROC FREQ do SAS. Na sequência foi realizada uma análise de correlação pelo método de Spearman por meio do PROC CORR do SAS. Para estudar os efeitos das variáveis e categorias supracitadas sobre a PLPC um modelo linear generalizado misto foi utilizado por meio do PROC GLIMMIX do SAS. Para as variáveis preditoras categóricas, quando o *p*-valor encontrado foi significativo, procedeu-se a comparação entre as médias ajustadas através do teste de Tukey – Kramer. O mesmo modelo foi utilizado para gerar informações de uma produção de leite estimada (PLPCest) para cada vaca. Para gerar o índice de transição (IT), a PLPC observada foi subtraída da PLPC estimada. A partir da obtenção dos valores de IT, foi considerado que valores negativos indicaram perda de produção no primeiro controle, enquanto que valores positivos o oposto. O IT foi calculado para cada vaca e, posteriormente, foram calculadas as médias para os rebanhos. Medidas descritivas sobre o IT foram calculadas a nível de vaca e de rebanho para o banco de dados por meio do PROC MEANS do SAS. As correlações entre IT e as demais variáveis foram calculadas utilizando o método não paramétrico de Spearman. A mediana de produção de leite no primeiro controle foi de 25,4 kg e DELPC de 15 dias. A PLLA foi a variável que apresentou a maior correlação ( $r =$

0,27) com a PLPC. As variáveis DELLA, PLLA, DELPC, dias secos, ordem da lactação, frequência de ordenha e mês do parto foram os fatores que tiveram influência ( $p < 0,05$ ) sobre a PLPC. A gordura e a proteína apresentaram correlação negativa com a PLPC ( $r = -0,17$  e  $-0,13$ , respectivamente). De todos os animais avaliados, 50,21% dos controles tiveram IT positivo e 49,79% dos controles teve IT negativo. A mediana obtida em nível de vaca foi de +0,02 kg, enquanto que a nível de rebanho foi de +0,62 kg. As variáveis preditoras escolhidas ajudaram explicar 25% da variação na produção de leite no primeiro controle mensal após o parto. O modelo gerado de PLPCest pode ser utilizado para cálculo do IT. Por fim, as informações do IT podem ser utilizadas para observar os desvios em produção de leite no início da lactação. Recomenda-se a interpretação dos resultados tanto em nível de vaca, quanto em nível de rebanho.

**Palavras-chave:** Dias em leite; Manejo; Sistema de produção; Periparto

## ABSTRACT

### Using the first test control to monitor the transition period of the Holstein cows

The transition period is one the most critical stages of the dairy cattle. Although it is known the animals usually present several infectious and metabolic problems, there is a huge difficulty in measuring them. In this context, the literature papers reviewed shows that the milk yield at the beginning of the lactation reflects the physiological and health status from the cow, and therefore the use of that information is pertinent to assist in improving the transition cow management. The objective of this work was study the main factors that may affect the milk yield at the first test control after calving and use them to generate a transition index that shows quickly and with accuracy that problems are happening. The herds were selected from the Agenda 5.0 software by Clínica do Leite ESALQ/USP, respecting breed and production system how selection criteria. Thus, we have collected information from Holstein cows raised in free stall system. There were collected data from cow and herd level. The following information was taken from cow: milk yield at first test control, cow ID, parity number, calving date, days in milk (DIM) at first test control, previous 305 – day milk, and dry off date. The following data was taken from the herd: use of rBST and milking frequency. The DIM at first test was limited in the interval from 5 to 60 DIM. There were excluded the primiparous cows' first test control. To obtain the dry off days, there were subtracted the birth date by the dry off date. The date of calving have categorized as month of calving. There was collected data about milk composition (fat, protein and milk urea nitrogen) and somatic cell counting (SCC). After whole database editions, the were selected 1.462 Holstein cows from 18 herds. The descriptive analysis were performed by PROC MEANS and PROC FREQ (SAS). A mixed generalized linear model from PROC GLIMMIX (SAS 9.4) have used to evaluate the effect os variables on the first test milk. The same model was used to predict the first test weight. To generate the transition index, the predict first test milk was subtracted from the observed first test control. It was considered that negative values indicated loss of production in the first control, while positive values the opposite. The milk yield at first test was 25.4 kg and the 15 DIM. The previous milk yield average had the better correlation with first test milk yield ( $r = 0.27$ ). The previous 305 – day milk, previous milk yield, days dry off, number of parity, milk frequency and month of the calving have influenced ( $P < 0.05$ ) on the first test control milk yield. The fat and protein concentration had negative correlation with first test control milk yield. The median at cow level was + 0.02 kg, while at herd level was +0.62 kg. The predict variables explained 25% of the first test control milk yield variation. Thus, this model can be used to generate a transition index. The transition index may used to observe differences in milk yield after parturition. It is recommended to interpret the results both at the cow level and at the herd level.

Keywords: Days in milk; Fresh cows; Management

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva (sem ajuste aos fatores) para produção de leite no primeiro controle, dias em leite no primeiro controle leiteiro, dias em leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, período seco, ordem da lactação e frequência de ordenha .....	28
Tabela 2 - Estatística descritiva (sem ajuste aos fatores) para produção de leite no primeiro controle em relação ao mês do parto .....	29
Tabela 3 - Estimativas ajustadas para dias em leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, período seco, dias em leite no primeiro controle, ordem da lactação, frequência de ordenha e mês do parto .....	30
Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Spearman entre o índice de transição com dias em leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, período seco, dias em leite no primeiro controle, concentrações de gordura, proteína, nitrogênio ureico do leite e contagem de células somáticas.....	32
Tabela 5 - Estatística descritiva para o índice de transição em nível de vaca referente a ordem de lactação, frequência de ordenha e mês do parto .....	33
Tabela 6 – Estatística descritiva para o IT em nível de rebanho .....	34

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PLPC	Produção de Leite no Primeiro Controle
DELPC	Dias em Leite no Primeiro Controle
PLLA	Produção de leite na lactação anterior
DELLA	Dias em leite na lactação anterior
BEN	Balanço energético negativo
CMS	Consumo de matéria seca
CCS	Contagem de células somáticas
TCI	Transition cow index
IT	Índice de transição

## 1. INTRODUÇÃO

As vacas leiteiras passam por um período de transição que corresponde a três semanas antes e após o parto. Este período é crítico para a saúde das vacas e para produção de leite, pois uma série de alterações ocorre no organismo destes animais. Fisiologicamente, as vacas apresentam redução no consumo de matéria seca (CMS) e, conseqüentemente, passam por um balanço energético negativo (BEN). Além disso, a resposta imunológica destes animais fica comprometida tornando as vacas susceptíveis a várias doenças tanto metabólicas como infecciosas (LeBlanc, 2010).

Dentre os prejuízos econômicos decorrentes das enfermidades que ocorrem no período de transição pode-se destacar a queda na produção de leite (Grummer, 1995), custos com trabalho, diagnóstico e tratamento (Lukas et al., 2015), além de redução da longevidade dos animais (Duffield et al., 2009).

Diversos estudos têm mostrado que a presença de sinais clínicos em vacas leiteiras é altamente correlacionados com a redução súbita ou gradual da produção de leite (Cook, Bennet e Nordlund, 2005; LeBlanc et al., 2006; Lukas et al., 2015). Neste contexto, a produção de leite é um indicador que se mostra efetivo para ser utilizado no monitoramento do baixo desempenho após o parto, pois é sensível a alterações metabólicas, fisiológicas, doenças e intervenções de manejo (Lukas et al., 2015) e, além disso, por se tratar de um dado que reflete o sucesso econômico, é frequentemente coletado na maioria das fazendas.

Nordlund (2010) mostrou que a produção de leite no primeiro controle poderia ser usada para prever doenças como metrite e deslocamento de abomaso. Nesse mesmo trabalho, os autores mostraram que, a partir de informações da produção e composição do leite no início da lactação, foi possível verificar os riscos de cetose clínica ou subclínica em vacas. Lukas et al. (2015) relataram que o uso de dados sobre a produção de leite na primeira semana após o parto foi eficiente em diagnosticar precocemente diversos problemas ligados ao início da lactação, descarte e custos com medicamentos.

Nordlund (2006) utilizando dados de primeiro controle leiteiro de mais de 500.000 vacas criou um índice chamado Transition Cow index (TCI) que mede efetivamente o sucesso do manejo no período de transição e mostrou que metade dos rebanhos avaliados apresentaram produção de leite abaixo da esperada no início da lactação, revelando indícios de problemas durante o período de transição.

Mesmo o período de transição sendo tão importante para a produção de leite e saúde dos animais, são poucos os trabalhos no Brasil que mostrem alternativas para monitoramento

deste período tanto em nível de vaca quanto de rebanho e, também fatores específicos que apontem as possíveis falhas cometidas durante este período. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi elucidar os fatores que têm influência sobre a produção de leite no primeiro controle mensal em rebanhos leiteiros das principais regiões produtoras de leite no Brasil e desenvolver um índice que aponte de forma clara, através de desvios na produção de leite no início da lactação que problemas durante o período de transição estão acontecendo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os setores do agronegócio brasileiro, a bovinocultura de leite se destaca como uma das principais atividades. Existem no Brasil cerca de 1,35 milhões de estabelecimentos leiteiros envolvendo cerca de cinco milhões de pessoas. Segundo o IBGE (2017) a produção brasileira foi de aproximadamente 24 bilhões de litros de leite, colocando o país como um dos principais produtores de leite do mundo. Esses resultados são fruto principalmente do aprimoramento de ferramentas de seleção e aplicação de técnicas de manejo que proporcionam maior produtividade.

A busca pelo aumento de produtividade promove a intensificação dos sistemas de produção (Wittwer, 2000). Entretanto, a maior produção de leite quando associada ao manejo inadequado dos animais resulta no aumento na incidência de doenças e distúrbios metabólicos, principalmente aqueles ligados a transição entre o final da gestação e início da lactação (Oetzel, 2004).

O período de transição compreende três semanas antes do parto até três semanas após o parto (Grummer, 1995; Drackley, 1999), sendo considerado estágio de maior importância dentro do ciclo produtivo de vacas leiteiras, em função da relação crítica com aspectos voltados a saúde, produção dos animais e a rentabilidade da atividade (Drackley, 1999; Leblanc, 2010). Nesse curto intervalo de tempo ocorrem diversas alterações fisiológicas, metabólicas, hormonais e comportamentais que estão associados a preparação da vaca para o parto e a para uma nova lactação.

Além de todas essas alterações, é importante ressaltar que as condições de criação de vacas no pré parto em fazendas brasileiras são extremamente inadequadas. Primeiramente em função da dieta, que na maioria das vezes é baseada em sobras do cocho de vacas em lactação ou piquetes com pastagens de baixo valor nutritivo, além de ambientes sujos e úmidos, que predispõe a ocorrência principalmente de mastite e lesões de casco.

Este período é preocupante também, pelo fato de que a partir das últimas três semanas da gestação se observa queda brusca no consumo de matéria seca (Grummer, 1995; Overton e Wardon, 2004). Assim, o consumo de alimento logo após o parto não é suficiente para fornecer a quantidade de nutrientes exigidas para produção de leite e essas vacas entram em um momento fisiológico chamado de balanço energético negativo (BEN), no qual ocorre intensa mobilização de tecidos, principalmente do tecido adiposo para suprir a demanda energética e, por consequência, observa-se grande perda de peso dos animais.

Quando o BEN é intenso e duradouro, é comum o aparecimento de distúrbios metabólicos como cetose, deslocamento de abomaso, acidose ruminal e retenção de placenta, sendo que, aproximadamente 75% desses problemas acontecem nos primeiros 30 dias de lactação (LeBlanc et al., 2006) e são frutos de um manejo nutricional inadequado no período de transição. Nesse contexto, é importante a compreensão de que o manejo alimentar adequado e o conforto das vacas durante essa fase são ferramentas importantes para minimizar os efeitos do BEN, e conseqüentemente os distúrbios metabólicos na fase de transição (Mallard et al., 1998).

Outro fato importante é que a função imune é afetada por súbitas mudanças nas concentrações de progesterona, estrogênio e cortisol antes do parto, além da possível contaminação do útero nas primeiras três semanas após o parto. Além disso, hormônios glicocorticoides são reconhecidos como imunossupressores (Roth e Kaeberle, 1982) e se apresentam em elevada concentração antes do parto. Devido a isso, Oliver e Sordillo (1988) relatam que infecções intramamárias que ocorrem no período seco e no periparto, podem afetar a saúde do úbere, resultando na diminuição da produção de leite, na alteração de sua composição, e no comprometimento da glândula mamária por toda lactação.

Assim, nos últimos 25 anos importantes avanços nas pesquisas e na melhoria do manejo de vacas em transição vem sendo realizadas. O objetivo desses trabalhos é mostrar que os principais prejuízos decorrentes do período de transição estão na diminuição da produção e alteração na composição do leite (Domecq et al., 1997), redução na vida produtiva dos animais (Duffield et al., 2009), aumento dos descartes, custos com diagnóstico, tratamento (Lukas et al., 2015) e descarte de leite. Apesar disso, não é comum na literatura encontrar informações que ajudem a monitorar de forma adequada essa fase, para auxiliar no controle e resolução desses problemas.

Diversos estudos publicados na literatura (Mallard et al., 1998; Drackley 1999; LeBlanc., 2010; Ospina et al., 2010; Caixeta et al., 2015) demonstram a susceptibilidade de vacas a diversos problemas no período de transição. Em função da importância do fornecimento de informações rápidas e acuradas para monitorar o estado de saúde e doença das vacas, diversas técnicas começaram a ser implantadas nas fazendas, entre elas, o monitoramento do escore de condição corporal (Heurer et al., 1999), coleta de sangue e urina no período seco (LeBlanc., 2010), avaliação da eletrocondutividade e temperatura do leite, bem como medidas de pH ruminal (Rutten et al., 2013). No entanto, o intervalo de tempo para gerar resultados, custos com amostragem e análises, trabalho de coleta e o estabelecimento de

valores padrões que definam o estado de saúde do animal, acabaram por limitar a utilização destes testes nas fazendas (Lukas et al., 2015).

A avaliação clínica diária durante os dez primeiros dias após o parto é outra forma de monitorar a saúde dos animais e diagnosticar as principais doenças metabólicas que ocorrem nessa fase da vida da vaca. Ospina et al., (2010b) sugerem que os limites aceitáveis de ocorrência de retenção de placenta, hipocalcemia, deslocamento de abomaso e cetose subclínica são de 8, 6, 3 e 2% no pós-parto, respectivamente. Para Fleischer et al. (2001) essas quatro 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). Apesar disso, Nordlund (2006) relata que existe uma dificuldade dentro das fazendas em estabelecer o diagnóstico correto desses problemas, principalmente pela falta de treinamento dos funcionários e pelas manifestações subclínicas das doenças, o que dificulta a geração de dados realmente confiáveis para avaliação dos rebanhos. Além disso, quando diagnosticados, esses distúrbios já estão acarretando diversas perdas aos animais.

Devido as diversas limitações das técnicas já estabelecidas para avaliar vacas no período de transição e a variabilidade dos dados encontrados na literatura, é importante desenvolver ferramentas que forneçam diagnósticos definitivos e que conservem tempo e recursos financeiros (Lukas et al., 2015). Lukas et al. (2015) relatam que mais importante que o diagnóstico dos problemas, é a coleta de dados que tragam informações acuradas sobre o estado de doença dos animais. Da mesma forma, as pesquisas revelam que monitorar os animais durante o período de transição é crucial para o sucesso da futura lactação e por isso, os esforços estão centrados no aprimoramento de métodos que avaliem de forma efetiva a transição de vacas (Lukas et al., 2015).

Nestes estudos, o principal desafio é escolher qual indicador de desempenho está mais fortemente ligado ao fornecimento de informações que refletem o estado fisiológico e da saúde do animal (Mertens et al., 2010), os quais devem ser apontados precocemente para que as vacas sejam expostas o menor tempo possível e sua lactação não seja comprometida (Lukas et al., 2015). Nesse sentido, Nordlund (2006) e Lukas et al., (2015) mostraram que utilizar dados de produção de leite para monitorar a transição de vacas oferece a possibilidade de identificar problemas de saúde pós-parto precocemente, justificando que a produção de leite é um dos indicadores mais sensíveis as variações fisiológicas, saúde e as intervenções de manejo das vacas. Além disso, por ser um dado que tem impacto econômico na rentabilidade das explorações leiteiras, é frequentemente coletado na maioria das fazendas.

Com relação a produção de leite, Rajala-Schultz et al., (1999) observaram a diminuição de 535 kg de leite/ano em vacas acima da quarta lactação diagnosticadas com cetose. Wallace et al., (1996) estudaram o impacto dos problemas de saúde no período de transição e relatam diminuição média de 7,2 kg/d nos primeiros 20 dias de lactação em relação à vacas sadias, sendo que vacas que apresentaram problemas de metrite produziram 8,2 kg/d a menos de leite e aqueles animais com cetose sub-clínica e deslocamento de abomaso tiveram a diminuição de 8,5 kg/d de leite.

Outros trabalhos publicados por Edwards e Tozer. (2004) demonstraram diminuição na produção de leite quando associados a sintomas clínicos de doenças, bem como Bareille et al. (2003) onde mostraram diminuição na produção de leite sete dias antes do diagnóstico de cetose, deslocamento de abomaso, concluindo que essas doenças poderiam ser detectadas precocemente a partir do monitoramento adequado de alterações na produção de leite.

Levando em consideração que os dados de produção de leite podem fornecer informações importantes a respeito do período de transição e que os sistemas de avaliação do estado de saúde de vacas recém paridas é realizado com base na incidência de distúrbios metabólicos e, a falta de padronização nas doenças, a qual não fornece dados confiáveis, encontram-se na literatura trabalhos que utilizam as informações de controles leiteiros após o parto para gerar informações sobre o manejo realizado no período de transição de vacas.

Lukas et al. (2015) criaram um modelo em nível de vaca utilizando os controles leiteiros da primeira semana após o parto para monitorar todos os animais com potencial para ocorrência de desordens metabólicas no início da lactação. Lukas et al. (2015) também desenvolveram um segundo modelo a nível de rebanho para monitorar a implementação de protocolos de melhoria na transição de vacas e avaliar o manejo aplicado na fazenda de forma a monitorar os problemas do período periparto antes do aparecimento de sinais clínicos nos animais. Eles fizeram isso, avaliando basicamente o aumento da produção de leite na primeira semana após o parto e a média de produção de leite nos primeiros sete dias de lactação. E por fim, um modelo no qual avaliou a diferença entre a produção observada de leite e a produção esperada, chamado de medida do sucesso do período de transição. Tais modelos conseguiram explicar em 68% a probabilidade de as vacas apresentarem doenças até os primeiros 21 dias da lactação e de serem descartadas antes de 100 dias de lactação.

Em um trabalho realizado no Brasil, Poncheki (2015) utilizou informações individuais da lactação anterior das vacas para gerar uma expectativa de produção no primeiro controle leiteiro após o parto e subtraiu da produção de leite observada para gerar um índice

de transição. A média encontrada foi de -0,283 kg/dia de leite, indicando que esses rebanhos estão com problemas no manejo de transição das vacas.

O trabalho com maior impacto nessa área foi realizado por Nordlund (2006). Esse estudo teve como objetivo avaliar a eficácia do manejo das vacas no período de transição utilizando dados da produção de leite de cada vaca de sua lactação anterior para prever a produção no primeiro controle leiteiro da sua próxima lactação. Nesse contexto, a partir da compilação de dados de controles de leiteiros do Programa de Análise de Dados de Rebanhos Leiteiros (DHIA) do estado do Wisconsin (EUA), foram desenvolvidas equações e o Transition Cow Index (TCI) foi gerado.

Os dados utilizados para compor a equação reúnem diversos fatores que caracterizam a lactação anterior e estima a produção esperada para cada vaca na lactação seguinte, tendo como base sua própria produção prévia (Nordlund, 2006; Nordlund 2009). Os resultados para o TCI podem ser positivos ou negativos. Quando positivo, interpreta-se que o animal produziu acima do esperado e quando negativo, a produção ficou abaixo da expectativa. Porém, se observa que rebanhos com bom programa de manejo na transição conseguem ganhos em produção de leite de até 3.100 kg na projeção para próxima lactação.

Além do uso de dados que caracterizam a produção de leite das vacas, Nordlund (2010) registrou a ocorrência de doenças em vacas pós-parto de 27 fazendas no estado de Wisconsin (EUA). Com o objetivo de validar o TCI como índice de monitoramento de vacas recém paridas, as ocorrências foram identificadas e as estimativas de TCI para vacas saudáveis e doentes foram comparadas, sendo que vacas saudáveis apresentaram valores de TCI de +5 kg/dia, enquanto que vacas acometidas por deslocamento de abomaso, obtiveram valores de -19,8 kg/dia, por exemplo.

Além dos aspectos voltados a produção de leite e incidência de enfermidades, Nordlund (2008) ainda relata que cinco fatores de manejo são associados com o TCI. Entre eles destacam-se a adequação do espaço de cocho no pré e pós-parto e evitar o estresse de reorganização social dez dias antes do parto. Além disso, o aumento do espaço para deslocamento, uso de cama de areia e o monitoramento adequado de animais que precisam de cuidados especiais também aumentaram os valores de TCI.

A partir do modelo proposto por Nordlund., (2006) e entendendo que no Brasil a maioria das fazendas não faz o registro de doenças que ocorrem no período de transição, mas que mesmo assim, existe banco de dados com os registros dos controles leiteiros que podem ser fornecidos pela Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), o desenvolvimento e implementação de um sistema que monitore os animais com

desempenho abaixo do ideal podem fornecer informações importantes para melhorar a transição de vacas e diminuir as perdas com leite ao longo de sua lactação.

### **3. HIPÓTESES E OBJETIVO**

#### **3.1. Hipóteses**

- Os dados históricos da lactação das vacas, juntamente com a ordem de lactação, frequência de ordenha e mês do parto podem ser utilizadas para gerar uma produção estimada de leite no primeiro controle;

- A produção estimada de leite no primeiro controle pode ser utilizada para compor um índice que avalie o período de transição das vacas;

- O indicador de transição gerado a partir a PLPC pode ser usado para comparar o desempenho de vacas e rebanhos com melhor manejo do período de transição.

#### **3.2. Objetivos**

- Pesquisar quais as variáveis do histórico de lactação da vaca têm relação com a produção de leite no primeiro controle após o parto;

- Observar se a composição do leite e a CCS tem relação com a produção de leite no primeiro controle;

- Adaptar um índice de transição que possa ajudar no diagnóstico precoce de problemas durante o período de transição;

- A partir do índice de transição gerado, comparar as vacas e rebanhos com melhor ou pior manejo durante o período de transição.



#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido utilizando-se dados de controles leiteiro mensais (litros/vaca) oriundos de fazendas nos estados de Minas Gerais (n= 6), Paraná (n= 5), São Paulo (n= 4) e Rio Grande do Sul (n= 3) – Brasil. Os rebanhos foram selecionados a partir do software Agenda 5.0 da Clínica do Leite - ESALQ/USP, situada no município de Piracicaba/SP. Foram selecionados aqueles rebanhos que apresentaram os dados necessários para realização deste trabalho, os quais serão detalhados posteriormente. Os dados representam o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2016.

Mensalmente os gestores das fazendas incluíam informações sobre o controle leiteiro e dados zootécnicos do rebanho, os quais foram utilizados para a gerar relatórios com informações sobre a produção, reprodução, sanidade, crescimento das novilhas e descarte de animais dos rebanhos. Assim, foram coletadas as seguintes informações de cada vaca: número do animal, raça, número da lactação, data do parto, data da coleta do primeiro controle, produção de leite no primeiro controle (PLPC) (L/vaca), produção de leite acumulada na lactação anterior (PLLA), dias em lactação na lactação anterior (DELLA) e data da secagem. A informação coletada sobre cada rebanho foi frequência de ordenha.

Além disso, estas propriedades enviaram amostras de leite mensalmente de cada animal para análise da contagem de células somáticas (CCS) pelo método de citometriafluxométrica utilizando o equipamento Somacount 300<sup>®</sup> e para análises das concentrações de gordura, proteína e nitrogênio ureico do leite (NUL) que por sua vez foram determinadas por leitura de absorção infravermelha utilizando o equipamento Bentley 2000<sup>®</sup>, ambas realizadas no Laboratório de Análise do Leite da Clínica do Leite, ESALQ/USP.

Para evitar falsas informações, bem como erros de coleta, algumas edições no banco de dados foram feitas. Foram desconsiderados os controles com teor de gordura menor que 1% e maior que 9%. Da mesma forma, foram excluídos do banco de dados os controles com teor de proteína menor que 1% e maior que 5%. A CCS foi limitada de 1 a 9.999,999, de acordo com a capacidade de leitura do equipamento. O DEL para realização do primeiro controle leiteiro (DELPC) foi considerado como a diferença de dias entre o parto e a data da primeira análise do leite enviada para o laboratório da Clínica do Leite, sendo que, apenas animais em que o controle leiteiro foi realizado entre 5 e 60 dias de lactação foram considerados aptos a participar do experimento, conforme adaptado de Nordlund (2006).

A data do parto foi utilizada para classificar os controles de acordo com o mês do parto, agrupados nos doze meses do ano. A data de parto foi subtraída pela data da secagem

para gerar dados a respeito do número de dias secos entre a lactação anterior e a atual. Na sequência, foram excluídos animais em que essas variáveis se encontram fora dos limites propostos para composição da base de dados final. Por esse motivo, as vacas que foram mantidas no banco de dados, representam somente parte dos rebanhos avaliados.

Os controles leiteiros de primíparas foram descartados em função de não haver informações referentes ao parto anterior. Após isto, criou-se três classes de ordem de lactação: segunda lactação, terceira lactação e quarta lactação ou mais que foram agrupadas em uma única classe. Após todas edições no banco de dados, 1.462 vacas da raça Holandês foram selecionadas. Estas eram oriundas de 18 diferentes rebanhos que alojam os animais em sistema de confinamento. Apenas 462 animais forneceram informações a respeito da composição e CCS do leite.

Em relação a ordem de lactação foram avaliadas 1381 vacas de segunda lactação, 32 vacas de terceira lactação e 49 animais que estavam na quarta ou mais lactações. Do total de vacas, 888 foram criadas em fazendas que realizavam duas ordenhas por dia e 574 animais foram ordenhadas três vezes ao dia. Ao se avaliar o número de animais em cada mês do parto, seguem os seguintes valores: em janeiro foram utilizados 107 controles leiteiros, em fevereiro e março 119 controles, em abril 132 controles, maio foram avaliados 168 controles leiteiros e junho 136 controles. A partir do segundo semestre, os meses de julho e agosto foram avaliados 112 e 121 controle, respectivamente. Já em setembro foram utilizadas 117 informações, outubro 101 vacas, novembro 104 animais e por fim em dezembro foram usadas 126 vacas.

## **4.1. Análise Estatística**

### **4.1.1. Modelo para predição da produção de leite no primeiro controle**

Inicialmente foi conduzida uma análise descritiva geral para as variáveis: PLPC, DELLA, DELPC, PLLA e dias em período seco. A análise descritiva também foi realizada dentro das categorias estudadas (mês do parto, ordem de lactação e frequência de ordenha) para a variável PLPC. Tal procedimento foi realizado utilizando o PROC MEANS e PROC FREQ do software SAS.

Na sequência, foi realizado a análise de correlação entre as variáveis DELLA, DELPC, PLLA e dias secos. O método de correlação não paramétrico de Spearman foi utilizado para minimizar efeito de possíveis valores extremos no banco de dados. A análise de

correlação foi realizada por meio do PROC CORR do SAS. Para estudar os efeitos das variáveis e categorias supracitadas sobre a PLPC um modelo linear generalizado misto foi utilizado por meio do PROC GLIMMIX do SAS. Em um primeiro momento verificou-se a distribuição da variável resposta por meio de histogramas e gráficos quantil-quantil, bem como presença de outliers por meio de gráficos box-plot. Todas as variáveis contínuas apresentaram distribuição normal, conforme observado na Figura 1.

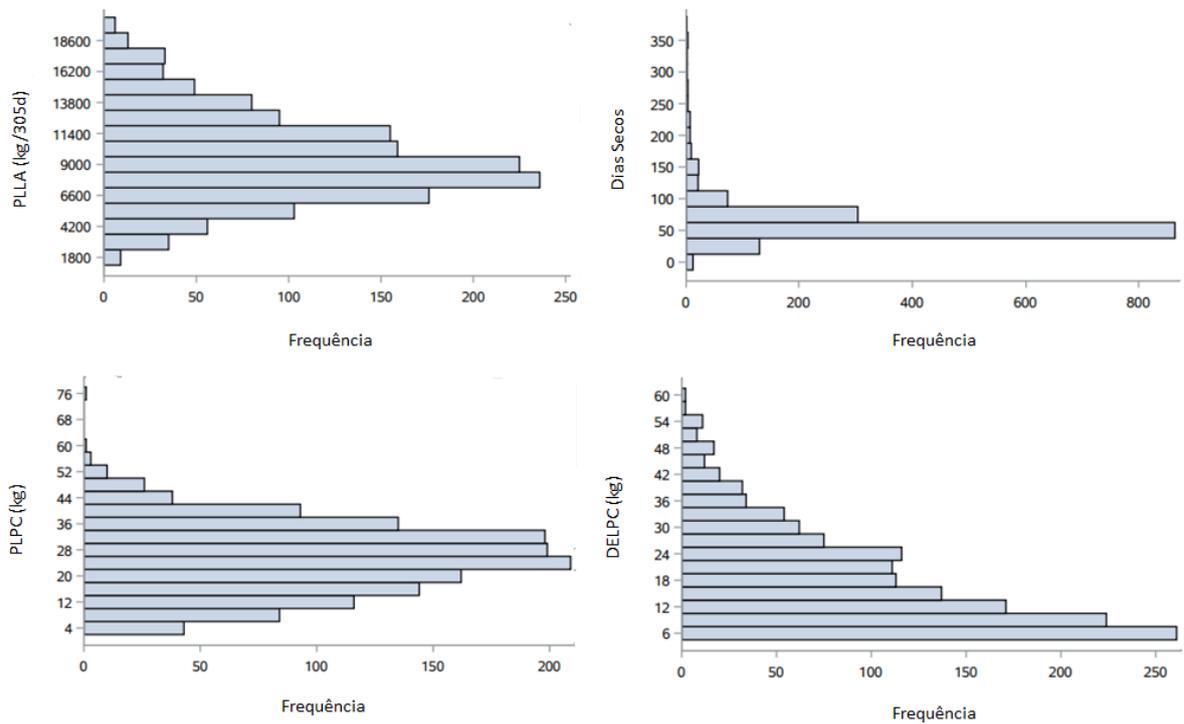


Figura 1 – Distribuição da produção de leite na lactação anterior (PLLA), dias secos, produção de leite no primeiro controle (PLPC) e dias em leite no primeiro controle (DELPC). O banco de dados inclui 1.462 controles leiteiros oriundos de 18 rebanhos dos estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo.

Para a modelagem foram incluídos como efeitos fixos DELLA e DELPC, PALLA, dias em período seco, mês do parto, ordem de lactação e frequência de ordenha na lactação. As vacas e fazendas amostradas foram consideradas como efeito aleatório, onde utilizou-se o efeito hierárquico de vaca dentro de fazenda. Além disso, a matriz de variância-covariância utilizada foi a não estruturada, sendo que outras matrizes também foram consideradas, porém a citada esteve entre as que apresentaram melhores valores de BIC e AIC (critérios de informação para avaliação de ajuste de modelos) (Wolfinger, 1993). A distribuição

Gaussiana foi utilizada como distribuição para a variável resposta no modelo. A normalidade dos resíduos (pressuposição do modelo) foi verificada por meio de histogramas utilizando e gráficos quantil-quantil utilizando o PROC UNIVARIATE.

De forma geral, o modelo estatístico empregado segue abaixo:

$$y_{ijkl} = \alpha + \beta_{ij}(X) + \delta_{k(l)} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde:

$y_{ijkl}$  = valor de produção de leite no primeiro controle leiteiro após o parto;

$\alpha$  = intercepto;

$\beta_{ij}(X)$  =  $i$ -ésimo coeficiente para a  $j$ -ésima variável explicatória (DELLA, DELPC, PLLA, dias secos, meses do parto, ordem de lactação e frequência de ordenha);

$\delta_{k(l)}$  = efeito aleatório da  $k$ -ésima vaca dentro da  $l$ -ésima fazenda;

$\varepsilon_{ijkl}$  = erro aleatório associado à observação  $y_{ijkl}$ .

Para as variáveis preditoras categóricas, quando o  $p$ -valor encontrado foi significativo, procedeu-se com a comparação entre as médias ajustadas para as categorias. A comparação entre as médias foi feita por meio do teste ajustado de Tukey-Kramer, sendo que os resultados foram apresentados na forma de médias ajustadas e seus erros padrão. As médias ajustadas foram calculadas por meio do método de mínimos quadrados. Todas as análises foram realizadas no software SAS, versão 9.1 SAS/2012. Foram consideradas diferenças estatísticas significativas ao nível de 0,05 (5%) de probabilidade.

#### 4.1.2. Índice de Transição

O modelo linear generalizado misto citado acima foi desenvolvido também para prever a produção de leite no primeiro controle leiteiro. Para gerar o índice de transição (IT), a PLPC observada foi usada na seguinte fórmula:

$$IT = \text{Valor observado} - \text{Valor predito}$$

A partir da obtenção dos valores de IT, foi considerado que valores negativos indicaram perda de produção no primeiro controle, enquanto que valores positivos o oposto. O IT foi calculado para cada vaca e, posteriormente, médias para os rebanhos foram

calculadas. Na sequência, medidas descritivas sobre o IT foram calculadas a nível de vaca e de rebanho para o banco de dados por meio do PROC MEANS do software SAS (versão 9.1 SAS/2012).

Correlações pelo método não paramétrico de Spearman foram calculadas entre IT e demais variáveis presentes no banco de dados (DELLA, DELPC, dias secos, PLLA e PLPC) a nível de vaca. O método não paramétrico foi empregado, pois algumas variáveis apresentaram valores extremos e não normalidade, verificados por meio do PROC UNIVARIATE do SAS.



## 5. RESULTADOS

O banco de dados final utilizado para essa análise incluiu informações de 1.462 vacas leiteiras de 18 rebanhos oriundos dos estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo. Em relação a frequência de ordenha, 60,74 % das propriedades estudadas realizavam duas ordenhas, enquanto que as demais propriedades realizam três ordenhas durante este período. O número médio de animais por rebanho foi de 86 vacas, sendo todas da raça Holandês e criadas em sistema de confinamento. O número de animais e as estatísticas descritivas para explicar a variação na PLPC após o parto são apresentados na Tabela 1.

Seguindo os critérios de seleção de dados utilizados nesta pesquisa, a mediana de DELPC para mensuração da PLPC foi de 15 dias, sendo que, a produção de leite neste mesmo período foi de 25,40 litros/dia/vaca. O tempo que as vacas permaneceram secas foi de 56 dias. O DEL na lactação anterior foi de 352 dias e produção acumulada na última lactação foi de 8.974 litros de leite.

Vacas de segunda lactação produziram 25,8 litros/dia, na terceira lactação 29,7 litros/dia e animais de quarta ou mais lactações a média foi de 16,3 litros/dia. A frequência de ordenha apresentaram valores médios de produção de 26,5 e 21,0 litros/vaca/dia, respectivamente, quando as vacas foram ordenhas duas ou três vezes ao dia. A média de produção de leite em função do mês do parto variou de 23,0 litros no mês de março até 29,3 litros/d no mês de agosto.

Na Tabela 2 encontram-se as correlações entre a produção de leite no primeiro controle e as variáveis contínuas avaliadas, sólidos do leite e contagem de células somáticas. A produção de leite na lactação anterior (PLLA) apresentou correlação positiva com a PLPC ( $r = 0,27$ ,  $P = <0,0001$ ), assim como com DELPC ( $r = 0,174$ ,  $P = <0,0001$ ). Todas as demais variáveis contínuas não foram estatisticamente significativas. Para aqueles animais em que foram enviadas amostras de leite para análise da composição físico – química e contagem de células somáticas ( $n=462$ ), os resultados mostram uma correlação negativa entre as concentrações de gordura do leite ( $-0,177$ ) e a PLPC ( $P = 0,0164$ ), bem como entre a concentração de proteína ( $-0,135$ ) e a PLPC ( $P = 0,0681$ ). O NUL apresentou correlação positiva com a PLPC. A única variável que não apresentou correlação significativa foi a CCS ( $P = 0,8442$ ).

Tabela 1 – Estatística descritiva (sem ajuste aos fatores) para produção de leite no primeiro controle, dias em leite no primeiro controle leiteiro, dias em leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, período seco, ordem da lactação e frequência de ordenha

Variáveis <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	Mínimo	Mediana	IQ <sup>3</sup>	Máximo
PLPC (L/vaca/d)	1462	2,8	25,4	15,2	75,2
DELPC, d	1462	5	15	15	60
DELLA, d	1462	126	352	145	997
PLLA (L/305d)	1462	1,900	8,974	4,435	20,180
Período Seco	1462	0	56	19	376
Estatística descritiva para PLPC (L/vaca/d)					
Ordem da Lactação					
2° lactação	1381	2,8	25,8	15,4	75,2
3° lactação	32	12,6	29,7	11,5	48,9
4° > lactação	49	3,6	16,3	8,7	23,2
Frequência de Ordenha					
Duas ordenhas	888	2,8	26,5	12,5	75,2
Três ordenhas	574	3,0	21,0	17,0	51,6
Mês do parto					
Janeiro	107	4,0	24,0	13,7	54,2
Fevereiro	119	3,6	23,5	15,9	46,2
Março	119	3,0	23,0	16,1	51,8
Abril	132	3,4	25,0	12,5	51,6
Maio	168	4,0	26,0	14,4	61,8
Junho	136	2,8	26,0	13,2	44,0
Julho	112	3,0	27,4	17,0	52,6
Agosto	121	5,1	29,2	15,9	56,4
Setembro	117	4,2	27,0	14,8	54,6
Outubro	101	5,7	26,0	14,2	49,8
Novembro	104	4,5	23,6	15,9	48,9
Dezembro	126	3,0	25,0	17,0	75,2

<sup>1</sup>PLPC – produção de leite no primeiro controle; DELPC – dias em leite no primeiro controle leiteiro;

DELLA – dias em leite na lactação anterior; PLLA – produção de leite na lactação anterior; 4<sup>a</sup>> lactações – vacas acima da quarta lactação foram agrupadas em uma mesma categoria;

<sup>2</sup>DP – desvio padrão;

<sup>3</sup>CV – coeficiente de variação.

Tabela 2 - Estatística descritiva (sem ajuste aos fatores) para produção de leite no

Variáveis <sup>1r</sup>	Mediana (IQ) <sup>2</sup>	Coeficiente de Correlação	
		PLPC	P-valor
PLPC, L/d <sup>i</sup>	25,4 (15.20)	1.000	–
DELLA, dn	352,0 (145.00)	0,021	0,4292
PLLA, L/305d	8,974.8 (4,435.22)	0,270	<0,0001
Período Seco, d	56,0 (19.00)	-0,005	0,8407
DELPC, di	15,0 (15.00)	0,174	<0,0001
Gordura, %	3,5 (1.21)	-0,177	0,0164
Proteína, %	3,2 (0.53)	-0,135	0,0681
NUL, mg/dL	13,6 (4.90)	0,157	0,0581
CCS, ×1000 cél/mL	98,0 (330.00)	-0,015	0,8442

controle em relação ao mês do parto

<sup>1</sup>PLPC – produção de leite no primeiro controle leiteiro; DELLA – dias em leite na lactação anterior; PLLA – produção de leite na lactação anterior; DELPC – dias em leite no primeiro controle; NUL – nitrogênio ureico do leite expresso em miligramas por decilitros; CCS – contagem de células somáticas.

<sup>2</sup>IQ = intervalo entre quartis.

A mediana das concentrações de gordura foi de 3,5%, seguidos dos valores de concentração de proteína no leite, que foram de 3,2%. Ademais, os valores de NUL tiveram média de 13,6 mg/dL de leite e a contagem de células somáticas foi de 98.000 céls/mL.

Na modelagem estatística final as seguintes variáveis permaneceram como preditoras significantes para explicar a variação na PLPC ( $P = <0,0001$ ): dias em leite no primeiro controle leiteiro, dias em leite na lactação anterior, produção de leite acumulada na lactação anterior, dias secos, ordem da lactação, frequência de ordenha e o mês do parto (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativas ajustadas para dias em leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, período seco, dias em leite no primeiro controle, ordem da lactação, frequência de ordenha e mês do parto

Variáveis <sup>1</sup>	Parâmetro ± EPM <sup>2</sup>	P-valor	Média <sup>3</sup>	IC 95% <sup>4</sup>
Intercepto	10,1 ± 1,92			
DELLA, d	-0,03 ± 0,003	<0,0001		
PLLA, L/305d	0,001 ± 0,0001	<0,0001		
Período Seco	-0,02 ± 0,01	0,0066		
DELPC	0,19 ± 0,02	<0,0001		
Ordem da Lactação		<0,0001		
2° lactação	8,4 ± 1,38		24,87 A	24,36 - 25,38
3° lactação	11,9 ± 2,14		28,35 A	25,07 - 31,63
4° > lactação	.		16,47 B	13,81 - 19,13
Frequência de Ordenha		<0,0001		
Duas ordenhas	4,3 ± 0,51		25,37 A	23,90 - 26,84
Três ordenhas	.		21,09 B	19,55 - 22,64
Mês do parto		0,0003		
Janeiro	-2,7 ± 1,25		22,07 AB	19,88 - 24,26
Fevereiro	-2,6 ± 1,23		22,12 AB	19,97 - 24,27
Março	-4,9 ± 1,22		19,89 B	17,78 - 22,00
Abril	-2,1 ± 1,19		22,64 AB	20,54 - 24,75
Maio	-0,2 ± 1,13		24,55 A	22,53 - 26,57
Junho	-1,0 ± 1,18		23,92 A	21,78 - 26,07
Julho	-0,8 ± 1,24		23,80 AB	21,59 - 26,00
Agosto	0,3 ± 1,21		25,09 A	22,98 - 27,20
Setembro	.		24,76 A	22,58 - 26,94
Outubro	-0,01 ± 1,27		24,75 A	22,54 - 26,96
Novembro	-2,1 ± 1,26		22,69 AB	20,48 - 24,89
Dezembro	-2,3 ± 1,20		22,50 AB	20,35 - 24,64

<sup>1</sup>PLPC – produção de leite no primeiro controle; DELPC – dias em leite no primeiro controle leiteiro; DELLA – dias em leite na lactação anterior; PLLA – produção de leite na lactação anterior; <sup>4</sup>> lactações – vacas acima da quarta lactação foram agrupadas em uma mesma categoria;

<sup>2</sup>Parâmetros estimados do modelo ± erro médio padrão estimado;

<sup>3</sup>Média – valores ajustados pelos métodos dos mínimos quadrados;

<sup>4</sup>Intervalo de Confiança à 95%.

O método de mínimos quadrados ajustados indicou que houve diferença na PLPC para as diferentes lactações (P = <0,0001). Dessa forma, vacas de terceira lactação tiveram maior PLPC (28,35 litros/vaca), porém não se diferiram estatisticamente de vacas que

estavam na segunda lactação. Já os animais de quarta ou mais lactações apresentaram a menor média de PLPC com valores de 16,47 litros/vaca,

Para frequência de ordenha, a realização de duas ordenhas diárias levou a uma maior PLPC ( $p < 0,0001$ ) comparado aquelas fazendas que realizaram três ordenhas diárias (25,37 vs. 21,09 litros/dia/vaca, respectivamente).

Foram observadas diferenças entre os meses de parto sobre a PLPC. Os resultados mostram que o mês de março apresentou os menores valores de produção de leite após o parto (19,89 litros/dia/vaca) quando comparado ao mês agosto ( $p < 0,0001$ ), o qual obteve a maior PLPC.

A equação geral para estimar a PLPC a partir dos parâmetros calculados pelo PROC GLIMMIX do SAS segue abaixo:

$$\begin{aligned} \text{PLPCest} = & 10,08 + (\text{Fator Ordem de Parto}) + (\text{Fator Frequência de ordenha}) \\ & + (\text{Fator Mês do Parto}) - (0,026 \times \text{DELLA}) + (0,0014 \times \text{PLLA}) \\ & - (0,019 \times \text{dias secos}) + (0,19 \times \text{DELPC}) \end{aligned}$$

Onde  $\hat{\mu}$  é o intercepto (10,08), PLPCest é a produção de leite no primeiro controle estimada, DELLA é dias em leite na lactação anterior, PLLA é a produção de leite na lactação anterior e DELPC significa dias em leite no primeiro controle. Esse modelo apresentou uma correlação entre a PLPC estimada e a real (coeficiente de correlação) de  $r = 0,500$ , um erro de predição de 9,28 kg de leite e  $R^2$  de 0,25.

Ao submeter os dados para análise por meio do PROC GLIMMIX, a primeira variável contínua que entrou no modelo foi DELLA ( $P < 0,0001$ ), seguida da PLLA ( $P < 0,0001$ ), dias secos ( $P = 0,0066$ ) e PLPC ( $P < 0,0001$ ). Em relação as variáveis categóricas o modelo indicou a variável frequência de ordenha ( $P < 0,0001$ ), ordem de lactação ( $P < 0,0001$ ) e mês do parto ( $P = 0,0003$ ) como significativas.

A correlação entre as variáveis contínuas, composição do leite e contagem de células somáticas e o índice de transição (IT) são apresentados na tabela 3. A PLPC apresentou correlação positiva forte com o IT ( $r = 0,82$ ,  $P < 0,0001$ ), da mesma forma que DELPC apresentou correlação de magnitude similar, porém negativa com o IT ( $r = -0,83$ ,  $P < 0,0001$ ). As variáveis DELLA, PLLA e dias secos não apresentaram correlação significativa com o IT, porém cabe aqui a descrição de seus valores, que foram  $r = -0,005$ ,  $r = -0,0031$  e  $r = 0,002$ , respectivamente. As variáveis relativas a concentração de gordura, proteína e contagem de

células somáticas não apresentaram correlação com o IT, enquanto foi observado correlação positiva ( $r= 0,0150$ ,  $P= 0,0712$ ) entre as concentrações de NUL com o IT.

Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Spearman entre o índice de transição com dias em leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, período seco, dias em leite no primeiro controle, concentrações de gordura, proteína, nitrogênio ureico do leite e contagem de células somáticas

Variáveis <sup>1</sup>	Coeficiente de Correlação	
	Índice de Transição	P-valor
DELLA, d	-0,005	0,8100
PLLA, L/305d	-0,031	0,1900
Período Seco	0,002	0,9400
DELPC, d	-0,830	<0,0001
PLPC (L/vaca/d)	0,820	<0,0001
Gordura, %	-0,078	0,2951
Proteína, %	-0,052	0,4810
NUL, mg/dL	0,150	0,0712
CCS, ×1000 cél/mL	-0,066	0,3724

<sup>1</sup>DELLA – dias em leite na lactação anterior; PLLA – produção de leite na lactação anterior; DELPC – dias em leite no primeiro controle; PLPC – produção de leite no primeiro controle; NUL – nitrogênio ureico do leite expresso em miligramas por decilitros; CCS – contagem de células somáticas.

A partir dos resultados para predição da PLPC, realizou-se a subtração a PLPC observada pela PLPC estimada para geração do índice de transição. Para avaliar IT em nível de vaca, optou-se por utilizar a mediana como medida de tendência central afim de evitar que valores extremos pudessem levar a interpretações equivocadas dos resultados. Dessa forma, a mediana geral para o IT em nível de vaca foi de +0,02, sendo que os valores máximos foram de 29,26 kg e valores mínimos de -51,4 kg (Tabela 5). É importante salientar que dos 1.462 animais avaliados, 49,79% das vacas tiveram IT negativo e 50,21% dos animais IT positivo.

A mediana do IT para vacas de segunda lactação foi de +0,01 kg, as quais foram os animais que apresentaram a maior variação entre os valores mínimos e máximos (-51,4 vs. 29,26 kg, respectivamente). Vacas que estavam na terceira lactação apresentaram mediana do IT de 0,4 kg, enquanto que vacas de quarta ou mais lactações tiveram mediana de 0,28 kg de leite. Em relação a frequência de ordenha, vacas que foram ordenhadas duas vezes ao dia, tanto na lactação anterior como na lactação atual, apresentaram valores do IT negativos (-0,2 kg). Já vacas ordenhadas três vezes ao dia, tiveram IT melhor, com mediana de 0,78 kg.

Tabela 5 - Estatística descritiva para o índice de transição em nível de vaca referente a ordem de lactação, frequência de ordenha e mês do parto

Variáveis	N <sup>1</sup>	Mínimo	Mediana	IQ <sup>2</sup>	Máximo
Índice de Transição	1462	-51,04	0,02	12,29	29,27
Ordem da Lactação					
2° lactação	1381	-51,04	0,01	12,52	29,27
3° lactação	32	-19,84	0,40	9,16	14,90
4° > lactação	49	-19,67	0,28	8,34	15,99
Frequência de Ordenha					
Duas ordenhas	888	-51,04	-0,20	10,34	23,78
Três ordenhas	574	-29,35	0,78	15,60	29,27
Mês do parto					
Janeiro	107	-35,18	-0,14	13,85	21,38
Fevereiro	119	-19,89	0,54	14,08	23,28
Março	119	-29,85	0,19	12,62	23,56
Abril	132	-29,35	-0,29	10,84	20,20
Maiο	168	-30,14	0,56	11,37	23,78
Junho	136	-17,18	-0,27	10,56	21,40
Julho	112	-21,65	-0,49	12,68	23,39
Agosto	121	-21,11	-0,91	12,97	18,89
Setembro	117	-21,78	0,53	11,68	20,63
Outubro	101	-20,45	-0,53	11,69	20,83
Novembro	104	-25,52	0,07	12,47	29,27
Dezembro	126	-51,04	1,63	13,24	17,64

<sup>1</sup>Número de observações;

<sup>2</sup>Intervalo entre quartis.

Tabela 6 – Estatística descritiva para o IT em nível de rebanho

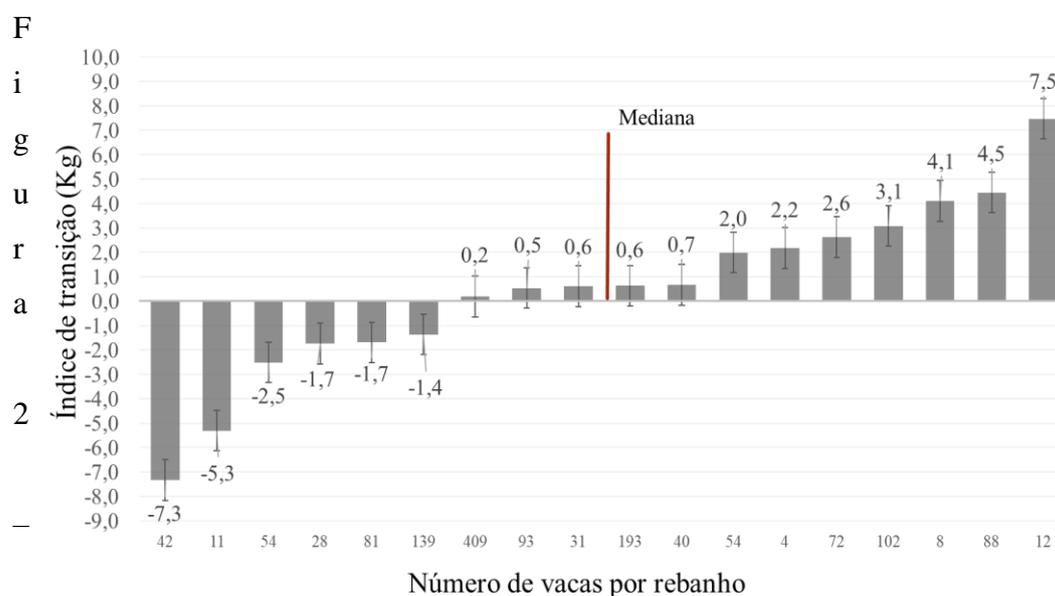
Variáveis	N <sup>1</sup>	Minímo	Mediana	IQ <sup>2</sup>	Máximo
Índice de Transição	18	-7,34	0,62	4,32	7,47
Frequência de Ordenha					
Duas ordenhas	15	-7,34	0,67	4,78	7,47
Três ordenhas	3	-1,74	0,18	2,27	0,53

<sup>1</sup>N = Número de observações;

<sup>2</sup>IQ = Intervalo entre quartis.

O IT em nível de rebanho (Tabela 6), calculado a partir dos valores individuais dos ITs das vacas, mostrou que o melhor rebanho teve índice de 7,47 kg, enquanto que o rebanho com o menor IT obteve valores de -7,34 kg. O valor mediano obtido do IT foi de 0,62. A partir dos dados de IT em nível de rebanho também foi possível observar que nas fazendas as quais são realizadas duas ordenhas diárias, o IT foi superior aquelas vacas que foram criadas em fazendas as quais foram realizadas três ordenhas.

Na Figura 2 é ilustrado a distribuição dos controles leiteiros de acordo com o valor do IT em nível de rebanho.



D

istribuição dos controles avaliados de acordo com o índice de transição

Dos 18 rebanhos avaliados, seis deles apresentaram mediana do IT com valores negativos (33% dos rebanhos). Destes, o maior rebanho contava com 139 controles leiteiros e o menor com 11 controles. Os outros rebanhos apresentaram IT com mediana positiva. O maior rebanho contou com 409 controles leiteiros (IT= +0,2), enquanto que o rebanho que teve a melhor mediana (IT= +7,47) forneceu informações de 12 animais.

## 6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi elucidar os principais fatores que podem ter influência sobre a produção de leite no primeiro controle em vacas Holandesas de rebanhos leiteiros das principais regiões produtoras de leite no Brasil. Além disso, a partir da PLPC estimada, construir e avaliar um índice de monitoramento do período de transição dos rebanhos leiteiros.

A análise descritiva dos dados mostrou que a mediana da PLPC dos animais avaliados foi de 25,4 litros, sendo essa variável mensurada aos 15 dias de lactação após o parto. Esses resultados, em conjunto com média de produção de leite na última lactação (8.974 L/305d) mostram a eficiência dos rebanhos que foram utilizados neste estudo, isto por que os valores obtidos se encontram bem acima da média de produção brasileira, que segundo o IBGE (2017) é de 1,7 kg/vaca/dia e uma produção média de 1.241 kg de leite em uma lactação inteira.

Em termos de primeiro controle leiteiro, observa-se o grande potencial de produção dessas vacas, já que, seguindo o fluxo tradicional de uma curva de lactação, essas vacas ainda não atingiram o pico de produção. De acordo com Dematawewa et al. (2007), o pico de lactação ocorre em média entre os 50 a 60 dias após o parto para vacas de raça Holandesa, sendo que os diversos trabalhos da literatura relatam produções de leite em torno de 35,0 kg no ponto mais alto da curva (Tekerli et al., 2000; Cobucci et al., 2004; Dematawewa et al., 2007).

O controle leiteiro realizado em média aos 15 dias, está abaixo da média aritmética (DELPC = 32,5 dias) dos limites estipulados na metodologia do trabalho (5 até 60 dias). Este resultado é interessante, pois a diminuição da produção de leite é um dos sinais mais importantes para perceber que problemas estão acontecendo. Dessa forma, quanto antes as alterações em produção de leite após o parto forem observadas, maior serão as chances de diagnosticar problemas precocemente, principalmente doenças que se apresentam de forma subclínica (Ostergaard e Grohn, 1999).

Fleischer et al. (2001) relatam que os principais distúrbios metabólicos em vacas Holandesas mostram seus efeitos em média até o 27º dia após o parto. Ostergaard e Grohn, (1999) mostraram que a maioria dos distúrbios metabólicos ocorrem até os primeiros 30 dias após o parto, com destaque para hipocalcemia e retenção de placenta (de zero até 48 horas após o parto), deslocamento de abomaso (18 dias após o parto) e cetose (34 dias após o parto).

A mediana de dias secos neste estudo foi de 56 dias. O período seco é conhecido como o intervalo entre lactações no qual as vacas ficam sem serem ordenhadas em preparo a uma nova lactação (Bachman e Schairer, 2003). A secagem das vacas envolve um processo em nível celular e hormonal de involução da glândula mamária e posterior renovação do epitélio secretor que terá efeito na próxima lactação, por isso, o tempo em que os animais permanecem secos é muito importante nesta preparação (Capuco et al., 1997). Normalmente, este período tem duração de 60 dias, porém é comum observar períodos secos de 45 dias, dependendo das condições de manejo de cada fazenda (Sorensen e Enevoldsen, 1991; Makuza e McDaniel, 1996; Gulay et al., 2003).

Relatos da literatura mostram que períodos secos longos (acima de 70 dias) são prejudiciais para as vacas, pela tendência que esses animais têm em acumular reservas corporais e isso resulta em problemas metabólicos após o parto. Outros trabalhos mostram que períodos secos curtos, também não são indicados, pois levam a menor produção de leite na lactação seguinte em função do pouco tempo para renovação do epitélio mamário e restabelecimento do escore de condição corporal ideal para o parto (Capuco et al., 1997; Remond et al., 1997; Wilde et al., 1997).

Apesar dos resultados animadores encontrados até o momento, os rebanhos avaliados não se mostraram eficientes em terminar sua lactação no período desejável. A mediana de PLLA foi de 356 dias em leite. Tradicionalmente, o período médio de lactação em rebanhos especializados é de 305 dias ou dez meses (Groenewald e Viljoen, 2003). Nesses rebanhos, em função da dificuldade em manter o período de serviço entre 90 e 150 dias é comum ter a extensão do período de lactação. Dessa forma, fica claro que problemas de ordem reprodutiva acometeram esses animais.

A baixa eficiência reprodutiva causa prejuízos por reduzir o número de animais para reposição, reduzir o progresso genético e aumentar o intervalo entre partos (Santos et al., 2010), assim como observado nesse trabalho. Além disso, vacas que permanecem por longos períodos em lactação tendem a aumentar demasiadamente o escore de condição corporal e isso predispõe os animais a maior ocorrência de distúrbios pós-parto (LeBlanc et al., 2009). Essas doenças afetam o retorno da função cíclica dos ovários, fertilidade, manutenção da gestação e, por consequência, prejudicam o retorno adequado ao ciclo estral e a vaca tem sua lactação estendida (Sheldon et al., 2009).

Os resultados mostraram que quanto maior a produção de leite na lactação anterior, maior é a produção de leite no primeiro controle após o parto. Trabalhos publicados na literatura (Welper e Freeman, 1992; Samoré et al., 2016) mostram que, a repetibilidade da

produção de leite em lactações subsequentes está próxima de 0,6. De fato, vacas mais produtivas em uma lactação prévia, tendem a ter uma expectativa de maior produção na próxima lactação. Além disso, neste estudo foram avaliadas vacas em ordem de lactação crescentes, cuja a produção de leite tende a aumentar a partir da segunda até a quarta lactação (Mellado et al., 2011).

Ademais, Coelho (2004) relata que, os problemas ocorridos na lactação anterior das vacas, como mastite e cetose, representam menos de 6% da variação na produção de leite na sua próxima lactação. Apesar dessas variáveis não terem sido avaliadas neste estudo parece que, apesar das vacas poderem ter passado por algum tipo de problema na lactação anterior, isso não teve impacto sobre a produção de leite no primeiro controle.

O DELPC também apresentou correlação positiva com a PLPC. Dessa forma, quanto maior for o tempo para realizar a pesagem do leite após o parto, maior será a produção de leite. Sabe-se que uma curva de lactação típica apresenta uma fase crescente, a qual se estende em média até os 35 dias após o parto, mas que pode variar em virtude de diversos fatores, como raça, local e época do parto (Tekerli et al., 2000; Cobuci et al., 2004), uma fase de pico de lactação, na qual a vaca expressa a sua produção máxima de leite e a fase de declínio da produção de leite, chamada de persistência de lactação (Cobuci et al., 2004).

Assim, os resultados encontrados, seguem a tendência de uma curva de lactação normal para vacas de raça Holandês, além disso, como o banco de dados foi limitado em DEL de 5 até 60 dias, com mediana de 15 dias em leite, aqueles animais com maior DELPC, também estão mais próximos da sua produção máxima diária. Esses resultados vão de encontro ao trabalho realizado por Poncheki (2015), no qual o DEL no primeiro controle apresentou correlação positiva com a PLPC na magnitude de 0,28.

A duração da lactação anterior (DELLA) não apresentou correlação com a PLPC. Knight (1988) relata que existe um interesse por parte dos produtores em estender a lactação das vacas, principalmente aquelas com alta produtividade e que tem problemas reprodutivos. O aumento de dias em leite em uma lactação é baseado em estender a persistência de lactação da vaca. Conforme Jakobsen et al., (2000), a persistência de lactação está diretamente relacionada com aspectos econômicos da atividade leiteira, pois pode contribuir para redução dos custos do sistema de produção. Isso está associado em parte a redução dos custos com alimentação concentrada, que pode ser substituída pela alimentação volumosa e também pela produção adicional de leite.

No entanto, Cobuci et al., (2004) relatam que a persistência de lactação é uma característica de moderada herdabilidade e pouco correlacionada com a produção de leite até

os 30 primeiros dias de lactação, conforme observado neste trabalho. Thaler Neto et al., (1996) observaram que, vacas paridas no verão apresentam lactações mais longas que aquelas paridas na primavera, mas isso não determinou diferenças significativas na produção de leite na próxima lactação. Poncheki (2015) obteve correlação de 0,05 entre essas duas variáveis, ou seja, quase inexistente.

O período seco também não apresentou correlação com a PLPC, apesar dos modelos generalizados mistos terem selecionados essa variável para explicar a variação da PLPC. Esse resultado é bastante intrigante, pois a maioria dos trabalhos mostram que a secagem quando realizada de forma correta e com o número de dias ideais (entre 45 até 60 dias) resulta no aumento da produção de leite na próxima lactação, conforme já discutido anteriormente. São encontrados poucos trabalhos na literatura que correlacionam o período seco com a PLPC. No entanto, resultados similares a esta pesquisa foram encontrados por Poncheki (2015) que mostrou correlação quase ausente entre o número de dias secos e a PLPC ( $r = -0,03$ ) utilizando aproximadamente 94.000 controles leiteiros.

Existe uma linha de pesquisa que estuda os efeitos do encurtamento ou a ausência do período seco. Grummer e Rastani (2004) concluíram que o período não afetou significativamente a produção de leite na próxima lactação e recomendam que as vacas podem ser manejadas com curtos ou ausentes períodos secos em lactações consecutivas.

Em outro trabalho, Coelho (2004) destaca que o ECC na secagem se mostrou mais importante que a duração do período seco, variável que não foi avaliada no presente trabalho. Nesses trabalhos, os efeitos do período seco são observados em estágios mais avançados da lactação, porém em nosso trabalho a produção de leite foi aferida com média de 15 dias. Talvez esse motivo, não possibilitou que a correlação entre o período seco e a PLPC fosse observada. Por essa razão, o impacto desse fator não deve ser analisado isoladamente, visto que, uma série de outros fatores como mastite e escore de condição corporal não aferidos e a associação desses, pode ter contribuído para os resultados encontrados.

Do total de 1.462 animais aptos a participarem deste trabalho, foram realizadas análises de composição e CCS do leite de apenas 461 vacas. As médias de gordura e proteína encontradas foram semelhantes aos valores relatados por Rennó et al. (2006) quando avaliaram a composição de leite de vacas aos 15 dias de lactação. Os resultados mostraram também que as concentrações de gordura e proteína do leite diminuíram a medida que a produção de leite aumentou, resultados também encontrados por Poncheki (2015).

Já está bem estabelecido na literatura a relação inversamente proporcional entre esses compostos com a produção de leite. O aumento da concentração de proteína no leite é uma

tarefa bastante difícil, visto que as estratégias nutricionais para aumentar suas concentrações também implicam no aumento na produção de leite causando um efeito de diluição. Por essa razão, ganhos na concentração da proteína do leite não ultrapassam valores no padrão de 0,2 até 0,6%.

Aproximadamente 40 a 60% dos ácidos graxos encontrados no leite de vaca vem do sangue e isso varia conforme o estágio fisiológico dos animais (Noro, 2001). Vacas no pós-parto estão em BEN e mobilizam uma grande quantidade de suas reservas energéticas no intuito de manter a produção de leite. Grande parte dessa gordura, é destinada a glândula mamária e não é incomum ocorrer aumentos desse composto nas semanas posteriores ao parto (Drackley, 1999).

No entanto, o que se observa, é que ocorre uma alteração no perfil de ácidos graxos do leite enquanto as vacas encontram-se em BEN e não propriamente aumentos na gordura do leite, uma vez que, as vacas estão totalmente estimuladas a aumentar sua produção de leite, causando, assim como acontece com a proteína, um efeito de diluição dos compostos.

A contagem de células somáticas não apresentou correlação com a PLPC. Diversos trabalhos na literatura mostram a relação entre o aumento na CCS e perdas em produção de leite (Coldebella et al., 2003; Ruegg e Pantoja, 2013; Busanello et al., 2017a). No entanto, grande parte desses trabalhos não quantificam a CCS no início da lactação, visto que, logo após o parto é comum encontrar valores de CCS acima de 1.000.000 céls/mL e em torno dos dez dias após o parto, esses valores descessem a patamares de 100.000 céls/mL (Ruegg e Pantoja, 2013). A CCS elevada logo após o parto é fruto de uma infecção intramamária causada principalmente por microrganismos ambientais, os quais se valem da supressão do status imune das vacas nesse período.

A partir do diagnóstico do nível de CCS das vacas é possível classifica-las como saudáveis ou doentes (Busanello et al., 2017b). De acordo com a literatura, o limite de 200.000 céls/mL de leite é considerado ideal para identificar uma vaca infectada por mastite subclínica, pois leva em consideração a boa sensibilidade e especificidade do teste para esse limite (Dohoo e Leslie, 1991). No entanto, não é incomum encontrar trabalhos brasileiros com valores médios de CCS do tanque acima desse limite, à qual é afetada pela CCS individual de vacas, o que ilustra a baixa qualidade do leite em nosso país.

Busanello et al. (2017a) realizaram o estudo mais amplo já publicado com dados brasileiros e encontraram média geométrica de 382.000 céls/ mL, valores considerados baixos para os padrões nacionais, visto que a maioria das pesquisas apresentam valores médios acima de 500.000 céls/mL. Assim, a ausência de correlação entre a PLPC e CCS encontrados neste

trabalho, pode ser explicada pela mediana de CCS (98.000 céls/mL), os quais ainda não quantificam perdas produtivas (Ruegg e Pantoja, 2013) e poderiam ser normais para vacas aos 15 dias de lactação em sistemas de produção no Brasil.

A partir da análise dos dados foi possível observar correlação entre as concentrações de NUL e a PLPC. O valor de NUL encontrado foi de 13,6 mg/dL, o que está dentro do intervalo do padrão recomendado na literatura (10 até 16 mg/dL) (Jonker et al., 1998). Além disso, os resultados mostram que, à medida que a produção de leite aumenta, as concentrações de NUL tendem a aumentar também. Esse fato pode estar associado a diversos fatores, entre eles o uso ineficiente da proteína que chega ao rúmen via dieta, resultando em grande quantidade de amônia no rúmen.

Relatos na literatura sugerem que valores elevados de NUL são devidos ao desbalanceamento das dietas, ligados principalmente ao excesso de proteína degradável no rúmen (PDR) ou falta de carboidratos não fibrosos (amido) (Raboisson et al., 2017). Dessa maneira, a manipulação desses componentes da dieta poderia melhorar a eficiência do uso do nitrogênio pelos microrganismos ruminais afim de evitar a alta excreção desse composto no leite.

Nesse contexto é importante relatar que o manejo nutricional de vacas em transição no Brasil ainda é bastante negligenciado nas propriedades. Durante este período, em função da diminuição do consumo de matéria seca, é importante que se eleve os níveis de energia e proteína da dieta. Assim, a exigência de energia líquida de lactação deve ser aumentada de 1,32 Mcal/kg (60 a 21 dias antes do parto) para 1,52 Mcal/kg (21 dias antes do parto) e as exigências proteicas de 10% de proteína bruta para 12,5% de proteína bruta (NRC, 2001). Esse manejo é importante principalmente para adaptação das vacas para uma dieta de lactação no que diz respeito ao desenvolvimento adequado de papilas ruminais para absorção dos nutrientes.

Além disso, os valores de NUL também são alterados pelo consumo de matéria seca e pelo balanço energético do animal. Dessa forma, um balanço energético melhor pode resultar em aumento da produção de leite e na diminuição do NUL (Roseler et al., 1993). Neste trabalho, todos os animais avaliados ainda estavam sob efeito do BEN, o que também pode ter contribuído para os resultados encontrados. Além desses fatores, o excesso de proteína na dieta pós-parto, quando não existe uma população adequada a nova dieta, pode levar a menor degradação dos compostos proteicos e um excesso de amônia no rúmen, o que também pode levar a aumentos de NUL.

O método dos mínimos quadrados ajustados indicou que, a produção de leite no primeiro controle foi influenciada pela ordem de lactação das vacas ( $P < 0,0001$ ). Nesse contexto, as vacas que estavam na terceira lactação produziram mais leite no primeiro controle, do que vacas que estavam na quarta ou em número de lactação maior. Contrário a isso, não foi observada diferença na PLPC entre vacas de segunda e terceira lactação.

Diversas pesquisas ao longo dos anos foram realizadas avaliando os efeitos do número de lactações sobre a produção de leite das vacas após o parto (Ray et al., 1992; Arbel et al., 2001; Cilek, 2009; Mellado et al., 2011). No entanto, existe pouca informação com relação à produção no primeiro controle leiteiro. Todos os estudos mostraram que a produção de leite aumentou conforme o avanço no número de partos e é maximizada na terceira ou quarta lactação.

Este efeito ocorre em função do desenvolvimento e tamanho do úbere (Davis e Hugson, 1988) com consequente aumento no número de células secretoras (Sorensen et al., 2006). Outras razões para o aumento na produção de leite em função da ordem de lactação são diferenças no controle da mobilização de tecido adiposo entre vacas primíparas e multíparas (Wathes et al., 2007), menor consumo de matéria seca em função da amplitude do BEN (Dado e Allen, 1994) e também o tamanho corporal de vacas com maior número de partos.

Mellado et al. (2011) mostraram que a produção de leite estimada para 305 dias de lactação foi 17% maior para vacas de segunda lactação do que para os animais de primeira lactação e, ainda, vacas de terceira lactação produziram 5,5% a mais que vacas de segunda lactação. Outro resultado interessante foi relatado por Vijayakumar et al. (2017), os quais avaliaram a produção de leite em diferentes estágios de lactação das vacas. Eles concluíram que a produção máxima de leite aconteceu na terceira lactação entre 55 e 90 dias e que não foi possível observar diferenças na produção de leite durante a fase inicial da curva de lactação.

Apesar de não ter sido observada diferença estatística entre a PLPC de vacas na segunda ou terceira lactação, numericamente, as vacas mais velhas (terceira lactação) produziram 12,27% ou 3,50 kg a mais de leite no primeiro controle do que as vacas de segunda lactação, corroborando com os resultados encontrados na literatura. Além disso, o número médio de dias para realização do primeiro controle foi de 15 dias, o que mostra que diferenças na produção de leite podem ser encontradas quando a lactação se encontra em estágio avançado, principalmente quando a curva de lactação chega ao seu pico (Vijayakumar et al., 2017).

Na maioria dos sistemas modernos de produção de leite, as vacas são ordenhadas duas vezes ao dia. No entanto, em sistemas intensivos é comum que as vacas sejam

ordenhadas mais frequentemente, particularmente, em sistemas automáticos de ordenha (Stelwager et al., 2013). Neste sentido, diversos estudos mostraram que aumentar a frequência de ordenha de duas para três ou quatro vezes ao dia gera incremento de 10 a 20% na produção de leite (Erdman e Vagner, 1995; Bernier – Dodier, 2010; Vijayakumar et al., 2017).

Segundo Stelwagen (2001) e Bernier–Dodier (2010), o aumento na produção de leite em função da realização de ordenhas mais frequentes ao longo do dia pode ser explicada pela interação de diversos mecanismos físicos, hormonais e fisiológicos. Estes mecanismos estão associados com uma maior liberação de prolactina, atividade enzimática, esvaziamento dos alvéolos mamários e, maior remoção do fator inibidor de liberação de prolactina leite, que regula a secreção deste leite. Outro fato importante é que a medida que o leite se acumula nos alvéolos e nos ductos mamários, há aumento da pressão interna e diminuição na taxa de secreção do leite, desta forma, a regularidade do intervalo de ordenha permite maiores produções de leite.

O teste de comparação de médias do presente estudo, mostrou que a realização de duas ordenhas diárias até o décimo oitavo dia de lactação promoveu maior produção de leite que aquelas vacas que foram ordenhadas três vezes ao dia.

Segundo Wilde et al. (1997) e Bernier–Dodier et al. (2010) existem evidências de que a utilização de três ordenhas durante longo período de tempo resulta no aumento do parênquima mamário e, conseqüentemente, ao aumento da quantidade de células secretoras ao longo da lactação, o que é importante para capacidade produtiva do animal. Este fato foi comprovado por Wilde et al. (1987), os quais mostraram que após 37 semanas realizando três ordenhas diárias em cabras o número de células secretoras foi maior do que naquelas glândulas ordenhas duas vezes ao dia.

Wilde et al. (1987) sugerem que, efeitos de curto prazo no aumento da secreção do leite são pequenos e se dão por causa do aumento da atividade das células secretoras em função da alteração da atividade de enzimas chaves específicas da célula mamária, como acetil CoA carboxilase e galactosiltransferase (Wilde et al., 1996). Knight et al. (1988) propuseram distinguir três fases por meio das quais a glândula mamária evolui para se adaptar ao aumento ou diminuição da frequência de ordenha: uma fase aguda, que envolve mecanismos de inibição do feedback da lactação, vazamento da zônula oclusiva e início da apoptose, as quais ocorrem nas primeiras 24 horas, uma segunda fase de curto a médio prazo a qual a glândula se adapta a atividade enzimática superior e que pode demorar de dias até semanas, e por fim, uma fase de longo prazo em que se observa alterações no parênquima mamário ou número de células secretoras.

Apesar dos resultados encontrados estarem em contradição com a maioria dos trabalhos publicados na literatura, em função do primeiro controle ter sido realizado com média de 15 dias de lactação, talvez o tempo fisiológico para glândula mamária se adaptar à nova rotina de ordenha possa explicar o fato de que não foram encontrados resultados positivos quando a terceira ordenha foi realizada. Além disso, apenas três rebanhos avaliados realizam o manejo de três ordenhas por dia, o que pode ter contribuído para menor média de produção, visto que tais rebanhos podem ter animais menos produtivos que aqueles que realizam duas ordenhas. Por isso, tais resultados devem ser analisados com cautela e talvez mais informações a respeito do sistema de manejo e dos animais sejam necessárias para explicar tal acontecimento.

As mudanças periódicas de ambiente ao longo do ano têm efeito direto sobre a produção de leite do animal, principalmente pela diminuição do consumo de matéria seca, qualidade do alimento e as condições de conforto térmico (Ravagnolo et al., 2000; Ferreira et al., 2006).

Os resultados deste estudo mostraram que vacas que pariram nos meses de maio, junho, agosto, setembro e outubro apresentaram maior PLPC. Vacas que pariram no mês de março tiveram a menor PLPC, porém esse resultado não diferiu estatisticamente dos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, abril e julho.

O estudo de Teixeira et al. (2003) no estado de Minas Gerais, mostrou que vacas que pariram nos meses de setembro e outubro produziram 3 kg a mais de leite que animais que pariram no mês de abril, o qual obteve os piores resultados. Coelho (2004) observou que vacas que pariram no verão, criadas em sistema de confinamento, tiveram menor produção de leite no pico de lactação. Barbosa et al. (1999) mostraram que vacas com lactação iniciada entre janeiro e março foram as menos produtivas assim como encontrado neste estudo.

Um fato que deve ser considerado é que a susceptibilidade de bovinos ao estresse calórico aumenta à medida que a umidade relativa e a temperatura ultrapassa a zona de conforto térmico dificultando a dissipação de calor, aumentando a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho produtivo após o parto e em toda lactação (Collier, Dahl e VanBaale, 2006). Assim, animais expostos a estresse ambiental necessitam realizar adaptações metabólicas, as quais incluem alterações no metabolismo basal, no equilíbrio ácido-básico, na fermentação ruminal e função endócrina.

Observa-se que, quanto mais desafiador é o ambiente e a pressão de seleção sobre os animais mais produtivos, também maior são as alterações nas funções endócrinas das vacas e os mecanismos de utilização dos nutrientes pela glândula mamária, de forma a priorizar a

produção. O sistema endócrino, juntamente com os sistemas nervoso e imune desempenham um papel importante na regulação metabólica e partição de nutrientes principalmente quando o ambiente no qual esse animal vive apresenta grandes desafios.

Essas alterações fisiológicas são ainda mais importantes para vacas em início de lactação já desafiadas metabolicamente pelos efeitos do BEN e do baixo consumo de matéria seca (LeBlanc et al., 2009). Apesar das vacas avaliadas, serem criadas em sistemas de confinamento, onde se presume que o ambiente está sob maior controle ambiental com o uso de ventiladores e aspersores, ainda assim percebeu-se efeitos do ambiente externo sobre a PLPC.

As variáveis DELLA, PLLA, DELPC, dias secos, ordem da lactação, frequência de ordenha e mês do parto foram significativas no modelo empregado para gerar uma PLPC estimada, a qual foi utilizada para obtenção do índice de transição. A PLPC estimada teve uma boa correlação com a PLPC observada ( $r = 0,500$ ).

É importante relatar que os problemas que ocorrem durante o período de transição são multifatoriais (Drackley, 1999) e diversos outros aspectos não avaliados neste trabalho são responsáveis pela variação dos eventos que ocorrem durante esse estágio fisiológico das vacas. As variáveis avaliadas em conjunto neste experimento estão associadas a 25% da variação da produção de leite no primeiro controle, fato este bastante representativo, visto a dificuldade a qual se tem em gerar informações consistentes a respeito do assunto.

Foi observado que a PLPC tem alta correlação com o IT. Esse fato já era esperado, visto que essa foi a variável utilizada para geração desse indicador. Do mesmo modo, espera-se que vacas com maior PLPC tenham melhor IT. A variável DELPC teve correlação negativa com o IT. Ao criar um índice para avaliar o período de transição, o grande objetivo é que se consiga a partir disso, observar sinais de diminuição da produção de leite de forma rápida, antes que os sinais clínicos de doenças sejam identificados, no sentido de propor soluções para os problemas. Nesse sentido, essa correlação mostra que quanto menor forem os dias para geração das informações do IT será mais fácil observar alterações na produção de leite.

Seguindo a discussão dos dados, a mediana geral do IT em nível de vaca foi de +0,02 kg de leite e em nível de rebanho foi de +0,62 kg. Esses resultados devem ser interpretados com entusiasmo, pelo fato que as vacas apresentaram expectativa de ganhos em produção de leite no primeiro controle, ilustrando que o manejo do período de transição desses rebanhos está adequado (Nordlund, 2006). No entanto, deve se ressaltar que apesar da mediana apresentar valores positivos, 49,79% das vacas avaliadas tiveram o IT negativo, ou seja, esses

animais estão tendo perdas de produção no primeiro controle leiteiro, o que sinaliza um alerta para que melhorias no manejo do período de transição sejam realizadas.

Nordlund (2006) em seu estudo, utilizou cerca de 500.000 controles leiteiros de vacas oriundas de 4.000 rebanhos no meio oeste americano, obteve um índice de transição, chamado de Transition Cow Index (TCI) de -18 kg/vaca ao avaliar a projeção de produção de leite para 305 dias de lactação. Ao realizar um trabalho parecido em condições brasileiras, Poncheki (2015) observou um TCI médio de -0,283 kg.

É importante salientar, que o trabalho realizado por Nordlund (2006) foi pioneiro na tentativa de avaliar o período de transição de vacas leiteiras utilizando a metodologia de subtração da PLPC estimada com a PLPC observada. As equações que geraram esse índice foram patenteadas e são utilizadas em nível comercial nos Estados Unidos e por isso poucos dados são publicados na literatura, dificultando essa discussão.

Informações oficiais da AgSource<sup>®</sup>, empresa americana que comercializa o TCI, revelam que para cada unidade de TCI existe ganhos ou perdas de 1,27 kg de leite por vaca. Utilizando como exemplo o rebanho com o maior número de animais encontrado neste trabalho, o qual obteve IT igual a +0,2 kg (n= 409 animais) e tomando como base os valores de conversão de unidades do TCI propostos, ao se multiplicar o número de vacas pela mediana do IT em nível de rebanho (0,2 kg x 409 vacas x 1,27 kg de leite), chega-se em um resultado de uma produção esperada de +103,88 kg/dia de leite. Contrário a isso, o rebanho com o menor IT (-7,3 kg), no qual foram avaliadas 42 vacas, a partir do mesmo modo de cálculo realizado anteriormente, resultou em expectativa de perdas de 389,40 litros/dia.

Os valores encontrados em perda de produção no início da lactação são preocupantes por diversos motivos. Primeiramente, pelo fato que perdas em produção resultam na diminuição da renda do produtor. Nesse contexto, deve-se considerar que a margem de lucro do produtor de leite no Brasil é bastante baixa e o volume de produção se faz bastante importante para o aumento da margem líquida. Ademais, diversos estudos foram realizados mostrando que alterações na produção de leite foram associados a desordens metabólicas e digestivas após o parto (Osteergard e Grohn, 1999; Edwards e Tozer, 2004).

Edwards e Tozer (2004) observaram perdas em produção de leite em curto prazo para quatro distúrbios metabólicos analisados. Esses autores relatam redução de 9 kg/dia na produção de leite de vacas diagnosticadas clinicamente com cetose após o sétimo dia em lactação e o deslocamento de abomaso foi a doença que mais resultou em perdas, devido principalmente ao fato que o tratamento é realizado por meio cirúrgico. Além disso, foi

possível observar neste trabalho que as vacas começam a diminuir a produção de leite em média uma semana antes do diagnóstico das doenças.

Lukas et al., (2015) desenvolveram modelos de predição da produção de leite no início da lactação semelhantes ao presente trabalho chamado Transition Success Measure (TSM). Por meio da diferença entre a produção de leite nos primeiros sete dias de lactação observada e a modelagem de uma produção calculada foi possível com sucesso prever se as vacas se manteriam saudáveis até os primeiros 21 dias de lactação e a probabilidade de descarte aos 100 dias em leite.

Os dados obtidos em nosso trabalho, não podem ser utilizados para diagnóstico de qualquer distúrbio metabólico, porém, servem como um gatilho para observar que problemas no período de transição podem estar acontecendo, assim como preconiza os trabalhos publicados por Nordlund (2006) e Poncheki (2015). Para que os resultados sejam interpretados de forma correta, recomenda-se observar valores da mediana em nível de rebanho e a proporção de valores positivos ou negativos.

Os dados relativos ao IT quando avaliado nos animais agrupados pela ordem de lactação revelam que vacas de segunda lactação apresentaram os menores ganhos em PLPC (IT= + 0,01). Estes resultados podem estar associados ao fato que nesta categoria, foram encontradas as vacas com as menores medianas (IT mínimo= -51,4). Essas informações devem ser avaliadas com bastante cautela, pois problemas durante o período de transição dessas vacas podem estar acontecendo. Um fato preocupante no contexto de vacas de segunda lactação, é que essa será a primeira vez que elas irão produzir leite com a glândula mamária em seu pleno desenvolvimento e se espera que elas tenham todas as condições para explorar seu máximo desempenho.

Hansen, Friegens e Hejsgaard (2006) mostraram que vacas de segunda lactação no pós-parto, tem uma aceleração da curva de lactação mais rápida que vacas de terceira, quarta ou maiores lactações e por isso esses animais têm demanda energética maior no início da lactação que as demais vacas. Cabe aqui dizer que, apesar de todas as vacas nesse período fisiológico passarem por um déficit energético (BEN), a quantidade de energia requerida por essas vacas é ainda maior, o que as coloca em grupo de risco para desenvolvimento de distúrbios metabólicos. Dessa maneira, uma forma de minimizar esses impactos é dar maior atenção ao manejo nutricional no pré parto afim de evitar que resultados como os encontrados em nosso trabalho aconteçam.

O IT em nível de vaca mostrou que vacas ordenhadas duas vezes ao dia tiveram produção abaixo do esperado (IT = -0,2), enquanto que a mediana geral em nível de rebanho

apresentou valores positivos de quase uma unidade (+0,62 kg). Por isso, esses resultados não devem ser interpretados de forma isolada. Ao analisarmos a PLPC estimada, observamos valores mais elevados para as vacas ordenhadas três vezes ao dia. No entanto, essa informação ao ser utilizada para compor o IT revelou problemas específicos de vacas no rebanho. Esse resultado é importante, pois serve como outro alerta para que o IT não seja avaliado somente em nível de rebanho, mas que sejam observados animais individual que possam estar com algum tipo de distúrbio que possa estar comprometendo a sua produção de leite.

### **6.1. Limitações**

Neste estudo, os dados utilizados foram obtidos a partir de informações coletadas pelos gerentes/funcionários das fazendas avaliadas e que são armazenadas no software Agenda 5.0 da Clínica do Leite e por isso não foi possível realizar o controle adequado para obtenção de dados com menor variabilidade. Além disso, poucos rebanhos forneceram todas as informações necessárias para torna-los aptos a participarem desse estudo, o que limita a inferência dos resultados obtidos. Poucos rebanhos apresentavam informações sobre composição do leite e contagem de células somáticas, o que acabou limitando a exploração dos dados, então optou-se apenas por estudar a correlação destes compostos com a PLPC. Talvez a utilização destas informações poderia melhorar a resposta encontrada no modelo gerado para previsão de PLPC.

Além disso, o índice de transição gerado neste trabalho é recomendado para avaliar vacas Holandesas criadas em sistema de confinamento e para rebanhos que realizam a coleta adequada dos dados. Por conta disso, o IT ficou restrito somente as vacas e rebanhos com características similares aos utilizados neste estudo. Além disso, o IT necessita ser validado nas fazendas para real associação de problemas após o parto com os desvios em produção de leite que foram gerados.

Considerando que os problemas que ocorrem no período de transição são multifatoriais e que as vacas se encontram em balanço energético negativo, isso levou a ausência de significância estatística entre a PLPC e algumas variáveis, as quais podem ser explicadas pela grande variabilidade dos dados. Porém, os resultados trazem uma informação generalizada de como o manejo de vacas em transição vem sendo conduzido nos rebanhos das principais regiões produtoras de leite do país.

Com o advento de técnicas estatísticas modernas e a conscientização por parte dos produtores da importância da coleta de dados para geração de indicadores que possam levar ao maior controle das ações dentro das fazendas, se acredita que melhores respostas em modelos de previsão da produção de leite no primeiro controle possam ser encontradas.

A ausência de significância estatística nas correlações apresentadas no trabalho, não inviabiliza a utilização das informações para geração de um modelo de predição da produção de leite no primeiro controle. Dessa maneira é importante salientar que, a análise de correlação de Spearman e os modelos lineares generalizados mistos são análises distintas. A primeira tem o objetivo de observar qual a tendência que uma variável tem em seguir um padrão monotônico em relação a variável estudada, neste caso, a PLPC. A modelagem tem como objetivo explicar a variação na PLPC a partir de um conjunto de informações, que, quando juntas conseguiram explicar 25% da sua variação.

## 7. CONCLUSÕES

As informações do histórico de produção das vacas leiteiras se mostraram úteis para serem utilizadas para explicar a variação na produção de leite no primeiro controle mensal após o parto. As variáveis dias em leite na lactação anterior, produção de leite na lactação anterior, período seco, dias em leite no primeiro controle, ordem da lactação, frequência de ordenha e mês do parto em conjunto ajudaram a explicar 25% da variabilidade da produção de leite no primeiro controle após o parto. Em função do período de transição ser multifatorial e, outros diversos fatores contribuirão para o aparecimento de problemas durante esta fase, se acredita que a utilização dessas informações são úteis para gerar uma produção de leite estimada, a qual fez parte do índice de transição.

O IT mostrou ser eficiente em avaliar o período de transição, a partir da observação de desvios na produção de leite no início da lactação. Além disso, foi possível avaliar o desempenho dos animais em diferentes rebanhos, indicando aqueles que são mais ou menos eficientes. No entanto, quando avaliado em nível de vaca a produção de leite estimada no primeiro controle gerou um índice de transição que apontou que aproximadamente 50% das vacas tiveram perdas em produção de leite, sinalizando problemas durante o período de transição desses animais. Por isso, o IT não deve ser utilizado somente como uma ferramenta para avaliação de todo rebanho e, se recomenda observar a proporção entre animais com valores positivos e negativos para interpretação correta dos resultados.



## REFERÊNCIAS

- Arbel, R., Y. Bigun.; E. Ezra.; H. Sturman.; D. Hojman. 2001. The effect of extended calving intervals in high lactating cows on milk production and profitability. *J. Dairy Sci.*, v.84, p. 600–608.
- Bachaman, K.C; Schairer, M.L. 2003. Invited Review: Bovine Studies on Optimal Lengths of Dry Periods. *J. Dairy Sci.*, v. 86, p. 3027 – 3037.
- Barbosa, P. F.; Cruz, G. M.; Costa, J. L.; Rodrigues, A. A. 1999. Sources of Variation on Milk Yield of a Holstein Breed Herd in São Carlos, SP. *Brazilian J. of Anim Sci.*, v. 28, p. 974 – 981.
- Bareille, N.; Beaudeau, F.; Billon, S.; Robert, A.; Faverdin, P. 2003. Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock Prod Sci.*, v. 83, p. 53 – 62.
- Bernier-Dodier, P.; P. Delbecchi.; G. F. Wagner.; B. G. Talbot.; Lacasse, P. 2010. Effect of milking frequency on lactation persistency and mammary gland remodeling in mid-lactation cows. *J. Dairy Sci.* 93:555–564.
- Busanello, M.; Rossi, R.S.; Cassoli, L.D, Pantoja, J.C.F.; Machado P.F. 2017a. Estimation of prevalence and incidence of subclinical mastitis in a large population of Brazilian dairy herds. *J. Dairy Sci.*, v. 100, p. 6545 – 6553.
- Busanello, M.; Freitas, L.N.; Winckler, J.P.P.; Farias, H. P.; Dias, C.T.S.; Cassoli, L.D.; Machado, P.F. 2017b. Month-wise variation and prediction of bulk tank somatic cell count in Brazilian dairy herds and its impact on payment based on milk quality. *Irish Vet J.*, v. 70, p. 26 – 39.
- Cavestany, D.; Blanc, J.E.; Kulcsar, M.; Uriarte, G.; Chilibroste, P.; Meikle, A.; Febel, H.; Ferraris, A.; Krall E. 2005. Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system: metabolic profiles. *J. Vet. Med. A Physiol Pathol Clin Med.*, v. 52, p. 1-7.
- Cilek, S. 2009a. Milk yield traits of Holstein cows raised at Polatl State Farm in Turkey. *J. Anim and Vet Advances.*, v. 8, p. 6–10.
- Coelho, K. 2004. Impacto dos eventos ocorridos antes e após o parto sobre o desempenho produtivo e reprodutivo na lactação atual e na posterior de vacas Holandesas. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, p. 1 – 84.

- Cobuci, J.A.; Euclides, R. F.; Costa, C.N.2004. Análises da persistência na lactação de vacas da raça holandesa, usando produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.546-555.
- Coldebella, A.; Machado, P.F.; Demétrio, C.G.B.; Junior, P.J.R.; Corassin, C. H.; Meyer, P.M.; Cassoli, D. H. 2003. Somatic cells count and milk yield in high production Holstein cows. *Brazilian Agricult. Research.*, v. 38, p. 1451-1457.
- Collier, R.J., Dahl G.E., VanBaale M.J. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J Dairy Sci.* 89:1244-53.
- Cook, N.B., Bennett, T.B., Nordlund, K.V. 2005. Monitoring Indices of Cow Comfort in Free-Stall-Housed Dairy Herds. *J. Dairy Sci.*, v. 88, p. 3876–3885.
- Curtis, C.; Erb, H.; Sniffen, H.; Smith, R. Epidemiology of Parturient paresis. Predisposing factors with emphasis on dry cows feeding and management. 1984. *Journal of Dairy Science*, 64: 817-825.
- Dado, R. G., and M. S. Allen. 1994. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:132–144.
- Dal Pizzol, J.G., Gomes, I.P.O., Braun, W., Flaiban, K.K.M.C., Thaler Neto, A. Comparison between Holstein and Holstein × Jersey crossbred cows for health, immunity and easy calving. 2009. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 69: 955 – 961.
- Davis, S. R., and G. A. Hughson. 1988. Measurement of functional udder capacity in lactating Jersey cows. *Aust. J. Agric. Res.* 39:1163–1168.
- Dematawewa, C. M. B.; Pearson, R. E.; Vanraden, P. M. 2007. Modeling Extended Lactations of Holsteins. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 3924-3936.
- Dohoo, I.R.; Leslie, K.E. 1991. Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intra-mammary infections. *Preventative Veterinary Medicine*, v. 10, p. 225–237.
- Domecq, J. J., A. L. Skidmore, J. W. Lloyd and J. B. Kaneene. 1997. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.* v.60, p.113-120.
- Drackley, J.K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 2259-2273.
- Duffield, T.F.; Lissemore, K.D.; McBride, B.W.; Leslie, K.E. 2009. Impact of Hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *J. Dairy Sci.*, v. 92, p. 571-580, 2009.
- Edwards, J. L. and P. R. Tozer. 2004. Using activity and milk yield as predictors of fresh cow disorders. *J. Dairy Sci.* v. 87, p. 524–531.

- Erdman, R. A., and M. Varner. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *J. Dairy Sci.*, v. 78, p. 1199–1203.
- Ferreira, M.F.A. Pires, M.L. Martinez, S.G. Coelho, A.U. Carvalho, P.M. Ferreira, E.J. Facury Filho, W.E. Campos. 2006. Physiologic parameters of crossbred cattle subjected to heat stress. *Brazilian J. Vet. Anim Sci.*, v. 58, p. 732 – 738.
- Fleischer, P.; Metzner, M.; Beyerbach, M. 2001. The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.84, p.2025-2035.
- Fontaneli, R.S, Sollenberger, L.S, Littell, R.C, Staples, C.R. 2005. Performance of Lactating Dairy Cows Managed on Pasture-Based or in Freestall Barn-Feeding Systems. *J. Dairy Sci.*, v. 88, p.1264 – 1276.
- Freitas, M.S., Duraes, M.C., Freitas, A.F. et al. 2001. Effect of breed group on milk and fat milk yield and on lactation length of Brazilian crossbred dairy cows. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences.*, v. 53, p. 708-713.
- Groenewald, P. C. N.; Viljoen, C. S. 2003. A Bayesian model for the analysis of lactation curves of dairy goats. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics.*, v. 8, p.75-83.
- Grummer, R. R.; Rastani, R. R. 2004. Why reevaluate dry period length? *J. Dairy Sci.*, v.87, p.77-85.
- Grummer, R.R. 1995. Impact of changes inorganic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Dairy Sci.*, v. 73, p.2820–2833.
- Gulay, M. S., M. J. Hayen, K. C. Bachman, T. Belloso, M. Liboni, and H. H. Head. 2003. Milk production and feed intake of Holstein cows given short (30 d) or normal (60 d) dry periods. *J. Dairy Sci.* 86:2030–2038.
- Hansen, J. V., N. C. Friggens, and S. Højsgaard. 2006. The influence of breed and parity on milk yield, and milk yield acceleration curves. *Livest. Sci.*, v.104, p. 53-62.
- Hayirli, A., R. R. Grummer, E. V. Nordheim and P. M. Crump. 2002. Animal and Dietary
- Heurer, C.; Y. H. Schukken.; Dobbelaar, P. 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 295–304.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Séries Históricas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 16/06/2018.
- J. Bohmanova, I.; Misztal, J.B. Cole. 2007. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *J. Dairy Sci.* v. 90, p. 1947 – 1956.

- Jakobsen, J.H.; Madsen, P.; Jensen, J.; Pedersen, J.; Christensen, L.G; Sorensen D.A. 2002. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holstein estimated in random regression models using REML. *J. Dairy Sci.* v.85; p.1607-1616.
- Johnson, R.G.; Young, A.J. 2003. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in Western commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* v.86, p.3008-3015, 2003.
- Jonker, J.S.; Kohn, R.A. MUN: testing: useful but ambiguous. *Hoard's Dairyman*, v.143, n.6, p.252, 1998.
- K. Stelwagen. C. V. C. Phyn. S. R. Davis. J. Guinard-Flament, D. Pomiès, J. R. Roche. J. K. Kay. 2013. Invited review: Reduced milking frequency: Milk production and management implications. *J. Dairy Sci.*, v. 96, p. 1–13.
- Kiwuwa, G.H.; J.C.M. Trail; M.Y. Kurtu; G. Worku; F. Anderson; J. Durkin. 1983. Crossbred dairy cattle productivity in Arsi region, Ethiopia. ILCA Research Report 11, International Livestock Centre for Africa. 29p.
- Knight, C. H., C. J. Wilde and M. Peaker. 1988. Manipulation of milk secretion. Pages 3-14 in *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. P. C. Garnsworthy, ed. Anchor-Brendon Ltd., Tiptree, United Kingdom.
- Kok, A.; Van Knegsel, A.; Van Middelaar, C.; Engel, B.; Hogeveen H, Kemp B, de Boer I. 2017. Effect of dry period length on milk yield over multiple lactations. *J Dairy Sci* v.100, p. 739-745.
- Caixeta, L.S.; Ospina, P.L.; Capel, M.B.; Nydam, N.V. 2015. The association of subclinical hypocalcemia, negative energy balance and disease with bodyweight change during the first 30 days post-partum in dairy cows milked with automatic milking systems. *The Veterinary Journal*, v. 204, p. 150-156.
- LeBlanc, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction Development*, v. 56, p. 29–35.
- LeBlanc, S.J.; Lissemore, K.D.; Kelton, D.F.; Duffield, T.F.; Leslie, K.L. 2006. Major Advances in Disease Prevention in Dairy Cattle. *J Dairy Sci*, v. 89, p. 1267–1279.
- Lukas, J.M.; Reneau, J.K.; Wallace, R.L.; De Vries, A. 2015. A study of methods for evaluating the success of the transition period in early-lactation dairy cows. *J Dairy Sci*, v. 98, p. 250-262.
- Makuza, S. M., and B. T. McDaniel.1996. Effects of days dry, previous days open and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. *J. Dairy Sci.* 79:702–709.

- Mallard, B. A.; Dekkers, J. C.; Ireland, M. J. 1998 Alteration in immune responsiveness during the prepartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *J. Dairy Sci.*, v. 81, p. 585– 595.
- Mcallister, A. J. 2002. Is crossbreeding the answer to questions of dairy breed utilization? *J. Dairy Sci.*, v. 85, p. 2352-2357.
- Mellado, A., de Santiago. 2011. 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 somatotropina. *J. Dairy Sci.*, v. 94, p. 4524 – 4530.
- Mertens, K., E.; Decuyper, J. De Baerdemaeker.; De Ketelaere, B. 2010. Statistical control charts as a support tool for the management of livestock production. *J. Agric. Sci.*, v. 149, p. 369–384.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academy Press, Washington, DC.
- Neto, A. T; Muhlbauer, M. D; Zardi, W. F; Ramos, J. C. 1996. Fatores que afetam a produção de leite e o período de lactação em um rebanho das raças Flamenga e Holandesa no Planalto Catarinense. *Ciência Rural*, v. 26, p. 123 – 128.
- Nordlund, K. V.; Cook, N. B. Using herd records to monitor transition cow survival, productivity, and health. 2004. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*. 20: 627-649.
- Nordlund, K. 2006. Transition cow index TM. 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.
- 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.
- Noro, G. Síntese e secreção do leite. 2001. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/sintese\\_leite.pdf](http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/sintese_leite.pdf)> Acesso em: 19/06/2018.
- Oetzel, G.R. 2004. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Vet. Clinics: Food Anim. Pract.*, v. 20, p. 651 -674.

- Oliveira, A.S.; Campos, J.M.S.; Lana, R.P.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C. 2010. Estimate of the optimal level of concentrates for dairy cows on tropical pastures by using the concept of marginal analysis. *Brazilian J. Anim Sci.* 39: 2040 – 2047.
- Oliver, S.P; Sordillo, L.M. Udder health in periparturient period. 1988. *J. Dairy Sci.*, v. 71, p. 2584 – 2606.
- Ospina, P. A. D. V.; Nydam, T.; Stokol T. R. Overton. 2010b. Evaluation of nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *J. Dairy Sci.*, v. 93, p. 546-554.
- Osteergard, S; Grohn, T. 1999. Effects of diseases on test day milk yield and body weight of dairy cows from Danish research herds. *J Dairy Sci.*, v. 82, p. 1188 – 1201.
- Overton, T.R; Waldron, M.R. 2004. Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. *J. Dairy Sci*, v. 87, p. 105 – 119.
- Prendiville, R.; Pierce, K.M.; Buckley, F. An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein – Friesian, Jersey, and Jersey – Holstein – Friesian cows ate pasture. 2010. *J. Dairy Sci.*, v. 92, p. 6176-6185.
- Poncheki, J. K. 2015. Avaliação do manejo de vacas no período de transição utilizando as informações do primeiro controle após o parto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Capítulo 2, p. 1 – 90.
- Raboisson, D.; Albaaj, A.; Nonne, G.; Foucras, G. 2017. High urea and pregnancy or conception in dairy cows: A meta-analysis to define the appropriate urea threshold. *J. Dairy Sci.*, v. 100, p. 7581 – 7587.
- Rajala-Schultz, P.J; Grohn, Y.T; McCulloch. 1999. Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 288 – 294.
- Ravagnolo, O.; Misztal, I.; Hoogenboom G. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *J. Dairy Sci.*, v. 83, p. 2120–2125.
- Ray, D.E., Halbach, T.J., Armstrong, D.V. 1992. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *J. Dairy Sci.*, v. 75, p. 2976- 2983.
- Remond, B., J. Rouel, N. Pinson, and S. Jabet. 1997. An attempt to omit the dry period over three consecutive lactations in dairy cows. *Ann. Zootech.*, v. 46, p. 399–408.
- Rennó, F. P.; Pereira, J. C.; Santos, A.D.F.; Alves, N.G.; Torres, C.A.A.; Rennó, L.N.; Balbonit, P.Z. 2006. Effects of body condition at calving on milk yield and composition, lactation curve and body reserve mobilization of Holstein cows. *Brazilian J. Vet Anim Sci.*, v. 58, p. 220 – 233.

- Ribeiro Filho, H.M.N.; Heydt, M.S.; Baade, E. A. S.; Thaler Neto, A. 2010. Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing Italian ryegrass at two herbage allowances. *Brazilian J. Anim Sci.*, v. 38, p. 2038-2044.
- Roseler, D.K.; Ferguson, J.D.; Sniffen, C.J. et al. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.525-534.
- Roth, J.A., Kaeberle, M.L., 1982. Effect of glucocorticoids on the bovine immune system. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 180, p. 894–901.
- Ruegg, P. L.; Pantoja, J.C.F. 2013. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. *Irish J. Agric Food Res.*, v. 52, p. 101–117.
- Rutten, C. J.; Velthuis, A. G. J.; Steeneveld, W.; Hogeveen, H. 2013. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *J. Dairy Sci.*, v. 96, p. 1928–1952.
- Samoré, A. B.; Rizzi, R.; Rossoni, A.; Bagnato, A. (2016). Genetic Parameters for Functional Longevity, Type Traits, Somatic Cell Scores, Milk Flow and Production in the Italian Brown Swiss, *Italian Journal of Animal Science*, v. 9, p. 2 – 9.
- Santos, J. E. P.; Bisinotto, R. S.; Ribeiro, E. S.; Lima, F. S.; Greco, L. F.; Staples, C. R.; Thatcher, W. W. 2010. Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. *Society for Reproduction and Fertility*, v.67, p.387-403.
- SAS Institute, (2012) - SAS Institute. 2000. Release 8.02. 2000. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sheldon, I. M.; Cronin, J.; Goetze, L.; Donofrio, G.; Schubert. H. J. 2009. Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 44, p. 1-9.
- Sorensen, M. T., J. V. Norgaard, P. K. Theil, M. Vestergaard, and K. Sejrsen. 2006. Cell turnover and activity in mammary tissue during lactation and the dry period in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, p. 89, p. 94632–4639.
- Sorenson, J.T.; C. Enevoldsen. 1991. Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *J. Dairy Sci.*, v. 74, p.1277–1283.
- Stelwagen, K. 2001. Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *J. Dairy Sci.*, v. 84, p. E204–E211.
- Stelwagen, K.; Phyn, C.V.C.; Davis, S.R.; Guinard-Flament, J.; Pomiès, D.; Roche, J.R.; Kay, J.K. 2013. Invited review: Reduced milking frequency: Milk production and management implications. *J. Dairy Sci.* v. 96, p. 1–13.

- Thaler Neto, A.; Muhlbauer, M.D.; Zardo, W. F.; Ramos, J.C. 1996. Factors affecting milk yield and lactation period in a Flemish and Holstein herd in upland of Santa Catarina state – Brazil. *Farm Science*, v. 96, p. 123 – 128.
- Teixeira, N.M.; Freitas, A.F.; Barra, R.B. 2003. Environmental factors influencing monthly variation of milk composition and somatic cell counts in herds of the State of Minas Gerais. *Brazilian J. Vet Anim Sci.*, v. 55, p. 491 – 495.
- Tekerli, M.; Akinci, Z.; Dogan, I.; Akcan, A. 2000. Genetic evaluation for persistency of lactation in Holstein cows using a random regression model. *J. Dairy Sci.*, v. 83, p.1381-1386.
- Vijayakumar, M.; Park, J.H.; Ki1, K.S.; Lim, D.H.; Kim, S.B.; Park, S.M.; Jeong, H.Y.; Park, B.Y.; Kim, T.I. 2017. The effect of lactation number, stage, length, and milking frequency on milk yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system. 2017. *Asian-Australas J Anim Sci.* v. 18, p. 1093 – 1098.
- Wallace, R. L., G. C. McCoy, T. R. Overton, and J. H. Clark. 1996. Effect of adverse health events on dry matter consumption, milk production, and body weight loss of dairy cows during early lactation. *J. Dairy Sci.*, v. 79, p. 205 - 216.
- Wathes, D. C., Z. Cheng, N. Bourne, V. J. Taylor, M. P. Coffey, and S. Brotherstone. 2007. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domest. Anim. Endocrinol.*, v. 33, p. 203–225.
- Watters, R.D., J.N. Guenther, A.E. Brickner, R.R. Rastani, P.M. Crump, P.W. Clark, and R.R. Grummer. 2008. Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 91, p. 2595-2603.
- Welper, R. D. and A. E. Freeman. 1992. Genetic parameters for yield traits of Holsteins including lactose and somatic cell score. *J. Dairy Sci.*, v. 75, p. 1342-1348.
- Wilde, C. J., A. J. Henderson, C. H. Knight, D. R. Blatchford, A. Faulkner, and R. G. Vernon. 1987. Effects of long-term thrice-daily milking on mammary enzyme activity, cell population and milk yield in the goat. *J. Anim. Sci.*, v. 64, p. 533-539.
- Wilde, C. J., and W. L. Hurley. 1996. Animal models for the study of milk secretion. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*, v. 1, p. 123-134.
- Wilde, C. J., C. V. P. Addey, J. M. Bryson, L. M. B. Finch, C. H. Knight, and M. Peaker. 1997. Autocrine regulation of milk secretion. *Biochem. Soc. Symp.*, v. 63, 81-90.
- Wilde, C. J., C. V. P. Addey, P. Li, and D. G. Fernig. 1997. Programmed cell death in bovine mammary tissue during lactation and involution. *Exp. Physiol.*, v. 82, p. 943–953.

Wittwer, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: PERFIL METABÓLICO EM RUMINANTES: SEU USO EM NUTRIÇÃO E DOENÇAS NUTRICIONAIS, 2000, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 53-62.

Wolfinger, R. Covariance structure selection in general mixed models. *Community of Statistics – Simulation*, v.22, n.