

**ANGELA PELIZZA**

**CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO  
LEITE E DO PERFIL METABÓLICO DE VACAS DA RAÇA  
HOLANDÊS E MESTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY NO  
PERÍODO DO PERIPARTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: André Thaler Neto  
Coorientador: Ivan Pedro de Oliveira Gomes

**LAGES - SC**

**2015**

Pelizza, Angela

Características de produção e composição do leite e do perfil metabólico de vacas da raça holandês e mestiças holandês x jersey no período do parto / Angela Pelizza

- Lages, 2015.

p.126 : il. ; 21 cm

Orientador: André Thaler Neto

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2015.

1. Produção de leite 2. Composição do leite.  
3. Grupamento genético. 4. Característica física do leite. 5. Perfil metabólico. I. Pelizza, Angela.  
II. Thaler Neto, André. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título

**ANGELA PELIZZA**

**CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO  
DO LEITE E DO PERFIL METABÓLICO DE VACAS DA  
RAÇA HOLANDÊS E MESTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY  
NO PERÍODO DO PERIPARTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós – Graduação em Ciência Animal na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

**Banca Examinadora**

Orientador:

---

Prof. Dr. André Thaler Neto  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

---

Prof. Dr. Felix Hilário Dias González  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Membro:

---

Prof. Dr. Henrique M. N. Ribeiro Filho  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages – SC, 27 de Novembro de 2015.



## **AGRADECIMENTOS**

Muitas foram às pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço em primeiro lugar a minha família, meus pais Gilberto Joaquin Pelizza e Judita Fedrido Pelizza, minha irmã Angélica Caetane Pelizza, meu namorado Ademir e minha tia Lourdes, pelo incentivo, amor e confiança.

Ao meu professor orientador André Thaler Neto e coorientador Ivan Pedro de Oliveira Gomes pela orientação, confiança, amizade, ajuda, sugestões, críticas e horas de estudos para a realização deste trabalho.

Aos queridos bolsistas Ana Paula Mori, Mauricio Caméra e Matheus Henrique Boger e outros ajudantes de todas as horas: Artur Barbosa, Pauline Thais dos Santos, Guilherme Mazzocato Dazzi, Alex Fernando Basilio, Cristiane, André Luiz, Daniela Vanazzi, Mateus Wanderer. Agradeço também aos demais colegas de mestrado e doutorado do grupo de pesquisa: Roberto Parizotto Filho, Leonardo Leite Cardoso, Cecília Matiello, Marciel França, Nadine Felipus, Ramiro Bonoto, Lucas Ramos, Adriana Hauser, Dileta Moro Alessio e Deise Knob.

Deise e Dileta muito obrigada pela ajuda na análise estatística.

A querida amiga Tais Aparecida Salvadego pela ajuda e amizade.

Aos amigos e vizinhos Carina Freccia e Leonardo Coelho pela amizade e ajuda sempre que precisei.

Meu muito obrigado a todos, pois vocês foram fundamentais para o desenvolvimento do trabalho!!

Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Produção Animal) da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV por proporcionar ensino gratuito e de qualidade, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à fundação de apoio à pesquisa em Santa Catarina (FAPESC/CAPES) pela bolsa concedida.

**A todos, meu Muito Obrigada.**



## RESUMO

Pelizza, Angela. **Características de produção e composição do leite e do perfil metabólico de vacas da raça Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período do periparto.** 2015. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2015.

O objetivo foi comparar vacas da raça Holandesa em relação as mestiças Holandês x Jersey quanto a produção e composição do leite, características físicas do leite e perfil metabólico nas oito primeiras semanas de lactação. As vacas foram alojadas de forma individual em instalação do tipo *tiestall*, com acesso a água e alimento. As dietas dos animais foram formuladas para atender 100% das exigências nutricionais, sendo fornecida dieta totalmente misturada (TMR) no cocho. A produção de leite foi medida diariamente. Semanalmente foram coletadas amostras de leite de cada vaca para realização das análises de composição. Uma amostra de leite de cada ordenha foi coletada para a realização das análises físico-químicas. Semanalmente foi realizada a pesagem dos animais bem como avaliação do escore de condição corporal (ECC). As análises de perfil metabólico; concentração sérica de betahidroxibutirato (BHB), colesterol, aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamil-transferase (GGT), creatina quinase (CK), proteína total, albumina, globulina, cálcio total, fósforo e magnésio, foram realizadas a partir de kits comerciais. As variáveis cálcio iônico e glicose foram realizadas utilizando-se analisador automático de pH e gases sanguíneos I-STAT. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED do pacote estatístico SAS, como medidas repetidas no tempo. As vacas da raça Holandesa produziram mais leite. A maior produção de leite em vacas Holandesas foi acompanhada pela maior produção de leite corrigido para energia (ECM), com tendência de maior produção de leite corrigido para 4% de gordura.. As mestiças apresentaram maior teor de gordura, sem diferença para o teor de proteína, sendo que as vacas mestiças Holandês x Jersey superaram as vacas Holandesas no teor de sólidos no leite. Vacas Holandesas foram superiores para produção de proteína, não havendo diferença entre grupamentos genéticos para produção de gordura . Não houve diferença entre os grupamentos genéticos para as características físicas do leite. Também não houve diferença para as



variáveis, produção de leite por 100 kg de peso vivo e produção de proteína por 100 kg de peso vivo, entretanto as vacas mestiças foram superiores em produção de gordura por 100 kg de peso vivo . As vacas Holandesas foram mais pesadas , sendo que para ECC e BHB não houve diferença entre os grupamentos genéticos. Houve uma tendência das vacas mestiças possuírem menos glicose . A concentração sérica de colesterol não diferiu entre os grupamentos genéticos . Também não foram observadas diferenças para proteína total, albumina, globulina, AST, CK, GGT, cálcio total e magnésio entre os grupamentos genéticos. O cálcio iônico foi superior nas vacas mestiças em relação às Holandesas e a concentração sérica de fósforo foi superior em vacas Holandesas quando comparadas com mestiças.

**Palavras chave:** Produção e composição do leite. Grupamento genético. Característica física do leite. Perfil metabólico.



## **ABSTRACT**

PELIZZA, Angela. **Characteristics of milk yield and metabolic profile of Holstein cows and Holstein x Jersey crossbred cows on peripartum period.** 2015. 126p. Dissertation (Master's degree in Animal Science ). Center of Agroveterinary Sciences, University of the State of Santa Catarina, Postgraduate Program in Animal Science. Lages, 2015.

The aim was to compare Holstein and crossbreds Holstein x Jersey cows regarding to milk yield and composition, physical characteristics of the milk and metabolic profile in the first eight weeks of lactation. The cows were housed individually in a tiestall , with free access to water and ration. The animal diets were formulated to meet 100% of nutritional requirements, and was provided as a total mixed ration (TMR). Milk yield was measured daily. Once a week, milk samples from each cow were collected to realize the composition and somatic cell count(SCC) analysis and on the same day, a milk sample was collected to realize physicochemical analysis. Once a week, body weight and body condition score (BCS) of each animal was measured The metabolic profile analysis; like serum betahidroxibutirato (BHB), cholesterol, aspartate aminotransferase (AST), gamma-glutamyl transferase (GGT), creatine kinase (CK), total protein, albumin, globulin, calcium, phosphorus and magnesium were made from commercials kits. The variables ionic calcium and glucose were performed using the automatic analyzer of pH and blood gases, I-STAT. The data were analyzed with the MIXED procedure of statistical package SAS as repeated measures. The Holstein cows have more milk yield. The higher milk yield was accompanied by higher production of milk corrected for energy and protein (ECM), with a tendency of higher milk yield corrected to 4% fat in Holstein cows. The crossbreed cows showed greater fat, with no difference to the protein content, and the crossbred Holstein x Jersey cows have more solids content in the milk. Holstein cows showed higher protein yield, with no difference between genetic groups for fat yield. There was no difference between the experimental groups for the physical characteristics of milk. There was also no difference between the experimental groups for the variables, milk yield per 100 kg body weight and production of protein per 100 kg body weight, however the



crossbred cows have higher fat yield by 100 kg of body weight. The Holstein cows were heavier, and there was no difference between the experimental groups for BCS and BHB. There was a tendency of crossbred cows to have less glucose. Serum cholesterol did not differ between the genetic groups. Differences in total protein, albumin, globulin, AST, CK, GGT, total calcium and magnesium among genetic groups were not observed. For ionic calcium was observed difference between the genetic group, being higher in crossbred cows. There were differences for phosphorus serum concentration, being higher in Holstein cows.

Keywords: Genetic groups. Milk yield and composition. Metabolic profile. Physical characteristics of milk



## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

- Figura 1: Curva de produção de leite em vacas primíparas (A) e multíparas (B), em função das semanas em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).....50
- Figura 2: Curva de produção de leite corrigida para energia (ECM) em função das semanas em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).....51
- Figura 3: Curva do teor de gordura em função das semanas em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).....51
- Figura 4: Curva do teor de proteína em função das semanas em lactação para vacas Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).....52
- Figura 5: Curva da concentração de álcool médio em que houve instabilidade em função das semanas em lactação para vacas primíparas (....) e multíparas (—).....52
- Figura 6: Peso vivo e de escore de condição corporal (ECC) em função das semanas em vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação. ....97
- Figura 7: Curva de concentração sérica de beta-hidroxibutirato (BHB) e glicose em vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação. ....98



Figura 8: Curva de concentração sérica de colesterol em vacas primíparas (A) e multíparas (B), em função das (semanas) em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação .....	99
Figura 9: Curva da concentração sérica de creatina quinase CK, aspartato-aminotransferase (AST) e gama-glutamil-transferase (GGT) de vacas da raça Holandesas (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey ..... .....	101
Figura 10: Curva da concentração sérica de proteína total, albulima e globulina de vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação. ..	103
Figura 11: Curva da concentração sérica de cálcio total e cálcio iônico de vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.....	105
Figura 12: Curva da concentração sérica de fósforo e magnésio de vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.....	106



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição e constituição bromatológica da dieta. ....	45
Tabela 2: Médias dos quadrados mínimos $\pm$ erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para produção, composição e características físicas do leite de vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey nas primeiras oito semanas de lactação. ....	49
Tabela 3: Médias dos quadrados mínimos $\pm$ erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para variáveis relacionadas à eficiência produtiva por 100 kg de peso vivo em vacas Holandesas e mestiças Holandês x Jersey nas primeiras oito semanas de lactação. ....	53
Tabela 4: Médias dos quadrados mínimos $\pm$ erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para; peso vivo, escore de Condição corporal (ECC), concentração sérica de beta-hidroxibutirato (BHB), glicose e colesterol em vacas Holandesas e mestiças Holandês x Jersey no período pré e pós-parto. ....	96
Tabela 5: Médias dos quadrados mínimos $\pm$ erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para proteína total, albumina, globulina, gama-glutamil-transferase (GGT), creatina quinase (CK), aspartatoaminotransferase (AST) pré e pós-parto. ....	100
Tabela 6: Médias dos quadrados mínimos $\pm$ erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para; cálcio iônico, cálcio total, magnésio e fósforo pré e pós-parto. ....	104



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ECM: leite corrigido para energia e proteína

BHB: betahidroxibutirato

PV: peso vivo

ECC: escore de condição corporal

AGNE: ácidos graxos não esterificados

AST: aspartato aminotransferase

GGT: gama glutamil transferase

CK: creatina quinase

1,25-DHCC: 1,25-diidroxicolecalciferol

VLDL: lipoproteína de muito baixa densidade

HDL: lipoproteína de alta densidade

BEN: balanço energético negativo

FDN: fibra em detergente neutro

CNF: carboidratos não fibrosos

MS: matéria seca



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>29</b>
<b>COMPOSIÇÃO, PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA E MESTIÇAS HOLADÊS X JERSEY .....</b>	<b>29</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>32</b>
2.1 PRODUÇÃO DE LEITE .....	32
2.2 GORDURA .....	34
2.3 PROTEÍNA .....	36
2.4 LACTOSE.....	37
2.5 SÓLIDOS TOTAIS.....	39
2.6 NITROGÊNIO UREICO NO LEITE.....	39
2.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LEITE .....	40
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>43</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	43
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	43
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>44</b>
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>65</b>



<b>PESO VIVO, ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E PERfil METABÓLICO EM VACAS DE RAÇA HOLANDESA E MESTIÇAS HOLANDES X JERSEY NO PERIPARTO .....</b>	<b>65</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>67</b>
2.1 ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E PESO VIVO .....	67
2.2 BETA-HIDROXIBUTIRATO .....	68
2.3 GLICOSE .....	73
2.4 COLESTEROL .....	75
2.5 PROTEÍNAS TOTAIS.....	76
2.6 ALBUMINA .....	78
2.7 GLOBULINA .....	79
2.8 CREATINA QUINASE .....	80
2.9 ASPARTATO-AMINOTRANSAMINASE .....	81
2.10 GAMA-GLUTAMIL-TRANSFERASE .....	82
2.11 CÁLCIO .....	83
2.12 FÓSFORO .....	87
2.13 MAGNÉSIO .....	90
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>92</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	92
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	92
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>93</b>
4.1 DETERMINAÇÃO DAS ENZIMAS HEPÁTICAS .....	94
4.2 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS TOTAIS.....	94
4.3 DETERMINAÇÃO DE MINERAIS .....	94
4.4 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO SANGUÍNEA DE BETA-HIDROXIBUTIRATO .....	94
4.5 DETERMINAÇÕES DE GLICOSE E CÁLCIO IÔNICO .....	94



4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	95
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>96</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>107</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>115</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>116</b>



## CAPÍTULO I

### **COMPOSIÇÃO, PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA E MESTIÇAS HOLADÊS X JERSEY**

#### **1 INTRODUÇÃO**

A raça Holandesa constitui a principal raça leiteira do mundo, sendo amplamente criada em todas as regiões produtoras de leite do Sul do Brasil. É caracterizada pela elevada produção de leite, com teores relativamente baixos de gordura e proteína. A raça Jersey também se encontra bastante distribuída nas regiões produtoras de leite no Sul do Brasil, apresentando maiores concentrações em algumas regiões, como o Vale do Itajaí e a região Sul do estado de Santa Catarina. A raça Jersey caracteriza-se por menor produção de leite em relação à raça Holandesa e maior teor de sólidos no leite, especialmente gordura (THALER NETO, 2009). Diversos trabalhos relatam maior concentração de sólidos no leite em vacas da raça Jersey quando comparadas com vacas da raça Holandesa (PRENDIVILLE et al., 2009, 2011).

O cruzamento entre as raças Holandês e Jersey tem sido empregado como alternativa para o melhoramento da qualidade do leite em termos de composição, com maior nível de sólidos (proteína e gordura). Além das perspectivas de ganhos em relação à fertilidade do rebanho, facilidade de parto, resistência a doenças do período de transição pré e pós-parto. Este sistema de cruzamento já vem sendo realizado em diversos países, principalmente na Nova Zelândia, onde resultados apontam para aumento de uma maior lucratividade por vaca e por área, gerando renda aos produtores (LOPEZ-VILLALOBOS et al., 2000).

No Sul do Brasil alguns produtores iniciaram programas de cruzamentos para solucionar deficiências nos rebanhos referentes à composição do leite, saúde, fertilidade, facilidade de parto e longevidade, porém há falta de informação relacionada às respostas esperadas por esses animais, tornando uma barreira para a utilização desses cruzamentos. Nestas condições, algumas pesquisas já apontaram

o potencial deste sistema de cruzamento para características de produção e composição do leite, desenvolvimento de bezerras e novilhas, fertilidade e alguns aspectos relacionados à saúde e imunidade de vacas leiteiras (DIAS, 2010; DAL PIZZOL, 2012; THALER NETO et al., 2013).

A consanguinidade vem crescendo nos rebanhos da raça Holandesa e Jersey, fato que preocupa produtores leiteiros de todo o mundo (STACHOWICZ et al., 2011). Em um estudo em que analisaram o pedigree de rebanho Holandês e Jersey do Canadá, constatou-se que existem conjuntos de genes que sofrem efeitos negativos com a consanguinidade. A causa seria a pequena população efetiva em consequência da pressão da seleção genética em longo prazo, juntamente com a utilização da inseminação artificial, a qual permite que propriedades de todo o mundo utilizem os melhores touros em seus rebanhos, agravando a consanguinidade (STACHOWICZ et al., 2011). Segundo Hansen (2007), a consanguinidade é a probabilidade de dois alelos serem idênticos por descendência, ocorrendo em acasalamentos de indivíduos aparentados. Os efeitos negativos da consanguinidade estão presentes quando dois genes idênticos são herdados de ambos os pais. É recomendado que os níveis de consanguinidade dos rebanhos permaneçam abaixo de 6,25%.

Para diminuir problemas com a consanguinidade algumas estratégias podem ser utilizadas, dentre elas, o cruzamento entre raças especializadas. Neste caso ocorre a heterose, ou seja, o melhor desempenho da prole sobre o desempenho médio dos pais resultando na depressão da consanguinidade (BOURDON, 2000; HANSEN, 2007). Além disto, utilizando cruzamentos também se obtêm a complementaridade, ou seja, a combinação de características de duas raças. A raça Holandesa tende a ser superior para produção de leite e a raça Jersey superior para produção de sólidos e em características funcionais, tais como fertilidade e longevidade. Os cruzamentos entre raças diferentes proporcionam a sua progénie uma heterose de 100%, como é o caso das mestiças Holandês x Jersey. Para dar continuidade pode ser utilizado o cruzamento rotacionado, que consiste no uso alternado de reprodutores em cada geração, onde é mantida uma heterose que se estabiliza com valores de 67%. O cruzamento continuo também é uma opção, neste caso usa-se o macho de uma raça fixa. Resultando na produção de animais conhecidos como puros por cruza. Nesse esquema a heterozigose é reduzida pela metade a cada geração (PEREIRO, 2008).

Pesquisas sobre a produção e composição do leite em sistemas de cruzamentos em nível de rebanho são necessárias para auxiliar produtores na tomada de decisão ao emprego de sistemas de cruzamentos entre raças especializadas. Neste sentido, objetivou-se avaliar e comparar a produção, composição e características físicas do leite de vacas da raça Holandesa e vacas mestiças Holandês x Jersey durante as primeiras oito semanas de lactação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PRODUÇÃO DE LEITE

Segundo Fox (2009) o leite é constituído por uma dispersão aquosa que contém diversas substâncias, como a gordura no estado emulsificado, proteínas no estado coloidal (em forma de micelas de caseína de 50 a 500 nm) ou dispersas no estado molecular (proteínas do soro), além de compostos orgânicos e inorgânicos solubilizados, como: sais, lactose, vitaminas hidrossolúveis e substâncias nitrogenadas não proteicas. Mais de 100.000 espécies de moléculas diferentes são encontradas no leite, porém, sua composição pode ser simplificada nos seguintes componentes: gordura, proteína, lactose, sais minerais e água (BRITO e BRITO, 2001). Os teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade da composição do leite, que pode ser influenciada pela alimentação, manejo, genética e ração do animal. Sendo que fatores ligados ao animal como, escore de condição corporal, ambiência também são importantes para manter a qualidade da composição do leite (BRITO e BRITO, 2001). A composição do leite é determinante para estabelecer o seu valor para ser processado ou transformado pela indústria. O leite é considerado de qualidade elevada em função da sua gordura, mas hoje a proteína é o sólido com maior valor econômico. Levando em consideração estes aspectos, os produtores devem buscar aumentar a concentração dos componentes do leite (MONARDES, 2004).

Os constituintes que mais sofrem variações na vaca são especialmente gordura e proteína. Normalmente a gordura nas vacas Jersey é maior que a gordura das vacas Holandesas. A lactose é um componente que se mantém constante na maioria das raças (BELOTI et al., 2015). Em geral a síntese de leite representa um desafio para o metabolismo energético, devido à lactação necessitar de precursores glicogênicos em grande quantidade para a síntese de lactose. No início da lactação os animais diminuem a ingestão de matéria seca no mesmo período em que ocorre o pico de produção de leite. Isso faz com que ocorra um balanço energético negativo e para compensar a baixa energia, o animal mobiliza reservas corporais e consequentemente tem perda de peso (CAMPOS et al., 2007).

A determinação do leite deve se ajustar a determinados valores mínimos de cada um de seus componentes de acordo com a regulamentação de cada país e região, sendo que os valores podem ser diferentes para diversas raças, tipos de alimentação e tipos de criação

(IBARRA, 2004). A Instrução Normativa nº 62 BRASIL (2011) estabelece requisitos mínimos para o leite cru refrigerado, sendo que para o teor de gordura é aceitável no mínimo 3,0g/100g, acidez titulável (g ácido láctico/100 mL) de 0,14 a 0,18, a densidade relativa (15°C, g/mL) de 1,028 a 1,034, o estrato seco desengordurado (g/100g) de no mínimo 8,4, o índice crioscópico no intervalo de -0,530°H a -0,550°H e para proteínas (g /100g) no mínimo 2,9.

Nos últimos 40 anos houve um aumento da produção de leite por vaca, chegando a uma produção de até 20.000 kg por lactação, em contrapartida houve uma redução dos índices de fertilidade e um aumento nos casos de problemas de casco, problemas metabólicos, de fertilidade e consequentemente diminuição da longevidade (OLTENACU e BROOM, 2010).

Vance et al. (2012) compararam vacas da raça Holandesa com vacas Mestiças Jersey x Holandês em dois sistemas de produção ao longo da lactação, vacas confinadas com alto concentrado e um sistema a pasto consumindo concentrado como suplemento. Com relação à produção de leite as vacas da raça Holandesa foram superiores nos dois sistemas de produção (9.053 kg/lactação e 6.274 kg/lactação, respectivamente) em relação às vacas mestiças Holandês X Jersey (7.438 kg/lactação e 5.964 kg/lactação, respectivamente). Observa-se que no sistema de produção a pasto a diferença da produção de leite é menor entre os grupamentos genéticos do que em sistema de confinamento.

Em sistema de produção de vacas a pasto, Vance et al. (2013) encontraram maior produção de leite no pico para vacas Holandesas (30,7 kg/dia) em relação às vacas mestiças Jersey x Holandês (27,1 kg/dia). Ao longo da lactação observou-se maior produção de leite para vacas Holandesas (6.252 kg) em relação às mestiças (5.627 kg), com médias durante a lactação de 20,49 kg e 18,63 kg, respectivamente. Brown et al. (2012) avaliaram a produção de leite de vacas da raça Holandesa, Holandês x Jersey, Jersey x Holandês e vacas da raça Jersey puras durante a primeira e segunda lactação (305 dias) e observaram que as vacas da raça Holandesa em média produziram mais leite ( $10.348 \pm 207,2$  kg) em relação ao restante dos grupamentos genéticos ( $9.129 \pm 229,8$  –  $9.384 \pm 189,6$  –  $7.080 \pm 239,8$  kg, respectivamente).

Em estudos realizados no Brasil, Felippe (2013) encontrou uma produção média de leite em vacas mestiças Holandês x Jersey equivalente a 96% das vacas Holandesas. Ao avaliar vacas mestiças com no mínimo 50% de Holandês, não encontrou diferenças em relação às vacas da raça Holandesa. A partir da avaliação de dados zootécnicos de

três propriedades nos estados de Santa Catarina e Paraná, vacas mestiças Holandês x Jersey apresentaram menor produção de leite ao longo da lactação em relação às vacas Holandesas ( $P<0,01$ ) (9.509,7 vs. 8.966,0 kg), correspondendo a 94% do volume produzido pelas vacas puras (THALER NETO et al., 2013).

## 2.2 GORDURA

A gordura do leite é uma mistura de lipídeos, composta principalmente por triglicerídeos, na sua maioria (97 a 98%), os principais ácidos graxos presentes na gordura do leite são de cadeia curta (4 a 8 carbonos), média (10 a 14 carbonos) ou longa (acima de 16 carbonos) podendo ser encontrados no leite em quantidades variáveis (FONSECA e SANTOS, 2007). A gordura do leite é o principal componente energético do leite, sendo responsável por boa parte das características sensoriais do leite (FONSECA e SANTOS, 2007).

A gordura é o componente do leite que sofre a maior variação em função da alimentação e fatores ambientais Bauman et al. (2006), podendo variar até três pontos percentuais. Os fatores que mais causam variação no teor de gordura são o aumento de concentrado na dieta, qualidade e tamanho da fibra, adição de tamponantes e adição de inonóforos. Os principais fatores não nutricionais que afetam a gordura do leite são estagio de lactação, raça dos animais e volume total de leite produzido (FONSECA e SANTOS, 2007; GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003). Os ácidos graxos de cadeia curta e média e aproximadamente 50% do ácido palmítico são sintetizados quase exclusivamente pela glândula mamária a partir do acetato pela síntese de novo, e os ácidos graxos de cadeia longa e 50% do ácido palmítico são oriundos da circulação sanguínea (MATTOS e PEDROSO, 2005).

Nos ruminantes os lipídeos da dieta são extensivamente alterados pelos microrganismos do rúmen, através do processo de biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados presentes na dieta, o que tende a tornar a gordura mais saturada e resulta na formação e secreção de inúmeros ácidos graxos do tipo trans no leite. Devido a essa particularidade mais de 400 tipos de ácidos graxos já foram identificados na gordura do leite de bovinos (MATTOS e PEDROSO, 2005).

A queda de gordura no leite está ligada a situações onde ocorrem anormalidades na fermentação ruminal devido à falta de fibra efetiva, excesso de concentrado ou excesso de ácidos poliinsaturados da dieta. Causando prejuízo na síntese de ácidos graxos com menos de 16

carbonos (síntese de novo), a qual tem o acetato como principal precursor, consequentemente, reduzindo o teor de gordura no leite (NRC, 2001). A teoria mais aceita para a síndrome da baixa gordura do leite é a causa da inibição direta da síntese de lipídeos por certos ácidos graxos formados no rúmen. Um destes ácidos é o ácido linoleico conjugado (CLA) trans-10 cis-12, este pode causar a inibição da atividade das enzimas lipogênicas acetilCoA carboxilase e ácido graxo sintetase. Dietas que alteram a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados no rúmen são capazes de produzir ácidos graxos intermediários, principalmente ácidos graxos trans-10- C18:1 e CLA trans-10 cis-12. O CLA em especial, diminui a capacidade lipogênica da glândula mamária e a expressão de genes de enzimas ligadas ao transporte de ácidos graxos circulantes, diminuindo consequentemente a síntese de novo de ácidos graxos, dessaturação de ácidos graxos e a formação de triglicerídeos, diminuindo a produção de gordura no leite (BAUMGARD et al., 2002).

A elevação do teor de gordura relaciona-se positivamente com a quantidade de energia líquida exigida pelo animal. Devido a isso, costuma-se corrigir a produção de leite para 3,5% ou 4,0% de gordura (FONSECA e SANTOS, 2007).

Vacas da raça Jersey apresentam maior teor de gordura no leite em relação às vacas da raça Holandesa (GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003). Avaliando vacas a pasto de diferentes grupamentos genéticos, Prendiville et al. (2011) encontraram maior percentagem de gordura ao longo da lactação no leite em vacas da raça Jersey, percentagem de gordura intermediária para vacas Holandês x Jersey e menor percentagem de gordura para vacas da raça Holandesa. Heins et al. (2008) compararam vacas da raça Holandesa com mestiças Holandês x Jersey durante a lactação e não encontraram diferença para produção de gordura (277 kg vs 274 kg, respectivamente), ressaltando que as vacas mestiças produziram significativamente menos leite (7.147 kg) em relação as vacas Holandesas (7.705 kg).

Ao avaliar mestiças primíparas Holandês x Jersey e primíparas da raça Holandesa até a 38<sup>a</sup> de semana lactação, Xue et al. (2011) observaram que a produção de leite não foi afetada pelo grupamento genético ( $P>0,05$ ) e as mestiças foram significativamente superiores para produção de ECM ( $P<0,05$ ) devido à maior concentração de gordura e proteína no leite ( $P<0,001$ ). Em situações de produção brasileiras, Thaler Neto et al. (2013) encontraram maior produção de

gordura em vacas mestiças (242,6 kg) em relação a vacas da raça Holandesa (227,0 kg) em até 305 dias de lactação.

### 2.3 PROTEÍNA

As principais proteínas encontradas no leite são as caseínas e as proteínas do soro ou soroproteínas. As caseínas representam aproximadamente 80% das proteínas totais e dividem-se em várias frações alfa<sub>s1</sub>-caseína, alfa<sub>s2</sub>-caseína, beta-caseína, kapa-caseína e proteínas do soro, beta-lactoglobulina e alfa-lactoalbumina. Ressaltando que as proteínas do soro representam em torno de 20% das proteínas totais do leite (FONSECA e SANTOS, 2007; BRITO et al., 2013; BELOTI et al., 2015). Todas as caseínas e as proteínas do leite, com exceção as soroalbuminas e as imunoglobulinas, são sintetizadas por células epiteliais da glândula mamária a partir de aminoácidos sanguíneos (BELOTI et al., 2015).

A concentração e a composição de aminoácidos variam de acordo com a raça e genética dos animais. As proteínas presentes no leite contêm todos os aminoácidos essenciais necessários para a dieta humana, tornando uma das principais razões para o leite ser um dos alimentos mais completos para o ser humano (FOX, 2009).

As proteínas são compostas de aminoácidos, que por meio de ligações peptídicas ligam o grupo amino de um aminoácido ao grupo carboxílico de outro, sendo anexados aminoácidos em sequências específicas para cada proteína e a disposição das moléculas determina a forma espacial das proteínas. Quando uma proteína sofre proteólise, os aminoácidos ficam livres ou em pequenos peptídeos. Dependendo da intensidade da proteólise ocorre desnaturação da proteína. Uma consequência indesejável para a proteólise é observada na fabricação de leite ultra high temperature (UHT). Quando a proteína é submetida ao tratamento térmico em altas temperaturas, pode perder sua integridade e precipitar. Tal fato ocorre também na elevada contaminação por micro-organismos psicotróficos, os quais têm a capacidade de produzir enzimas proteolíticas e, juntamente com o processo térmico a altas temperaturas, aumentam as chances de ocorrer desnaturação e precipitação das proteínas (BELOTI et al., 2015).

Os fatores que afetam a proteína do leite não são tão conhecidos como a síntese de gordura no leite. Sabe-se que o aumento do teor de proteína verdadeira na dieta aumenta o rendimento industrial do leite para fabricação de queijos e melhora a eficiência de utilização de nitrogênio em vacas lactantes (MATTOS e PEDROSO, 2005).

Os aminoácidos que chegam ao duodeno para absorção têm origem da proteína da dieta que passa intacta pela fermentação ruminal a chamada proteína não degradável no rúmen (PNDR), da proteína microbiana e da proteína de origem endógena. Uma forma de aumentar a disponibilidade de aminoácidos no duodeno é fornecendo proteína de forma não degradável no rúmen com boa digestibilidade no intestino (BRITO et al. 2013). Segundo González e Campos, (2003) o consumo limitado de alimento ou com baixo conteúdo proteico e ou energético é o principal efeito que causa diminuição no teor de proteína no leite. Fatores não nutricionais como estagio de lactação e estresses ambientais também podem afetar o teor de proteína no leite. A adição de aminoácidos essenciais tende a aumentar a proteína do leite.

Ao avaliar dados de um rebanho no estado do Paraná-Brasil Thaler Neto et al. (2013) encontraram maior teor de proteína no leite de vacas mestiças Holandês x Jersey, (3,10%), em relação às vacas Holandesas (2,97%).

Vance et al. (2012) observaram que vacas mestiças Jersey x Holandês foram superiores para a concentração de gordura e proteína ( $P<0,001$ ) em relação às Holandesas ao longo da lactação, tanto em sistema de produção a pasto, quanto em confinamento. No sistema de produção em confinamento encontraram (3,4%) de proteína e (4,34%) de gordura para vacas Holandesas e para vacas mestiças (3,68%) de proteína e (4,83%) de gordura.

Em sistema de produção baseado em pastagem Prendiville et al. (2011) encontraram maior percentagem de proteína ao longo da lactação em vacas mestiças Holandês x Jersey em relação às Holandesas, com diminuição da porcentagem de proteína no início da lactação e aumento posterior ( $P<0,001$ ).

## 2.4 LACTOSE

A lactose é um dissacarídeo formado pela união de uma molécula de galactose e uma de glicose por meio de uma ligação covalente  $\beta 1\text{-}4$ . A única fonte de lactose na natureza é o leite. A lactose constitui-se um açúcar redutor com grupamento aldeído livre ou potencialmente livre da molécula de glicose (BRITO et al., 2013). Sua síntese é mediada pela alfa-lactoalbumina, uma soroproteína presente nas células secretora dos alvéolos mamários. A lactose possui importante função no equilíbrio osmótico do leite, fazendo com que a água seja transferida do sangue para o leite até que sua concentração seja equilibrada. Dessa maneira é o elemento do leite cuja concentração

é mais estável e acaba por determinar a concentração dos outros componentes que ficam sujeitos à diluição na água (BRITO et al., 2013; BELOTI et al., 2015).

A concentração de lactose varia de 4,5 a 4,7% segundo González (2001) e de 4,8 a 5,2% para (BRITO et al., 2013). A lactose pode sofrer variações em casos de severa desnutrição (PERES, 2001). Sua síntese na glândula mamária e sua concentração variam conforme a raça do animal, período de lactação e presença ou não de infecção na glândula mamária.

Alessio (2013) avaliou a composição do leite de 73 rebanhos do estado de Santa Catarina e encontrou menores teores de lactose na estação do outono e maiores na primavera. A diferença nos teores de lactose, nas diferentes estações do ano, pode estar associada à deficiência de pastagens no outono e maior disponibilidade de pastagens na primavera, devido à elevada disponibilidade de forragem de espécies de clima temperado.

O aumento ou redução da concentração de lactose secretada no leite depende do aumento ou da redução na concentração dos sais presentes. O balanço eletrolítico é o fator responsável pelo equilíbrio osmótico do leite, por esse motivo é frequente encontrar baixa concentração de lactose no colostro e no leite de vacas com mastite (BRITO et al., 2013). Em vacas com mastite há uma redução na secreção de lactose pela glândula mamária e para manter o equilíbrio osmótico na glândula mamária, há um aumento na concentração de cloreto de sódio no leite (MARÉCHAL et al., 2011).

Um dos fatores que pode causar alteração dos teores de lactose no leite é a presença elevada de células somáticas (CCS). Santos (2001) encontrou diminuição na concentração de lactose no leite de vacas com alta CCS.

Prendiville et al. (2009) ao analisar a composição do leite de diferentes grupamentos genéticos, encontrou maior concentração de lactose em vacas mestiças Holandês x Jersey (4,60%), concentração intermediária em vacas mestiças Holandês x Jersey (4,53%) e menor concentração em vacas da raça Holandês (4,49%). Um estudo realizado no Brasil Knob (2015) encontrou maior produção de leite ( $P=0,0253$ ), com maior teor de lactose e proteína em vacas mestiças Holandês x Simental em relação às vacas

Holandenses, ressaltando que as vacas da raça Holandesa obtiveram maior escore de células somáticas (4,49) em relação às mestiças (2,93); ( $P < 0,0001$ ).

## 2.5 SÓLIDOS TOTAIS

Os termos sólidos totais (ST) ou extrato seco total (EST) englobam todos os componentes do leite exceto a água, sendo determinante para o valor industrial do leite, devido ao maior rendimento na produção de derivados lácteos. Existem fatores que podem interferir na produção e composição do leite, como: raça, estágio de lactação, herança genética, intervalo entre as ordenhas, estação do ano, alimentação e saúde da vaca (DÜRR, 2012). Segundo González e Campos (2003) os componentes do leite que possuem variação maior são gordura e proteína, sendo a lactose o componente com menor variação.

A produção de sólidos no leite de vacas da raça Holandesa foi similar a de vacas mestiças Holandês x Jersey (PRENDIVILLE et al., 2011). Ao comparar a produção de sólidos no leite por 100 kg de peso vivo durante toda a lactação, Prendiville et al. (2011) encontraram superioridade em vacas da raça Jersey, seguidas das mestiças Holandês x Jersey e vacas Holandesas ( $P<0,05$ ).

## 2.6 NITROGÊNIO UREICO NO LEITE

A concentração de uréia sanguínea tem sido empregada nos perfis metabólicos como um indicador do metabolismo proteico. A ureia é sintetizada no fígado, em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta (WITTWER, 2000).

O excesso de proteína na dieta, tanto na forma de proteína verdadeira como nitrogênio não proteico, é metabolizado em amônia e esta devido a sua toxicidade, quando em excesso no rúmen é absorvida via sistema portal até o fígado, onde é metabolizada em ureia. O fator de conversão de nitrogênio ureico para ureia é: ureia mg/Dl = nitrogênio ureico \* 2,14 (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A ureia pode ser quantificada no sangue como BUN (nitrogênio uréico sanguíneo) ou no leite como MUN ou NUL (nitrogênio uréico no leite), estando presente também em outros fluidos. A utilização de alimentos com proteína de alta degradabilidade, acompanhados com baixos níveis de carboidratos não estruturais pode levar a um aumento do nitrogênio uréico do leite (ZENI, 2010).

Para que ocorra um crescimento microbiano adequado no rúmen e síntese de sua proteína microbiana é necessário que ocorra um equilíbrio de energia na forma de carboidrato solúvel e de nitrogênio na

forma de proteína ou nitrogênio não proteico (WITTWER, 2000). Pelo fato da proteína ser um dos ingredientes de custo mais elevado nas dietas dos animais, a economia da produção é altamente dependente da eficiência de utilização da proteína (SANTOS et al., 2001). Segundo Gaona (2002) o NUL pode ser utilizado como uma ferramenta no monitoramento do manejo nutricional, especialmente quando à oferta proteica. Segundo Wittwer (2000) existe uma alta correlação entre ureia no sangue e no leite ( $r=0,904$ ), mostrando que valores de ureia no leite são semelhantes aos de ureia no sangue.

## 2.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LEITE

De acordo com a instrução normativa nº 62 Brasil (2011), para a comercialização do leite é necessário cumprir com padrões mínimos de qualidade, tanto com relação à composição do leite quanto à caracterização física do leite. Na caracterização física, o leite deve apresentar acidez titulável de 14 a 18°D e deve ser estável em solução alcoólica com no mínimo 72°GL de etanol. A prova de estabilidade, no teste do álcool ou alizarol, é realizada nas propriedades rurais antes do carregamento do leite pelo transportador e novamente é realizada na plataforma de recebimento do leite nas indústrias.

De acordo com a instrução normativa nº 62 Brasil, (2011) o leite que precipitar no teste do álcool ou alizarol não deve ser transportado para a indústria, pelo fato de que tal avaliação é utilizada para estimar a estabilidade térmica do leite. Caso o leite precipite é considerado instável, sendo o leite instável na prova do álcool, com frequência é erroneamente interpretado como ácido e contribuindo para mal-entendidos entre indústrias e produtores (FISCHER et al. 2012). Grande parte das amostras que precipita no teste do álcool ou alizarol apresenta resultados normais de acidez quando são examinadas em equipamentos que avaliam diretamente o pH ou acidez titulável (ZANELA et al., 2009). A prova do álcool é uma forma simples e rápida para avaliar se o leite tem resistência suficiente para ser pasteurizado. O teste consiste na mistura de 2 mL de leite e 2 mL de álcool em uma placa de Petri em concentrações variando de 56 a 82% v/v, com intervalos de 2% (BELOTI et al., 2015). O álcool atua como desidratante e simula condições de aquecimento, e caso haja floculação, pode-se suspeitar de leite ácido ou com instabilidade da proteína (FONSECA e SANTOS, 2007). No teste do alizarol é utilizado álcool e alizarina, um indicador colorimétrico de pH (BELOTI et al., 2015).

A titulação da acidez pelo método Dornic quantifica a acidez provocada principalmente pelo ácido láctico, que é a acidez de origem microbiana, chamada de acidez adquirida e sua mensuração é realizada por neutralização (BELOTI et al., 2015). A acidez é considerada um parâmetro importante de qualidade do leite, principalmente para leite em temperatura ambiente que favorece o crescimento microbiano e produção de grande quantidade de ácido láctico. O pH considerado normal do leite está entre 6,4 e 6,8 (BELOTI et al., 2015).

Uma das principais causas da instabilidade da caseína é a acidez, que leva a problemas como sedimentação ao aquecimento e mesmo à coagulação. Leites com pH menor do que 6,6 tendem a apresentar acidez maior do que 18ºDornic (BELOTI et al., 2015).

As proteínas têm sua estabilidade máxima quando a temperatura, o pH e o equilíbrio eletrostático estão em seus pontos ótimos. Quando um ou mais pontos forem alterados, a proteína perde a estabilidade e tende a precipitar e coagular e esta tendência pode ser detectada na prova do álcool (BELOTI et al., 2015). Laticínios procuram receber leite com elevada estabilidade, já que durante o processamento os derivados lácteos sofrem tratamentos térmicos intensos. A baixa estabilidade é frequente no Brasil, sendo um fator limitante para a produção de leite UHT (FONSECA e SANTOS, 2007).

Segundo Fonseca e Santos (2007) a ocorrência de leite com instabilidade da proteína, com base em resultados da prova do álcool é um problema atualmente encontrado em vários estados do Brasil. Situações similares têm sido encontradas mesmo em leite que não apresenta acidez elevada e que não seja originário de vacas com mastite. Ocorrências semelhantes caracterizam o Leite instável não ácido (LINA), sendo um leite que precipita em solução alcoólica sem haver acidez elevada acima de 18º Dornic (MARQUES et al., 2007). Segundo Beloti et al. (2015), vários fatores podem determinar a formação de grumos na prova do álcool e do alizarol, sem que ocorra alteração na acidez do leite. Entre os principais fatores estão os desequilíbrios de sais, desequilíbrios entre energia e proteína na alimentação, qualidade ou substituições dos sais minerais ou do concentrado, alimentação, estresse térmico, concentração de ureia, estagio de lactação e ocorrência de mastite, todos os fatores ainda não estão totalmente elucidados (FONSECA e SANTOS, 2007; BELOTI et al., 2015).

Zanella et al. (2009) avaliaram 2.396 amostras de leite no Noroeste do Rio Grande do Sul e encontraram uma ocorrência de LINA de 55,2%. Houve variação na porcentagem de LINA nos meses de estudo, sendo

mais elevada no final do verão e início do outono (fevereiro e março). Nos meses de maior ocorrência de LINA fevereiro e março, as unidades produtoras de leite tiveram diminuição da sua produção que em média foi de 68 L de leite por dia. Já nos meses de julho e agosto onde foi observada a menor ocorrência de LINA, observaram também uma maior produção de leite por unidade produtora, quando em média eram entregues 110,8 L por dia. Comparando a época de ocorrência de LINA na região Noroeste do RS, as maiores ocorrências de LINA foram observadas no verão quando a soja ocupa as lavouras, fazendo com que as vacas leiteiras fiquem restritas as áreas marginais com pouca disponibilidade de pastagens. Já no outono e inverno as áreas de lavoura são ocupadas por pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum*) e aveia preta (*Avena strigosa*) aumentando a disponibilidade de alimentos e possivelmente reduzindo os casos de LINA. Zanella et al. (2009) verificaram que à medida que o volume de produção média de leite na propriedade aumentou, a incidência de LINA reduziu.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Comparar vacas mestiças Holandês x Jersey e vacas da raça Holandesa, primíparas e multíparas, quanto à produção, composição e características físicas do leite e ao desempenho produtivo em relação ao peso vivo das vacas nas primeiras oito semanas de lactação.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar os grupamentos genéticos quanto à produção, composição e características físicas do leite e ao desempenho produtivo em relação ao peso vivo.

Verificar a existência de diferenças nas curvas de produção, composição e características físicas do leite e desempenho produtivo de ambos grupamentos genéticos.

Verificar se as diferenças entre grupamentos genéticos apresentam diferentes amplitudes em vacas primíparas e multíparas para as características analisadas no início da lactação.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, em Lages, SC. Foram utilizadas 20 vacas, oito de raça Holandesa, sendo 4 primíparas e 4 multíparas e 12 mestiças ½ Jersey x Holandês, sendo 6 primíparas e 6 multíparas. Os animais foram avaliados do parto até as oito primeiras semanas de lactação. As vacas ficaram em um período de adaptação onde foram alojadas em piquetes conjuntos três semanas antes do parto. No período de avaliação pós-parto as vacas foram alojadas de forma individual em instalação do tipo *tiestall*, com acesso somente a água e alimento em área sombreada.

As dietas dos animais foram formuladas para atender 100% das exigências nutricionais, de acordo com o NRC (2001), sendo fornecida dieta totalmente misturada (RTM) (Tabela 1) no cocho. As dietas pré-parto foram constituídas por silagem de milho, milho moído, farelo de soja e mistura mineral e no pós-parto eram constituídas de silagem de milho, feno de alfafa, milho moído, farelo de soja, mistura mineral e bicarbonato de sódio. A constituição da dieta com base no alimento fornecido encontra-se na (Tabela 1). A quantidade ofertada para cada animal foi ajustada diariamente a fim de proporcionar sobras entre cinco e dez por cento.

Tabela 1: Composição e constituição bromatológica da dieta.

<i>Constituição (g/kg de matéria natural)</i>	<i>RTM</i>
Silagem de milho	694,5
Feno de alfafa	55,5
Farelo de soja	112,5
Milho moído	125
Mistura mineral	10
Bicarbonato de sódio	2,5
<hr/>	
<i>Composição bromatológica</i>	
Matéria seca (g/kg )	40,58
Matéria mineral (g/kg de MS)	9,29
Proteína bruta (g/kg de MS)	16,36
Extrato etéreo (g/kg de MS)	3,98
FDN* (g/kg de MS)	38,64
CNF**(g/kg de MS)	31,73

\*FDN fibra em detergente neutro.

\*\*CNF carboidratos não fibrosos: 100-(FDN-PB+EE+MM)

Foram coletadas amostras compostas de RTM no decorrer e no final do experimento. Após a coleta, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 60 °C durante 72 horas. Após esse período as mesmas foram moídas em peneira de 1 mm e armazenadas para posterior análises. Para determinar o teor de matéria seca (MS) as amostras moídas foram submetidas a secagem em estufa a 105°C por 20 horas. Após foi determinada a matéria mineral por queima em forno

mufla a 550°C durante 4 horas. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado conforme proposto por Mertens (2002), sendo as amostras pesadas em bolsas de filtro (modelo F57, ANKOM Technology, USA). O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl (AOAC., 1995). A concentração de extrato etéreo (EE) foi determinada em um sistema de refluxo (Soxtherm, Gerhardt; Alemanha) com éter etílico a 180°C por 4 horas.

A produção de leite foi medida diariamente através do medidor de leite WAIKATO® Multi Meter, aprovado pelo ICAR (*International Committee for Animal Recording*). Semanalmente foram coletadas amostras de leite de cada vaca, sendo compostas por uma alíquota da produção de leite da manhã e da tarde. As amostras foram acondicionadas em recipientes com bronopol como conservante e enviadas ao Laboratório Estadual de Qualidade do Leite - UnC/CIDASC em Concórdia – SC, para realização das análises de composição (teores de gordura, proteína, lactose, caseína e nitrogênio uréico do leite (NUL), pelo método de infravermelho (*Bentley Combisystem, Bentley Instruments®, Inc., U.S.A*) e contagem de células somáticas, por citometria de fluxo (*Delta Combiscope, Advanced Instruments®, Inc., U.S.A*).

Uma amostra de leite de cada ordenha foi coletada semanalmente para a realização das análises físicas, sendo armazenadas em refrigeração 3 - 8°C e analisadas 12 horas após a coleta. Com a finalidade de avaliar a resistência ou estabilidade térmica o leite foi submetido ao teste do álcool, que consistiu na mistura de 2 mL de leite e 2 mL de álcool em uma placa de Petri sob um fundo preto. As concentrações de álcool variaram de 56 a 82% v/v com intervalos de 2%. As amostras de leite que perderam a estabilidade com álcool  $\leq 72\%$  v/v e apresentaram acidez titulável menor igual a 18°D foram consideradas como instáveis. A titulação da acidez pelo método Dornic foi realizada conforme a IN 68 Brasil (2006). Foi transferido 10 ml da amostra de leite para um bêquer, em seguida adicionado 4 a 5 gotas da solução de fenoftaleína a 1% com solução Dornic (0,11 N ou N/9) ou com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, até aparecimento de coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos. O pH foi mensurado por intermédio de potenciometria.

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo os tratamentos formados pelos grupamentos genéticos (Holandês e ½ Holandês x Jersey) e os blocos pela paridade das vacas (primíparas e multíparas).

A correção da produção de leite para 4% de gordura foi realizada pela equação: Produção de leite x [0,4+(% de gordura x 0,15)] e a produção de leite corrigido para energia e proteína foi obtida pela equação  $ECM = (0.327*PL) + (12.95*\%G*PL/100) + (7.65*\%P*PL/100)$  (TYRRELL; REID, 1965), onde PL = produção de leite em kg/dia, G = percentagem de gordura e P= percentagem de proteína.

A eficiência produtiva em relação ao peso vivo foi estimada como produção diária / 100kg de Peso Vivo.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com medidas repetidas no tempo dentro da variável aleatória vaca. utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS, com estrutura de covariância autoregressiva, baseado no critério de informação de Akaike (AIC). Os dados foram previamente testados para normalidade dos resíduos pelo Teste de Shapiro-Wilk.

Os dados foram analisados de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + GG_i + OP_j + GG*OP_{ij} + S_k + GG*S_k + OP_{ij}*S_k + GG*OP_{ij}*S_k + e_{ijkl}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = produção de leite, teores e produção de gordura e proteína, leite corrigido para energia (ECM), leite corrigido para 4% de gordura, lactose de vacas pertencentes ao i-ésimo grupo genético, no seu j-ésimo parto e k-ésima semana.

$\mu$  = média geral

$GG_i$  = efeito do i-ésimo grupo genético (Holandês e ½ Holandês x Jersey)

$OP_j$  = efeito do j-ésima ordem de parto ( $i=1, \geq 2$ )

$S_k$  = efeito a k-ésima semana ( $k=1, \dots, 8$ )

$e_{ijkl}$  = erro experimental

A significância estatística foi definida como  $P \leq 0,05$  e tendências estatísticas como  $0,05 < P \leq 0,10$ .

## 5 RESULTADOS

As vacas da raça Holandesa produziram mais leite ( $P = 0,0002$ ) em relação às vacas mestiças Holandês x Jersey (Tabela 2). A produção foi afetada pela ordem de parto e estágio de lactação ( $P < 0,001$ ), havendo interação entre grupamento genético e ordem de parto ( $P = 0,0351$ ), sendo que a diferença entre os grupamentos genéticos ocorreu apenas nas vacas multíparas (Figura 1 B). A maior produção de leite foi acompanhada pela maior produção de leite corrigido para energia (ECM) ( $P=0,0270$ ), e tendência de maior produção de leite corrigido para 4% de gordura ( $P = 0,0636$ ) nas vacas da raça Holandesa (Tabela 2 e Figura 2), sem haver interação entre grupamento genético e ordem de parto.

O leite das vacas mestiças apresentou maior teor de gordura ( $P=0,0064$ ) (Tabela 2 e Figura 3), sem diferença para o teor de proteína ( $P = 0,1775$ ) (Figura 4). O teor de gordura não variou ao longo do período de avaliação ( $P = 0,5393$ ), enquanto o teor de proteína diminuiu com o avanço da lactação ( $P < 0,001$ ). Vacas mestiças Holandês x Jersey superaram ( $P = 0,0121$ ) as vacas Holandesas no teor de sólidos no leite (Tabela 2). Entretanto, os teores de lactose, extrato seco desengordurado (ESD), caseína e Nitrogênio Uréico no Leite não diferiram entre os grupamentos genéticos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2).

As vacas da raça Holandesa (Tabela 2) foram superiores para produção total de proteína ( $P = 0,0006$ ), não havendo diferença entre grupamentos genéticos para produção de gordura ( $P = 0,4458$ ).

Tabela 2: Médias dos quadrados mínimos  $\pm$  erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para produção, composição e características físicas do leite de vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey nas primeiras oito semanas de lactação.

Variável	Holandês	Holandês x Jersey	P
Produção de leite (kg/dia)	35,63 $\pm$ 1,34	29,026 $\pm$ 1,11	0,0002
Leite corrigido para 4% de gordura	33,34 $\pm$ 1,48	29,73 $\pm$ 1,22	0,0636
Leite corrigido para energia (ECM)	36,37 $\pm$ 1,42	32,17 $\pm$ 1,16	0,0270
Gordura (%)	3,67 $\pm$ 0,15	4,21 $\pm$ 0,12	0,0064
Produção de gordura (kg/dia)	1,27 $\pm$ 0,07	1,20 $\pm$ 0,06	0,4458
Proteína (%)	3,08 $\pm$ 0,06	3,19 $\pm$ 0,54	0,1775
Produção de proteína (kg/dia)	1,08 $\pm$ 0,035	0,916 $\pm$ 0,029	0,0006
Lactose (%)	4,64 $\pm$ 0,05	4,61 $\pm$ 0,04	0,6358
Sólidos Totais (%)	12,31 $\pm$ 0,19	12,96 $\pm$ 0,16	0,0121
Estrato seco desengordurado (%)	8,67 $\pm$ 0,09	8,77 $\pm$ 0,07	0,418
Nitrogênio ureico no leite (mg/dL)	14,96 $\pm$ 0,69	13,86 $\pm$ 0,57	0,222
Caseína (mg/dL)	2,34 $\pm$ 0,05	2,41 $\pm$ 0,05	0,284
pH leite	6,63 $\pm$ 0,02	6,61 $\pm$ 0,01	0,3936
Acidez titulável	17,50 $\pm$ 0,34	17,44 $\pm$ 0,37	0,9151
Concentração de álcool*	73,36 $\pm$ 1,17	74,68 $\pm$ 0,97	0,3855

\* concentração de álcool em que o leite perdeu a estabilidade

Não houve diferença entre os grupamentos genéticos para as características físicas do leite; pH e concentração de álcool em que o leite perdeu a estabilidade e acidez titulável ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2). Para a estabilidade ao teste do álcool houve efeito da ordem de parto ( $P=0,0081$ ), sendo que vacas primíparas apresentaram resistência a concentrações maiores de álcool ( $76,05 \pm 1,11\%$ ) em relação às multíparas ( $71,98 \pm 1,04\%$ ) (Figura 5).

Figura 1: Curva de produção de leite em vacas primíparas (A) e multíparas (B), em função das semanas em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).

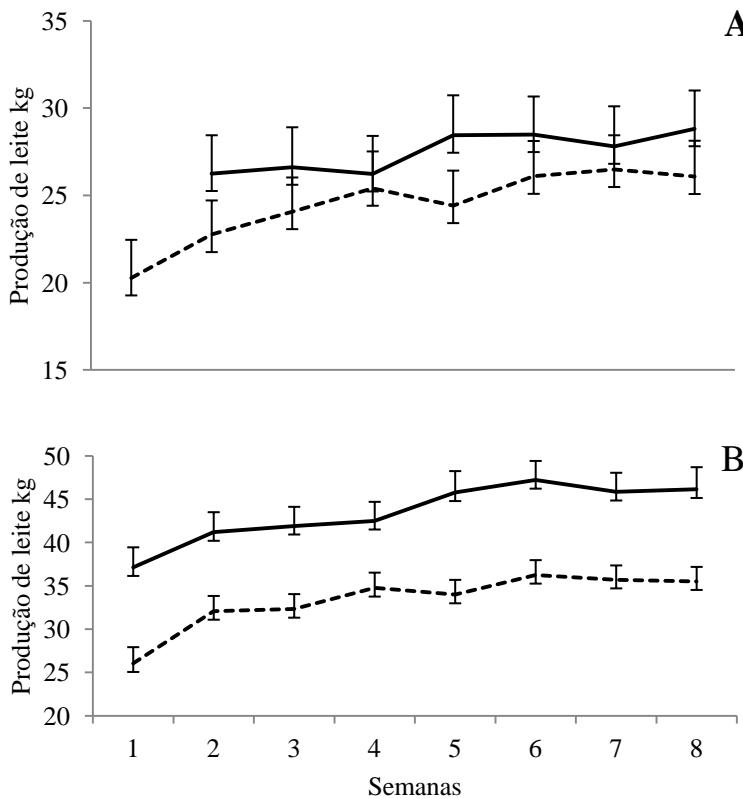


Figura 2: Curva de produção de leite corrigida para energia (ECM) em função das semanas em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).

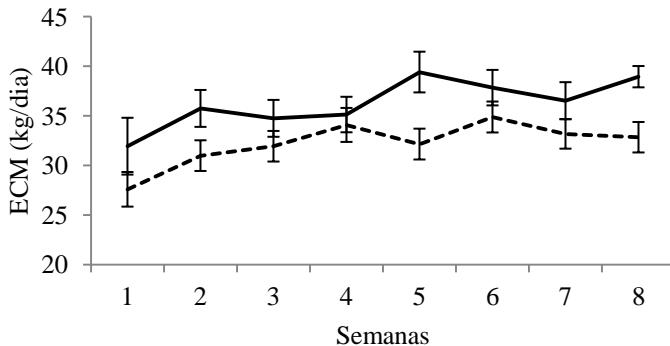


Figura 3: Curva do teor de gordura em função das semanas em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).

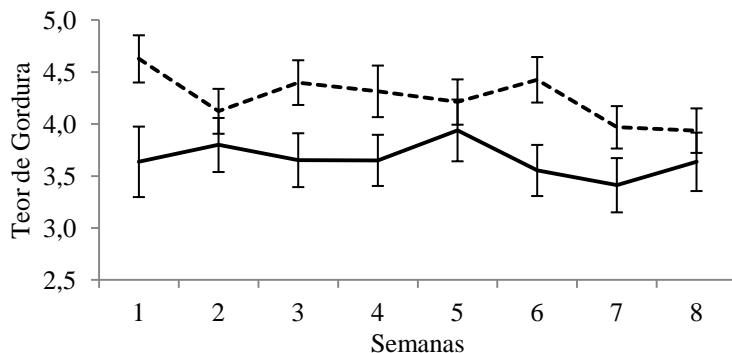


Figura 4: Curva do teor de proteína em função das semanas em lactação para vacas Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -).

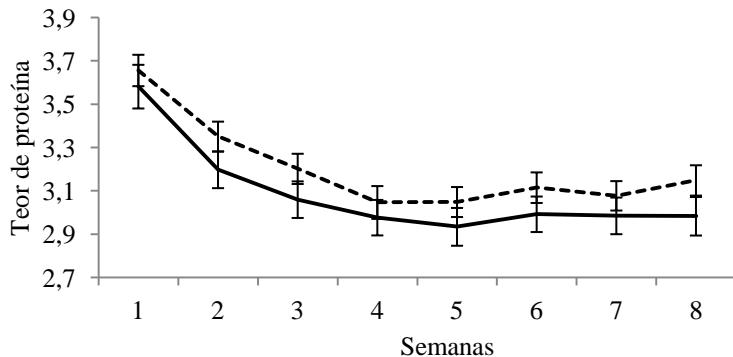
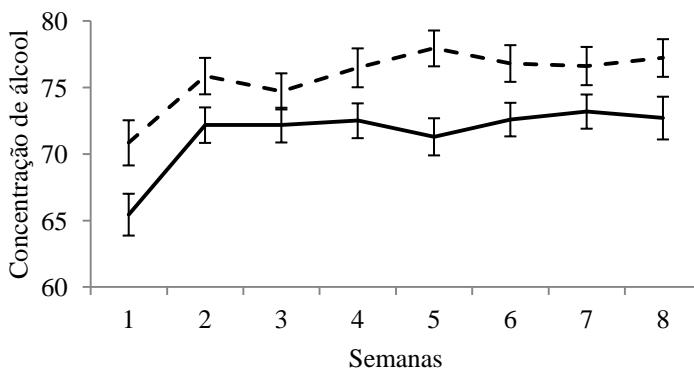


Figura 5: Curva da concentração de álcool médio em que houve instabilidade em função das semanas em lactação para vacas primíparas (.....) e multíparas (—).



Com relação a eficiência produtiva estimada como produção de leite em relação ao peso vivo não houve diferença entre os grupamentos genéticos ( $P > 0,05$ ) para as variáveis; produção de leite por 100 kg de peso vivo e produção de proteína por 100 kg de peso vivo (Tabela 3). Vacas mestiças foram superiores em produção de gordura por 100 kg de peso vivo ( $P = 0,0233$ ). Devido a superioridade das vacas mestiças na maior produção de gordura também houve tendência para as mesmas

serem superiores ( $P = 0,0728$ ) para produção de leite corrigido a 4% de gordura por 100 kg de peso vivo e ECM corrigido para 100 kg de peso vivo ( $P = 0,0754$ ).

Tabela 3: Médias dos quadrados mínimos  $\pm$  erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para variáveis relacionadas à eficiência produtiva por 100 kg de peso vivo em vacas Holandesas e mestiças Holandês x Jersey nas primeiras oito semanas de lactação.

Variável	Holandês	Holandês x Jersey	P
Kg de leite por 100 kg de PV	$6,173 \pm 0,274$	$6,330 \pm 0,229$	0,6595
Kg de gordura por 100 kg de PV	$0,221 \pm 0,01$	$0,263 \pm 0,01$	0,0233
Kg de proteína por 100 kg de PV	$0,187 \pm 0,001$	$0,199 \pm 0,006$	0,238
Kg de leite corrigido a 4% de gordura por 100 kg de PV	$5,781 \pm 0,29$	$6,476 \pm 0,244$	0,0728
ECM por 100 kg de PV	$6,308 \pm 0,3$	$7,005 \pm 0,247$	0,0754

## 6 DISCUSSÃO

A produção de leite até a oitava semana de lactação foi afetada pelo grupamento genético com maior produção para as vacas da raça Holandesa, resultado similar a vários trabalhos, assegurando que a raça Holandesa é conhecida mundialmente pela superioridade na produção de leite. Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com Vance et al. (2013), os quais observaram maior produção de leite no pico de produção para vacas da raça Holandesa (30,7 kg/ dia) em relação às mestiças, Jersey X Holandês (27,1 kg/dia) em sistema de produção baseada em pastagem. Em outro trabalho, Vance et al. ( 2012) encontraram superioridade para produção de leite em sistema de produção com vacas Holandesas confinadas e em pasto (9.053 kg/lactação e 6.274 kg/lactação, respectivamente) em relação às vacas mestiças Holandês X Jersey (7.438 kg/lactação e 5.964 kg/lactação, respectivamente). Resultados similares são reportados por (BROWN et al., 2012).

A produção de leite até a oitava semana de lactação foi afetada pela ordem de parto, resultado observado em diversos trabalhos, tais como; o de Brown et al. (2012). Este resultado pode ser explicado pelo fato de que fêmeas multíparas têm mais experiências reprodutivas, podendo causar um efeito significativo sobre a taxa de desenvolvimento alveolar da glândula mamária e a capacidade de produção de leite (LANG et al., 2012). Nesta fase há influência do consumo voluntário de matéria seca, o qual é mais alto em vacas multíparas do que em vacas primíparas. A capacidade de consumo de vacas primíparas com dois anos de idade próximos ao parto é em torno 80% do consumo voluntário observado em vacas multíparas (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000).

A maior produção de leite em vacas da raça Holandesa foi acompanhada pela maior produção de ECM. Estes resultados foram diferentes dos encontrados por Xue et al. (2011), os quais avaliaram mestiças primíparas Jersey x Holandês e primíparas da raça Holandesa até a 38<sup>a</sup> semana lactação e observaram que a produção de leite não foi afetada pelo grupamento genético ( $P>0,05$ ), sendo as mestiças significativamente superiores para produção de ECM ( $P<0,05$ ) devido a maior concentração de gordura e proteína no leite ( $P<0,001$ ).

A superioridade das vacas mestiças para teor de gordura tem sido reportada em diversos trabalhos e pode ser explicada pela superioridade da raça Jersey utilizada nos cruzamentos, em relação à raça Holandesa para esta variável. Entretanto, outros autores têm

verificado diferenças também para o teor de proteína, que não foi o caso de vacas em início da lactação no presente trabalho. Destacam-se os elevados teores médios de gordura em ambos grupamentos genéticos, considerando tratar-se de vacas em início da lactação. Vance et al. (2012), ao avaliar a concentração de gordura e proteína durante a lactação, observaram superioridade em vacas mestiças Jersey x Holandês para ambas as variáveis ( $P<0,001$ ) em relação às vacas Holandesas, tanto em sistema de produção a pasto quanto confinamento. Prendiville et al. (2011) também observaram maior percentagem de proteína e gordura ao longo da lactação em vacas mestiças Holandês x Jersey em relação às Holandesas em sistema de produção a pasto.

As vacas da raça Holandesa foram superiores para produção de proteína, porém, para produção de gordura não houve diferença entre o grupamento genético. Resultados diferentes foram observados por Vance et al. (2012), os quais não encontraram diferença tanto para a produção de proteína quanto para produção de gordura ao longo da lactação. A maior produção de proteína na raça Holandesa pode ser explicada pela superioridade que a raça apresenta para produção de leite em relação ás mestiças. A semelhança na produção de gordura em ambos grupamentos genéticos pode ser justificada pelo fato de que vacas mestiças apresentaram maior concentração de gordura no leite.

A semelhança nos teores de lactose em ambos grupamentos genéticos corrobora com os resultados encontrados de Xue et al. (2011) em vacas mestiças Holandês x Jersey e Holandesas ao longo da lactação. Vance et al. (2012) ao avaliarem a composição do leite de vacas mestiças Holandês x Jersey e comparar com vacas Holandesas em sistema de produção com animais confinados, não encontraram efeito significativo no grupamento genético para a variável lactose durante a lactação. Diferente de Prendiville et al. (2009), que ao avaliar diferentes grupamentos genéticos encontraram diferença para a concentração de lactose, sendo maior na raça Jersey 4,60%, intermediário em mestiças 4,53% e menor nas vacas Holandesas 4,49%. Brito et al. (2013) relatam que pode haver variação da síntese de lactose conforme a raça do animal, período de lactação e presença ou não de infecção na glândula mamária. Knob (2015) encontrou maior produção de leite com maior teor de lactose e proteína em vacas mestiças Holandês x Simental em relação às vacas Holandesas.

Prendiville et al. (2011) encontraram superioridade em vacas mestiças quando comparadas ás Holandesas para sólidos totais, sendo que a explicação para isso pode ser devido ao maior teor de gordura das

vacas mestiças Holandês x Jersey em relação às Holandesas. Resultados semelhantes ao encontrado no presente trabalho, em que as vacas mestiças Holandês x Jersey superaram as vacas Holandesas na produção de sólidos no leite nos primeiros 60 dias de lactação.

As vacas mestiças Holandês x Jersey não diferiram em termos de produção de leite por 100 kg de peso vivo em relação às vacas da raça Holandesa, mostrando similaridade na produção de leite para ambos os grupamentos genéticos. Observou-se uma tendência de superioridade para ECM por 100 kg de peso vivo em vacas mestiças quando comparadas com Holandesas. Prendiville et al. (2009) encontraram superioridade para sólidos corrigidos para energia, gordura, proteína e lactose (SCM) em vacas mestiças quando comparadas às vacas da raça Holandesa.

Além disso, Prendiville et al. (2009) encontraram diferença ao avaliar sólidos (gordura e proteína) corrigidos para 100 kg de peso vivo, sendo que as mestiças Holandês x Jersey foram superiores (0,320 kg) em relação às Holandesas (0,270 kg). No atual estudo houve diferença somente para produção de gordura por 100 kg de peso vivo entre os grupamentos genéticos, sendo as mestiças superiores. Já a produção de proteína por 100 kg de peso vivo foi semelhante entre os grupamentos genéticos. Para a variável leite corrigido para 4% de gordura por 100 kg de peso vivo houve tendência de superioridade em mestiças Holandês x Jersey.

Ao avaliar as características físicas do leite (concentração de álcool médio, pH e acidez titulável) de vacas mestiças Holandês x Jersey e vacas da raça Holandesa, não houve diferença significativa. Havendo somente diferença para ordem de parto ( $P=0,0081$ ), onde a concentração de álcool médio nas vacas primíparas foi maior ( $76,05\pm1,11$ ) em relação às vacas multíparas ( $71,98\pm1,04$ ). A prova do álcool tem a finalidade de avaliar a resistência ou estabilidade térmica do leite, com o objetivo de pré-determinar se a estabilidade térmica do leite é suficiente para que suporte o processamento térmico. Existem várias causas para a instabilidade da caseína, a principal é a acidez. Porém existem muitos outros fatores que podem ser responsáveis por causar a instabilidade no leite como; aquecimento, quantidade de cálcio, magnésio, fósforo e citrato, quantidade de células somáticas e componentes que estão em um delicado equilíbrio, podendo precipitar ou coagular quando estes fatores se alteram ou estão em desequilíbrio (BELOTI et al., 2015).

## 7 CONCLUSÕES

O cruzamento entre vacas leiteiras especializadas (Holandês X Jersey) pode ser uma alternativa viável em sistemas de confinamento no sul do Brasil, sendo que a menor produção de leite das vacas mestiças Holandês X Jersey no início da lactação é compensada pelo maior teor de gordura e sólidos totais no leite, de modo que apresentam eficiência similar em produção de leite e maior em produção de gordura em relação ao seu peso vivo.

Vacas primíparas apresentam maior resistência ao teste do álcool no início da lactação.

## REFERENCIAS

ALESSIO, D. R. M. **Abordagem multivariada teor de lactose do leite bovino: estudo metaanalítico e análise de banco de dados** 2013. 89 p. Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do estado de Santa Catarina, Lages, 2013. 89 p.

AOAC. **Oficial methods os analysis**. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1995.

BAUMAN, D. E.; MATHER, I. H.; WALL, R. J.; LOCK, A L. Major advances associated with the biosynthesis of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 4, p. 1235–1243, 2006.

BAUMGARD, L. H.; MATITASHVILI, E.; CORL, B. A.; DWYER, D. A.; BAUMAN, D. E. Trans-10, cis-12 Conjugated Linoleic Acid Decreases Lipogenic Rates and Expression of Genes Involved in Milk Lipid Synthesis in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, p. 2155–2163, 2002.

BELOTI, V.; RONALDO TAMANINI, L. A. N.; MARIA A. S MOREIRA, L. C. C. DA S.; FANANI., R.; REIS., K. T. M. G. **LEITE: Obtenção, inspeção e qualidade**. Londrina: Editora: Planta, 2015.

BOURDON, R. M. **Understanding Animal Breeding**. 2nd ed. Pretincce-Hall, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, 30 de dez. 2011.

BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F. **QUALIDADE DO LEITE**. Juiz de Fora, MG EMBRAPA 2001.

BRITO., M. A. P. E; COSTA., F. F.; BRITO., J. R. Aspectos associados á qualidade do leite: composição, saúde do úbere e resíduos químicos. **Qualidade microbiológica do leite cru**. Viçosa, MG: EPAMIG Zona da Mata. p.272, 2013.

BROWN, K. L.; CASSELL, B. G.; MCGILLIARD, M. L.; HANIGAN, M. D.; GWAZDAUSKAS, F. C. Hormones, metabolites, and reproduction in Holsteins, Jerseys, and their crosses. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 2, p. 698–707, 2012.

CAMPOS., R.; GONZÁLEZ., F.; COLDEBELLA., AR.; LACERDA, L. Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 241–249, 2007.

DALL PIZZOL, J. G. **Comparação entre vacas da raça holandesa e mestiças das raças holandesa x jersey quanto à sanidade, imunidade e facilidade de parto** Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do estado de Santa Catarina, Lages, 55 p. 2012.

DIAS, A. L. G. **Avaliação do parto de vacas da raça holandesa inseminadas com holandês ou jersey e do desenvolvimento, sanidade e concentração de imunoglobulinas dos bezerros.** Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do estado de Santa Catarina, Lages, 51 p. 2012.

DÜRR, J. W. **Como produzir leite de qualidade.** 4. ed. Brasília: SENAR, 2012. 44 p. 2012.

FELIPPE, E. W. **Comparação de vacas mestiças das raças holandesa x jersey com vacas puras quanto à eficiência produtiva e reprodutiva.** Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do estado de Santa Catarina, Lages 54 p. 2013.

FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; ZANELA, M. B.; MARQUES, L. T.; ABREU, A. S.; MACHADO, S. C.; FRUSCALSO, V.; BARBOSA, R. S.; STUMPF, M. T. Leite instável não ácido: um problema solucionável?. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.3, p.838-849 , 2012.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. . **Estratégias para Controle de Mastite e Melhoria da Qualidade do Leite.** São Paulo: Lemos Editorial, 2007.

FOX, P.F.**Milk: An overview.** In: THOMPSON, A.; BOLAND, M.; SINGH, H. **Milk Proteins—From Expression to Food.** Inc.,Burlington: MA, p. 1 - 54, 2009.

GAONA, R. Alguns indicadores metabólicos no leite para avaliar a relação nutrição: fertilidade. Anais do 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária. **Anais...** Gramado: Brasil: Conbravet, 2002.

GONZÁLEZ, F. H. DIÁZ; SILVA, S. C. DA. **Introdução à bioquímica clínica veterinária.** 2nd ed. Porto Alegre: editora da UFGRS, 2006.

GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. Indicadores metabólicos nutricionais do leite. Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da região Sul do Brasil. **Anais...** Porto Alegre: editora da UFRGS.. p.31–47, 2003.

HANSEN, P. J. Improving Dairy Cow Fertility through Genetics. **Florida Dairy Production Conference**, v. 2007, n. February, p. 23–30, 2007.

HEINS, B. J.; HANSEN, L. B.; SEYKORA, A. J.; et al. Crossbreds of Jersey×Holstein Compared with Pure Holsteins for Production, Fertility, and Body and Udder Measurements During First Lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 3, p. 1270–1278, 2008.

IBARRA, A. Sistema de pagamento do leite por qualidade. In: J. W. . DÜRR; M. . CARVALHO; M. . SANTOS (Eds.); **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil.** Passo Fundo -RS: editora da UPF, 2004.

INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, J. B. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1573–1597, 2000.

KNOB, D. A. Crescimento, desempenho produtivo e reprodutivo de vacas holandês comparadas às mestiças holandês x simental.

Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do estado de Santa Catarina, Lages, 2015. 100 p.

LANG, S. L. C.; IVERSON, S. J.; BOWEN, W. D. Primiparous and multiparous females differ in mammary gland alveolar development: implications for milk production. **Journal of Experimental Biology**, v. 215, n. 16, p. 2904–2911, 2012.

LOPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D. J.; HOLMES, C. W.; BLAIR, H. T.; SPELMAN, R. J. Effects of selection and crossbreeding strategies on industry profit in the New Zealand dairy industry. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 164–172, 2000.

LOPEZ-VILLALOBOS, D J GARRICK, H T BLAIR, C. W. H. Possible effects of 25 years of selection and crossbreeding on the genetic merit and productivity of New Zealand dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 154–63, 2000.

MARÉCHAL, C. LE; THIÉRY, R.; VAUTOR, E.; LOIR, Y. LE. Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products-A review. **Dairy Science and Technology**, v. 91, n. 3, p. 247–282, 2011.

MARQUES, L. T.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JÚNIOR, W.; FISCHER, V. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (lina) e efeito sobre os aspectos físicos-químicos do leite. **Revista brasileira de agrociencia**, v. 13, n. 1, p. 91–97, 2007.

MATTOS, W. ; PEDROSO, A. M. . Influencia da nutrição sobre a composição de sólidos totais no leite. In: F. A. P. dos Santos.; J. C. de Moura.; V. P. de Faria. (Eds.); **Visão técnica e econômica da produção leiteira**. Piracicaba - SP: Anais do 5º Simpósio sobre bovinocultura leiteira. 2005.

MERTENS, D. . Gravimetric determination of amylasetreated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a

collaborative study. **Journal of AOAC.**, v. 85, n. 6, p. 1217–1240, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

SANTOS, M.V. Contagem de células somáticas e qualidade do leite e derivados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE (5.: 2001 : Belo Horizonte). Anais... Belo Horizonte, p.1 15-127, 2001.

MONARDES, H. Reflexões sobre a qualidade do leite. O compromisso com a qualidade do leite no Brasil. **Anais...** Passo Fundo: Editora Universitária UPF, 2004.

OLTENACU, P. A.; BROOM, D. M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. **Animal Welfare**, v. 19, n. SUPPL. 1, p. 39–49, 2010.

PEREIRO, J. C. C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal.** 5th ed. BELO HORIZONTE - MG, 2008.

PERES J. R. O leite como uma ferramenta de monitoramento nutricional. **Uso do leite para monitorar a nutrição a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras.** Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

PRENDIVILLE, R.; LEWIS, E.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. Comparative grazing behavior of lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey x Holstein-Friesian dairy cows and its association with intake capacity and production efficiency. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 764–774, 2010.

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey x Holstein-Friesian cows at pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 6176–85, 2009.

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 6, p. 2741–50, 2010.

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; DELABY, L.; BUCKLEY, F. Animal performance and production efficiencies of Holstein-Friesian, Jersey and Jersey ?? Holstein-Friesian cows throughout lactation. **Livestock Science**, v. 138, n. 1-3, p. 25–33, 2011.

SANTOS, M. V. DOS. Contagem de células somáticas e qualidade do leite e derivados. **Anais do SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE**,. 5th ed. Belo Horizonte: São Paulo Intituto Fernando Costa., 2001.

STACHOWICZ, K.; SARGOLZAEI, M.; MIGLIOR, F.; SCHENKEL, F. S. Rates of inbreeding and genetic diversity in Canadian Holstein and Jersey cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. Figure 3, p. 5160–75, 2011.

THALER NETO, T.; RODRIGUES, R. S.; CÓRDOVA, H. D. A. Desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês x Jersey em comparação ao Holandês. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.12, n.1, p. 7-12, 2013.

THALER NETO, A.; DAL PIZZOL, J.; DIAS, A. L. G.; RODRIGUES, R. S.; BERNARDI, M. L. Recursos genéticos para a região Sul. In: Simpósio sobre Produção Competitiva de Leite - Região Sul - INTERLEITE, 2009, Chapecó - SC. **Anais**. Chapecó - SC. 2009.

TYRRELL, H. F.; REID, J. T. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of dairy science**, v. 48, n. 9, p. 1215–1223, 1965.

VANCE, E. R.; FERRIS, C. P.; ELLIOTT, C. T.; HARTLEY, H. M.; KILPATRICK, D. J. Comparison of the performance of Holstein-Friesian and Jersey×Holstein-Friesian crossbred dairy cows within three contrasting grassland-based systems of milk production. **Livestock Science**, v. 151, n. 1, p. 66–79, 2013.

VANCE, E. R.; FERRIS, C. P.; ELLIOTT, C. T.; MCGETTRICK, S. A; KILPATRICK, D. J. Food intake, milk production, and tissue changes of Holstein-Friesian and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-input total confinement system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1527–44, 2012.

WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ed.); Porto Alegre: p.108, 2000.

XUE, B.; YAN, T.; FERRIS, C. F.; MAYNE, C. S. Milk production and energy efficiency of Holstein and Jersey-Holstein crossbred dairy cows offered diets containing grass silage. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 3, p. 1455–1464, 2011.

ZANELA., M. B.; RIBEIRO., M. E. R.; FISCHER., V.; GOMES., J. F.; JR, W. S. Ocorrência do leite instável não ácido no noroeste do Rio Grande do Sul . **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 61, n. 4, p. 1009–1013, 2009.

ZENI, D. **Nitrogênio uréico no leite de vacas mantidas em pastagens de aveia e azevém**. Dissertação de mestrado. Dissertação (mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Medicina Veterinária em Clínica Médica da Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2010. 48 p.

## CAPÍTULO II

# PESO VIVO, ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E PERFIL METABÓLICO EM VACAS DE RAÇA HOLANDESA E MESTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY NO PERIPARTO

### 1 INTRODUÇÃO

O clima subtropical da região Sul do Brasil favorece a criação de raças leiteiras especializadas, destacando-se a raça Holandesa e Jersey, favorecendo a obtenção de produtividade elevada. No passado, as indústrias de laticínios nacionais eram voltadas ao mercado interno, sendo o pagamento baseado em volume de leite produzido, fazendo com que os produtores direcionassem a seleção de seus rebanhos para a produção de leite, em detrimento da sua composição, além de características funcionais. A seleção genética acirrada para a produção de leite têm elevado a diversos problemas, tais como diminuição na eficiência reprodutiva, saúde e longevidade de rebanhos. Geralmente nos rebanhos de vacas com alta produção são vistos problemas reprodutivos, como ciclos estrais mais curtos, menor duração de estro, ovulações múltiplas e mais frequentes (WEIGEL, 2006; HANSEN, 2007). Além disto, problemas com consanguinidade têm sido frequentes em todo o mundo, devido a intensa seleção entre raças puras, principalmente Holandês e Jersey (STACHOWICZ et al., 2011).

Em um estudo em que Pinedo et al. (2014) analisaram a taxa de descarte em rebanhos de diferentes grupamentos genéticos, encontraram, (30,1%) de descarte em mestiças (F1 Holandês x Jersey), (32,1%) em vacas da raça Jersey e (35%) em vacas da raça Holandesa. As principais razões para os descartes entre os grupos genéticos foram; a baixa produtividade (19,4%), seguido por mortes (17,5%), mastite (13,1%), e lesão e doenças (10,4%). Trabalhos comparando raças nos Estados Unidos mestiças Holandês X Jersey com vacas Holandesas puras mostraram efeitos positivos para as mestiças em relação a questões reprodutivas. Mestiças Holandês X Jersey tiveram significativamente menos dias em aberto em relação às vacas

Holandesas na primeira, segunda e terceira lactação, (24 dias a menos, 42 dias a menos, 42 dias a menos, respectivamente) (HEINS et al., 2012).

Trabalhos comparando vacas mestiças e puras sob condições experimentais poderão possibilitar uma análise mais aprofundada das possibilidades do emprego de cruzamento. Em especial no período de transição pré e pós-parto, onde poucos conhecimentos sobre diferenças entre grupamentos genéticos tem sido gerados, tanto sobre os aspectos produtivos, como especialmente sobre o perfil metabólico, importantes gargalos dos sistemas atuais de produção. Neste sentido, os resultados deste experimento poderão auxiliar no entendimento das transformações que as vacas passam durante o período de maior desafio do ciclo produtivo e irão elucidar se o cruzamento com vacas da raça Jersey poderá minimizar os problemas metabólicos nesta fase, comparativamente às vacas puras da raça Holandesa.

Os indicadores sanguíneos são utilizados como uma ferramenta para o diagnóstico de desordens metabólicas (GONZÁLEZ et al., 2011). A avaliação de metabolitos em torno do parto pode desenvolver estratégias de monitoramento e intervenção para evitar o descarte precoce de vacas leiteiras em transição (ROBERTS et al., 2012). Desequilíbrios entre os nutrientes glicídios, proteínas e minerais podem ocorrer no organismo do animal. Quando esses desequilíbrios não são muito severos ou de curta duração o metabolismo consegue compensar utilizando reservas corporais. Em casos de desbalanços severos ocorre o esgotamento das reservas corporais dos animais, ocasionando doenças que, na maioria das vezes, são de difícil percepção, limitando a produção como perdas de rentabilidade (WITTWER, 2000).

Análises sanguíneas de um grupo representativo de animais para avaliar as principais vias metabólicas relacionadas a energia, proteínas e minerais, bem como a funcionalidade de órgãos vitais como o fígado podem ser realizadas para o monitoramento de rebanhos leiteiros no período de transição (WITTWER, 2000). O monitoramento de vacas individuais, especialmente em grandes rebanhos, é de fundamental importância, sendo uma ferramenta valiosa de gestão, podendo prever os riscos para doenças dentro de um rebanho, além de um controle minucioso sobre alimentação, produção de leite e ambiência (NIELSEN et al., 2005). Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi comparar o perfil metabólico de vacas mestiças Holandês x Jersey com o de vacas da raça Holandesa no período de transição pré e pós-parto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E PESO VIVO

Em vacas leiteiras a camada de gordura subcutânea é um indicador da quantidade de energia estocada, sendo que esta reserva pode ser avaliada pelo escore de condição corporal (ECC), recurso bastante utilizado na atividade leiteira para acompanhar e avaliar programas de nutrição e desempenho reprodutivo, assim como para melhorar a produção e saúde dos animais (HUTJENS, 1991). No decorrer da lactação a condição corporal de vacas leiteiras sofre flutuação. No período do parto até o pico de lactação as vacas tendem a perder condição corporal devido ao balanço energético negativo e no final da lactação, assim como vacas secas, normalmente se encontram em balanço energético positivo e ganham condição corporal (PATTON et al., 1988).

A avaliação do escore de condição corporal é realizada mediante a palpação e inspeção da cobertura de músculos e gordura subcutânea nas áreas dos processos transversos e lombares e da fossa ísquio caudal, utilizando escala de 1 a 5, onde 1: emaciada, 2: delgada, 3: média, 4: pesada e 5: gorda, conforme metodologia descrita por (FERGUSON e OTTO, 1989).

Diversos trabalhos tem demonstrado maior peso em vacas puras Holandesas em relação às mestiças Holandês x Jersey, porém com menor condição corporal. Em um estudo realizado por Prendiville, Pierce, e Buckley (2009) que avaliaram o peso vivo e o ECC de vacas Holandesas e mestiças Holandês x Jersey ao longo da lactação. Observaram que as vacas da raça Holandesa foram significativamente mais pesadas ( $P < 0,001$ ) em relação às vacas mestiças Holandês x Jersey (498 vs. 448 kg), enquanto o ECC médio foi significativamente maior ( $P < 0,001$ ) para as vacas mestiças Holandês x Jersey (3,0 vs. 2,76 pontos).

Vance et al. ( 2013) também observaram maior peso vivo em vacas Holandesas quando comparadas com vacas mestiças Holandês x Jersey ( $P < 0,001$ ), sendo as vacas Holandesas 44 kg mais pesadas, com diferenças ao parto, até os 100 dias de lactação, até os 200 dias de lactação e no período seco de; 56 kg, 44 kg, 43 kg e 34 kg, respectivamente. Enquanto que o ECC das vacas Holandês x Jersey foi em média de aproximadamente 0,2 pontos maior ( $P < 0,001$ ) em relação

às vacas da raça Holandesa. Heins et al. (2012) encontraram ECC maior para as vacas mestiças Holandês x Jersey quando comparado com vacas Holandesas puras na primeira, segunda e terceira lactação.

## 2.2 BETA-HIDROXIBUTIRATO

A capacidade de alimentação das vacas leiteiras de alta produção nas duas semanas antes do parto e quatro semanas após o parto, não acompanhou os avanços a seleção genética para a produção de leite (ANDREWS et al., 2008). Desta maneira, neste período as vacas leiteiras são vulneráveis à cetose, pois absorvem pouca glicose de forma direta, sendo que esta é necessária para o metabolismo dos tecidos, em especial para formação de lactose na glândula mamária (RADOSTITS, 2002). No início da lactação ocorrem adaptações metabólicas para atender à crescente demanda de energia, principalmente para a produção de leite. Uma das adaptações é a mobilização de tecido adiposo, no qual se refletem o aumento de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e betahidroxibutirato (BHB) no plasma (SCHÄFF et al., 2013).

A ocorrência de cetose é mais frequente nas últimas duas semanas de gestação e no início da lactação, período em que geralmente os animais encontram-se em balanço energético negativo (BEN). Em função do crescimento fetal no final da gestação e mudanças hormonais em decorrência da preparação para o parto e produção de leite, pode haver diminuição da ingestão de matéria seca e consequentemente falta de nutrientes para suprir a demanda dos tecidos corporais. No momento do parto até o pico de lactação, o qual ocorre em torno dos 60 dias após o parto, há uma alta demanda de glicose para a síntese de lactose, além de uma necessidade de lipídeos para a síntese gordura do leite (ANDREWS et al. 2008). Neste período a demanda de glicose aumenta e não pode ser totalmente suprida. Em condições de BEN existe uma redução da produção de leite, devido a queda do consumo de energia, porém esse não é um mecanismo automático. Existem estímulos hormonais que induzem a produção de leite e são superiores aos efeitos da diminuição do consumo de alimentos (RADOSTITS, 2002).

Para satisfazer a exigências de produção de leite, a vaca pode utilizar nutrientes da dieta e reservas corporais. Nos primeiros dois meses de lactação, uma vaca que produz 45 kg de leite por dia, irá utilizar até 2 kg de gordura corporal e aproximadamente 350 g de proteína corporal diária. Com relação aos glicídeos ingeridos pela dieta, 80% são fermentados no rúmen para formação de ácidos graxos

voláteis, entre eles estão o ácido acético, propiônico e butírico. Os quais posteriormente serão absorvidos pelo rúmen. O ácido acético pode ser oxidado em vários tecidos ou incorporados em gordura do leite pela glândula mamária (ANDREWS et al., 2008).

Geralmente após o parto, as vacas leiteiras utilizam o controle homeorrético para sua manutenção, que envolve a coordenação de processos metabólicos e fisiológicos, resultando em participação direcionada de nutrientes para cada estado fisiológico como, por exemplo, crescimento, gestação e lactação. Em situações de BEN, através controle homeorrético, o animal utiliza energia proveniente dos depósitos de gordura corporal que são mobilizados como AGNE (BAUMAN e BRUCE CURRIE, 1980).

Em estado de equilíbrio energético, o nível de AGNE plasmático das vacas, está entre 30 a 100 mmol/L. Esse nível pode aumentar em estados de deficiência energética, quando ocorre a mobilização de lipídeos. Em casos de mobilização, os depósitos de triglicerídeos no tecido adiposo sofrem contínua hidrólise (lipólise) e reesterificação (lipogênese), processos que ocorrem por duas vias metabólicas diferentes, e a relação determina o nível plasmático de ácidos graxos. (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Em ocasiões de lipólise, os triglycerídeos que estão armazenados na célula adiposa sofrem hidrolise por ação da lipase hormônio-sensível, para a produção de três ácidos graxos livres e glicerol. O glicerol não é utilizado pelo tecido adiposo, sendo então transportado para o fígado para formação de glicose via gliconeogênese (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Quando a taxa de lipólise supera a taxa de lipogênese, os ácidos graxos se acumulam na célula adiposa e saem em direção ao plasma, sendo transportados pela albumina e levados para os tecidos periféricos para servir como uma fonte energética. Os ácidos mais importantes são os de cadeia longa, principalmente o palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico. Quando os ácidos graxos alcançam os tecidos periféricos, sofrem oxidação para render moléculas de acetil-CoA, que podem incorporar-se ao ciclo de Krebs para a geração de energia (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A acetil-CoA pode ser oxidada no ciclo do ácido tricarboxílico (ATC) ou ser metabolizada para acetoacetil-CoA. A sua oxidação no ATC depende do suprimento de oxaloacetato a partir do precursor propionato, caso houver deficiência de propionato a oxidação do acetil-CoA no ATC será limitada, sendo o acetil-CoA metabolizado para acetocetil-CoA e, subsequentemente para acetoacetato e BHB (RADOSTITS, 2002).

Em casos de jejum, o tecido nervoso não utiliza ácidos graxos como fonte de energia, utilizando preferencialmente glicose, mas quando esta não está presente em casos de jejum prolongados utiliza corpos cetônicos (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Como os corpos cetônicos aceacetato e BHB podem ser utilizados como fontes de energia, estão normalmente presentes no sangue e a sua concentração é resultado do equilíbrio entre a produção no fígado e a utilização pelos tecidos (RADOSTITS, 2002). A capacidade da completa oxidação de AGNE pelo fígado é limitada, conduzindo a formação de corpos cetônicos, re-esterificação e acumulação de triglicerídeos no fígado. O músculo esquelético também pode auxiliar na oxidação de AGNE diminuindo a carga de AGNE no fígado (SCHÄFF et al., 2013).

Sendo assim, o nível de ácidos graxos no plasma revela o grau de mobilização das gorduras de reserva, servindo como um metabólito indicador do equilíbrio energético do animal. Níveis plasmáticos de AGNE maiores que 650 mmol/L indicam mobilização anormalmente elevada de triglicerídeos. O processo de beta-oxidação dos ácidos graxos até acetil-CoA é realizado na matriz mitocondrial, além de render moléculas de acetil-CoA para que continuem sendo oxidados no ciclo de Krebs, também gera energia (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Desta forma, os corpos cetônicos são intermediários metabólicos e sua fonte básica são os ácidos graxos. Qualquer composto que possa gerar acetil-CoA, pode ser considerado fonte de corpos cetônicos.

Nos ruminantes o acetato e o butirato produzidos no rúmen são importantes fontes de ácidos graxos de cadeia longa e também de corpos cetônicos. O rúmen também sintetiza corpos cetônicos a partir do butirato absorvido. O BHB é um metabólito importante no perfil bioquímico dos ruminantes, sendo que aproximadamente 50% do butirato é oxidado para formar corpos cetônicos na parede ruminal. Devido a isso, os ruminantes possuem valores normalmente mais elevados de corpos cetônicos no sangue em relação aos monogástricos (RADOSTITS, 2002; GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A intensa mobilização de gordura corporal para produção dos corpos cetônicos acetoacetato, beta-hidroxibutirato e acetona nos tecidos e líquidos corpóreos, podem alcançar níveis tóxicos para o organismo (DRACKLEY et al., 1992; INGVARTSEN, 2006).

Segundo González e Silva (2006), existe uma correlação positiva entre os níveis sanguíneos de ácidos graxos livres e corpos cetônicos. A oxidação excessiva de ácidos graxos juntamente com a deficiência de energia na dieta, provoca alguns casos de cetose. A

maioria das vacas de alta produção leiteira tem algum grau de cetose subclínica no início da lactação, principalmente em função do BEN. O ponto de corte para BHB em rebanhos leiteiros no início da lactação segundo Oetzel (2004), é de  $\geq 1,4$  mmol/L e constituem nível de alarme para risco de doenças no rebanho quando mais que 10% dos animais estão com valores acima do ponto de corte.

Gross et al. (2013) realizaram biopsia de fígado de vacas Holandesas e observaram um aumento do conteúdo de triglicerídeos no fígado, nas três semanas antes do parto até na primeira semana após o parto, havendo diminuição posteriormente. Gross et al. (2013) avaliaram concentração plasmática de BHB e AGNE em vacas multíparas da raça Holandesa nas primeiras três semanas antes do parto, na primeira semana após o parto e na quarta semana após o parto, onde encontraram valores de  $0,44 \pm 0,02$  mmol/L e  $0,23 \pm 0,02$  mmol/L,  $0,70 \pm 0,04$  mmol/L e  $0,78 \pm 0,08$  mmol/L,  $0,7 \pm 0,07$  mmol/L e  $0,47 \pm 0,05$  mmol/L, respectivamente.

Roberts et al. (2012) avaliaram concentrações de BHB de vacas Holandesas uma semana antes do parto, na primeira semana após o parto, na segunda semana após o parto e encontraram concentrações de BHB de  $\geq 0,7$  mmol/L,  $\geq 1,2$  mmol/L e  $\geq 1,6$  mmol/L, respectivamente, e associaram com risco de descarte de vacas leiteiras até 60 dias após o parto. Alvarenga et al. (2015) encontraram aumento das concentrações médias de BHB e AGNE ( $P < 0,05$ ) no período após o parto em relação ao período pré-parto de vacas da raça Holandesa. As concentrações de BHB na terceira semana, segunda semana e primeira semana antes do parto foram  $0,42 \pm 0,16$  mmol/L,  $0,4 \pm 0,21$  mmol/L e  $0,39 \pm 0,14$  mmol/L, respectivamente, no momento do parto as concentrações de BHB encontradas foram de  $0,44 \pm 0,12$  mmol/L. As concentrações de BHB 2 dias, 5 dias, 15 dias e 21 dias após o parto foram de  $0,59 \pm 0,22$  mmol/L,  $0,68 \pm 0,24$  mmol/L,  $0,57 \pm 0,25$  mmol/L, e  $0,64 \pm 0,15$  mmol/L, respectivamente. Observa-se que as concentrações de BHB antes do parto permaneceram constantes apresentando aumento dois dias após o parto.

Geralmente a cetose se manifesta em torno de três á seis semanas após o parto (RADOSTITS, 2002; ANDREWS et al., 2008). Sendo responsável por perdas econômicas em rebanhos leiteiros, resultando na diminuição da produção de leite, problemas com fertilidade e aumento do risco para deslocamento de abomaso. A cetose subclínica é mais frequente do que a cetose clínica, sendo que mais de 90% dos casos de cetose subclínica ocorre no primeiro e segundo mês

após o parto (GEISHAUSER et al., 2001). Além de possuir significância econômica importante, vários estudos reportaram que a cetose subclínica é comum em vacas de alta produção variando a prevalência de 7 e 34% (RADOSTITS, 2002). Em um trabalho mais recente, McArt et al. (2012) encontraram incidência para cetose subclínica em rebanhos de 26 a 60%.

A cetose clínica ocorre em ruminantes quando eles são submetidos a exigências de glicose e glicogênio, e essas não podem ser atendidas por sua atividade metabólica Ospina et al. (2010), sendo a hipoglicemias o principal fator envolvido no início dos desenvolvimentos dos sinais clínicos (ANDREWS et al., 2008). Na cetose subclínica, há excesso de corpos cetônicos, porém sem causar sinais clínicos (ZHIGANG ZHANG et al., 2011).

González et al. (2011) conduziram um trabalho para estudar as relações entre os indicadores sanguíneos de mobilização lipídica e função hepática em vacas leiteiras de alta produção. Foram avaliadas 27 vacas no início da lactação e 14 vacas no terço médio da lactação. As vacas no início da lactação apresentaram níveis de AGNE e BHB mais elevados, em relação às vacas do terço médio da lactação. Uma alta mobilização de lipídeos foi detectada ( $\text{NEFA} > 400 \mu\text{mol/L}$ ) em 67% das vacas no início da lactação, e 7% das vacas no terço médio da lactação. Enquanto que a cetose subclínica ( $\text{BHB} > 1,2 \text{ mmol/L}$ ) foi detectada em 41% das vacas do início da lactação, e 28% das vacas no terço médio da lactação.

Chapinal et al. (2012) avaliaram concentrações séricas de AGNE, BHB e cálcio na última semana antes do parto e na primeira e segunda semana após o parto de vacas Holandesas e associaram com a produção de leite no início da lactação, taxa de prenhez e primeira inseminação artificial. Na última semana antes do parto as concentrações de AGNE, BHB e Cálcio foram de  $\geq 0,5 \text{ mmol/L}$ ,  $\geq 0,6 \text{ mmol/L}$  e  $\leq 2,1 \text{ mmol/L}$ , respectivamente, sendo associadas com redução na produção de leite de 1,6-3,2 kg/dia. Os níveis de AGNE e BHB na primeira e segunda semana após o parto aumentaram de  $\geq 700$  para  $\geq 1000 \mu\text{mol/L}$  e  $\geq 1,400$  para  $\geq 1,200 \text{ mmol/L}$ , respectivamente. Sendo estes associados com perdas na produção de leite no primeiro controle leiteiro. Em vacas primíparas não houve diferença estatística associada com concentrações de AGNE e diminuição na produção de leite. De acordo com Bauman e Currie (1980), as vacas primíparas já estão em

equilíbrio entre crescimento e produção de leite, consequentemente podem mudar seu particionamento metabólico mais facilmente em resposta aos desafios de saúde.

Ao avaliar vacas primíparas da raça Holandesa, Jersey e mestiças Holandês x Jersey nos primeiros 100 dias após o parto, Olson et al. (2011) não encontraram diferença significativa em relação à ocorrência do quadro clínico de cetose entre os grupamentos genéticos.

Saborío e Sánchez (2013) avaliaram um rebanho de vacas da raça Jersey no período de ( $8\pm3$  até  $30\pm3$  dias) após o parto, e encontraram uma prevalência de cetose subclínica de 9,65% e de cetose clínica de 3,5%. Anderson et al. (2007) encontraram maior incidência de cetose em vacas das raças Jersey e mestiças Jersey x Holandês (12,3%) em relação as vacas da raça Holandesa puras (5,1%). Dall Pizzol (2012) também encontrou maior concentração de BHB no parto em vacas mestiças Holandês x Jersey ( $0,5802 \pm 0,0498$  mmol/L) em relação as Holandesas ( $0,4027 \pm 0,0615$  mmol/L) ( $P=0,0304$ ), porém ao avaliar a concentração de BHB na nona semana após o parto não encontrou diferenças entre o grupamento genético ( $P= 0,4482$ ) ( $0,2247 \pm 0,0233$  mmol/L) e ( $0,2001 \pm 0,0193$  mmol/L), respectivamente.

### 2.3 GLICOSE

A importância da glicose no metabolismo está relacionada com diversas funções, sendo fonte de energia para todas as células, em especial tecido nervoso, fonte de glicerol para biossíntese de triglicerídeos no tecido adiposo, manutenção de intermediários do ciclo de Krebs. Além disso, a glicose é a única fonte de energia para o feto durante a gestação e precursora de lactose na glândula mamária (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Geralmente nas primeiras semanas de lactação as vacas leiteiras não conseguem adaptar rapidamente seu metabolismo para a alta produção de leite. A síntese de leite requer altas quantidades de precursores glicogênicos para a síntese de lactose Wittwer e Bohmwald (2000), podendo ocorrer hipoglicemia (glicose sérica menor que 45 mg/dL) (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Nos casos de cetose ocorre um quadro de hipoglicemia juntamente com a elevação dos corpos cetônicos (WITTWER e; BOHMWALD, 2000).

O nível de glicose nos ruminantes tende a diminuir à medida que a gestação avança, devido há alta demanda de glicose pelo feto. Porém, no momento do parto, a glicemia tem um aumento agudo devido ao estresse, mantendo o nível em baixa na primeira semana de lactação

em vacas de alta produção (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2002). A glicemia pode cair do normal de 50-70 mg/dL para 20-40 mg/dl, e os corpos cetônicos do sangue podem aumentar. Níveis sanguíneos de glicose menores que 35 mg/dL em vacas leiteiras com duas a seis semanas de lactação constituem sinal de alarme (WITTWER e BOHMWALD, 2000).

Com objetivo de monitorar indicadores bioquímicos do metabolismo energético durante o pós-parto de vacas multíparas da raça Holandesa, Campos et al. (2007) encontraram menores valores de glicose na segunda semana de lactação ( $39,42 \pm 2,69$  mg/dL), sendo que nas outras semanas avaliadas, quinta, oitava e 11<sup>a</sup> semana, houve um aumento gradativo dos valores de glicose ( $40,86 \pm 3,42$  mg/dL  $50,22 \pm 4,32$  mg/dL e  $53,64 \pm 3,78$  mg/dL, respectivamente). Além disso, observaram maior valor de AGNE também na segunda semana de lactação ( $0,39 \pm 0,05$  mmol/l), sendo que posteriormente seus valores caíram ( $0,29 \pm 0,03$ ,  $0,24 \pm 0,03$ ,  $0,22 \pm 0,02$  mmol/l, respectivamente). Houve uma relação inversa dos metabólitos glicose e AGNE na segunda semana de lactação, isto é, menor nível de glicose e maior nível de AGNE, como esperado.

A utilização da determinação da glicose em amostras de sangue em ruminantes foi deixada de lado, devido ao forte controle homeostático hormonal que o organismo mantém sobre sua concentração, o que permite que valores se mantenham muito constantes, independente de fatores ligados à dieta (WITTWER, 2000). Na digestão de ruminantes pouca glicose proveniente do trato digestivo entra na corrente sanguínea, sendo que o fígado é o órgão responsável pela sua síntese a partir de moléculas precursoras na via da gliconeogênese. O ácido propiônico produz 50% da glicose em ruminantes, os aminoácidos gliconeogênicos contribuem com 25% e o ácido láctico com 15%, sendo outro precursor importante o glicerol (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

O nível de glicose tem pouca variação, devido aos mecanismos homeostáticos serem bastante eficientes, aos quais envolvem o controle endócrino por parte da insulina e do glucagon sobre o glicogênio, e dos glicocorticoides sobre a gliconeogênese. Em casos de fornecimento energético inadequado, esses hormônios estimulam a degradação de glicogênio hepático e a síntese de nova glicose no fígado e, em casos de balanço energético negativo à mobilização de triglicerídeos ocorre para fornecer ácidos graxos como fonte de energia e glicerol como precursor de glicose hepática (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

## 2.4 COLESTEROL

O colesterol é necessário para a formação de membranas, para síntese de ácidos biliares, hormônios esteroides e vitamina D. As fontes de colesterol são a dieta, e a síntese de colesterol endógena é na sua maioria sintetizada no fígado (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; THRALL, 2007). O colesterol é excretado através dos ácidos biliares na forma de sais (glicocolato e taurocolato de sódio ou de potássio) para o intestino, a fim de ajudar na digestão dos lipídeos. O colesterol livre também pode ser liberado com a bile, sendo que a maior parte do colesterol liberado dessa forma é reabsorvida no intestino, e volta à circulação retornando ao fígado (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A transição de vacas não lactantes para vacas lactantes, representa um período crítico no metabolismo de lipídeos, pois as reservas corporais precisam ser mobilizadas para satisfazer as exigências cada vez maiores de energia para o início da produção de leite (KESSLER et al., 2014).

A determinação dos níveis séricos/plasmáticos de colesterol para avaliar o balanço energético em vacas leiteiras é recomendada por Wittwer (2000). Casos de diminuição dos níveis séricos/plasmáticos de colesterol, é indicativo de um quadro de déficit energético e comprometimento da função hepática, já o aumento, ocorre em resposta a ingestão de níveis elevados de energia na forma de lipídeos (WITTWER, 2000). Em geral, elevados níveis séricos/plasmáticos de colesterol e triglicerídeos indicam quadro de balanço energético positivo (BEP), onde a via metabólica da lipogênese está ativada (FERNANDES et al., 2012).

As vacas apresentam hipercolesterolemia durante a lactação, com maiores níveis associados de HDL (principal lipoproteína transportadora de colesterol). O maior nível de HDL protege as vacas dos efeitos deletérios da hipercolesterolemia, já que existe uma correlação negativa entre os níveis sanguíneos da lipoproteína HDL (que contém menos colesterol) e os problemas arteriais (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). O alto nível de HDL em vacas lactantes pode ser explicado devido à adaptação durante a lactação mediante aumento da reserva de apo C (principal apoproteína da HDL), da alta utilização de VLDL pela glândula mamária (lipólise de componentes convertem a VLDL em HDL) e devido ao aumento da síntese de HDL no fígado em resposta à lactação (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Kessler et al. (2014) avaliaram concentrações de colesterol total e colesterol livre de vacas multíparas da raça Holandesa e encontraram

( $3,56 \pm 0,06$  mmol/L ou  $137,7 \pm 2,32$  mg/dL) e ( $0,72 \pm 0,02$  mmol/L ou  $27,86 \pm 0,77$  mg/dL), respectivamente. As concentrações diminuíram a partir de três semanas antes do parto, para um nadir uma semana após o parto ( $1,59 \pm 0,05$  mmol/L ou  $61,14 \pm 1,9$  mg/dL) e ( $0,53 \pm 0,01$  mmol/L ou  $20,51 \pm 0,38$  mg/dL), respectivamente. Observou-se um aumento das concentrações até a décima quarta semana após o parto ( $4,91 \pm 0,12$  mmol/L ou  $190 \pm 4,64$  mg/dL) e ( $1,22 \pm 0,03$  mmol/L ou  $47,21 \pm 1,16$  mg/dL), respectivamente.

Kessler et al. (2014) observaram diminuição da atividade enzimática lecitina-colesterol-acil-transferase (LCTA), uma enzima que é responsável pela esterificação do colesterol, a qual, segundo González e Silva (2006) transfere um ácido graxo da lecitina para o colesterol. A LCTA diminuiu seus níveis da terceira semana antes do parto até uma semana após o parto, aumentando posteriormente. No mesmo período, foram observadas diminuição de triglycerídeos, colesterol e lipoproteínas, ocorrendo um aumento destes a partir da quarta semana após o parto.

Ao avaliar expressões de genes hepáticos que são fatores chave para a biossíntese do colesterol, estes estavam regulados para o aumento do requerimento do colesterol, assim como para exportação de triglycerídeos do fígado em vacas lactantes. No entanto, as mudanças nas expressões gênicas mesmo estando reguladas, não houve reflexo no aumento das concentrações de seus componentes de lipoproteínas, triglycerídeos e colesterol no plasma. A hipótese dos baixos níveis de triglycerídeos e colesterol ainda não está elucidada, podem ser devido a uma taxa de exportação comprometida a partir do fígado, ou devido à consequência do aumento da transferência desses nutrientes essenciais para o leite ou para a prole (KESSLER et al., 2014).

Na avaliação da concentração plasmática de colesterol em vacas primíparas e multíparas da raça Holandesa dos 10 até os 89 após o parto, foram encontradas concentrações médias de colesterol de (4,9 mmol/L ou 189,6 mg/dL) e para vacas dos 90 até 215 após o parto, foram encontradas concentrações médias de (5,9 mmol/L ou 228,3 mg/dL) (COZZI et al., 2011).

## 2.5 PROTEÍNAS TOTAIS

Durante a gestação e lactação a concentração de proteínas plasmáticas tende a diminuir, devido à demanda de aminoácidos para a lactação e por influência da baixa na quantidade de albumina. Porém, no

término da gestação ocorre um marcado aumento das gamaglobulinas e consequentemente no teor de proteínas totais(GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Os valores considerados normais de proteína total para bovinos são de 66 – 75 g/L e as alterações nos valores das proteínas são hipoproteinemias e hiperproteinemias, causadas por alterações na albumina e globulina. O aumento da proteína total pode ser causado por desidratação e inflamação, já a diminuição da proteína total é geralmente causada por falhas na síntese ou absorção, principalmente devido à insuficiência hepática, falhas de absorção intestinal e má nutrição proteica (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A diminuição no teor de proteína total pode decorrer de menor concentração de albumina, globulina ou de ambas (THRALL, 2007).

Em casos de hidratação excessiva ocorre a diminuição de albumina e globulina. Casos de hipoalbuminemia com globulina normal ou aumentada, ocorre devido a menor produção ou a maior perda de albumina . Caso ocorra diminuição da albumina, com aumento simultâneo do teor de globulinas, pode não haver diminuição do teor de proteínas totais (THRALL, 2007). A menor produção de albumina ocorre em casos de insuficiência hepática, inanição, parasitismo gastrintestinal, má absorção intestinal e insuficiência pancreática exócrina. Pode ocorrer maior perda de albumina em casos de doença glomerular. Em casos de insuficiência hepática ocorre diminuição da albumina devido a incapacidade de produção (THRALL, 2007).

Hipoglobulinemia com teor de albumina normal ou aumentado ocorrem quase sempre devido falha de imunidade passiva, por exemplo, bezerros que não ingerem a quantidade suficiente de colostrum ou em casos de imunodeficiência adquirida ou hereditária (THRALL, 2007).

Em casos de aumento de globulina, a causa depende do tipo de globulina que está aumentada. Casos de aumento da concentração de beta-globulina podem ocorrer devido a uma doença inflamatória aguda, síndrome nefrótica, doença hepática e resposta imune. Doença hepática quando crônica pode induzir a maior produção de globulinas (THRALL, 2007).

Cozzi et al. (2011) encontraram valores médios de proteínas totais e globulinas plasmáticas em maior concentração nas vacas multíparas da raça Holandês (83 g/L e 45 g/L), em relação às vacas primíparas (80 g/L e 43g/L), respectivamente. Os mesmos valores encontraram-se em maiores concentrações no plasma sanguíneo no verão (83 g/L e 45 g/L), do que no inverno (80 g/L e 44 g/L),

respectivamente. Ressaltando que não houve alteração da concentração da albumina plasmática no verão, excluindo a possibilidade de desidratação dos animais. Esse aumento das proteínas totais e globulinas no verão, segundo os autores, é decorrente da resposta metabólica dos animais ao calor. Segundo González e Silva (2006) a desidratação é acompanhada do aumento de albumina e globulina por hemoconcentração ao diminuir o volume plasmático.

## 2.6 ALBUMINA

A albumina é a proteína mais abundante do plasma sanguíneo, correspondendo em torno de 50 a 65% das proteínas circulantes. É sintetizada no fígado e possui uma meia vida de duas semanas. É considerada como um indicador mais sensível para avaliar o status nutricional proteico. Contribui com 80% da osmolaridade do plasma, além do transporte de bilirrubina, magnésio e cálcio, também possui importante função como controladora do pH sanguíneo atuando como ânion (CONTRERAS, 2000). Sua concentração na circulação sanguínea pode ser afetada pela quantidade de proteína na dieta, funcionamento hepático, disponibilidade de aminoácidos principalmente para a produção de leite, desidratação e por parasitismos gastrintestinais (CONTRERAS, 2000). Segundo González e Silva (2006), os valores normais de albumina para bovinos são de 27 – 38 g/L. A concentração de albumina em vacas pode diminuir imediatamente após o parto para níveis menores que 3,0 g/dL e aumentar no pós-parto a níveis de 3,7 a 6,9 g/dL por dia. Estes aumentos não ocorrem em animais com dietas deficientes em proteína, nas quais a concentração pode permanecer baixa por 4 a 6 meses após o parto, nesse caso pode ocorrer a redução de aminoácidos para a síntese de proteínas no leite e também a síntese de outras proteínas (CONTRERAS, 2000). Baixas concentrações de albumina estão associadas com alterações na produção de leite e na sua qualidade, com baixo teor de sólidos não gordurosos (PAYNE e PAYNE, 1987). A baixa da albumina por um tempo prolongado devido à má nutrição proteica, ocorre em função de um mecanismo de compensação, que consiste na passagem de albumina do espaço extravascular (tecidos) para o espaço intravascular, sendo observadas perdas de proteínas tissulares com mudanças menores das proteínas plasmáticas. A albumina participa também do transporte de ácidos graxos livres pelo plasma (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Souza (2005) encontrou valores séricos de albumina para vacas da raça Holandesa obtidas em amostras coletadas no puerpério recente

até 10 dias após o parto de ( $2,99\pm0,27$  g/dL), essas amostras foram inferiores do que as coletadas no puerpério tardio entre 30 e 45 dias após o parto ( $3,22\pm0,30$  g/dL) e dos animais com mais de 60 dias após o parto ( $3,20\pm0,20$  g/dL). Zambrano e Marques Jr (2009) verificaram queda da albumina durante o puerpério de vacas mestiças Gir x Holandês, com valores de ( $31,12\pm2,06$  g/L) no pré parto, ( $27,4\pm3,61$  g/L) entre 17 e 78 dias após o parto e ( $29,29\pm2,49$  g/L) entre 110-153 dias após o parto. Os autores sugeriram que esta queda poderia estar relacionada com a quantidade de proteína na dieta, aumento na demanda de aminoácidos para a síntese de proteínas lácteas ou redução da capacidade de síntese no fígado devido ao acúmulo de gordura. Contreras (2000) relata que a albumina e as proteínas totais decaem com a redução da função hepática. González e Silva (2006) relatam que não ocorre hipoalbuminemia até que a massa funcional hepática diminua em 70-80% e nesses casos as provas de função hepática estarão alteradas.

## 2.7 GLOBULINA

Os dois principais tipos de proteínas do plasma são albumina e globulina. A albumina é a maior dela e sua quantidade no sangue é maior do que a de globulina (THRALL, 2007).

As globulinas representam um grupo heterogêneo de proteínas grandes, mas de tamanho variável. Abrangem diversos tipos de moléculas de anticorpos e outras proteínas que atuam no sistema imune, fatores de coagulação, enzimas e proteínas transportadoras de lipídeos, vitaminas hormônios, hemoglobina extracelular e íons metálicos. São classificadas em alfa, beta e gama-globulina em função de sua mobilidade eletroforética (THRALL, 2007).

A fração alfa-globulina inclui uma globulina ligada a tiroxina (transportadora de tiroxina), transcortina (transportador de cortisol), lipoproteína (transportadora de lipídeos), ceruloplasmina (transporta cobre), haptoglobina (liga-se a hemoglobina), antitrombina III (inibe a trombina) e alfa<sub>2</sub>-macroglobulina (liga-se a insulina e inibe a tripsina), sendo que todas essas proteínas são sintetizadas no fígado (THRALL, 2007). De uma forma geral, as frações alfa 1 e 2 estão ligadas por dois componentes: as proteínas de fase aguda e as lipoproteínas, sendo que quando ocorre algum processo inflamatório a concentração de proteínas de fase aguda sofre variação. As proteínas de fase aguda negativa diminuem sua concentração diante da infamação (ex: albumina e transferrina), e as proteínas de fase aguda positiva, sofrem aumento em

casos de inflamação (ex: haptoglobina, proteína C reativa, amilóide A sérica, Alfa-1 glicoproteína e cerruloplasminina) (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A fração beta-globulina incluem outras lipoproteínas que transportam lipídeos, tranferrina e ferritina (que transporta ferro), proteína C reativa, componentes do complemento, plasminogênio e fibrinogênio, sendo a maior dessas proteínas também são sintetizadas no fígado. As moléculas de imunoglobulinas IgM e IgA são sintetizadas nos tecidos linfoides em resposta a um estímulo抗igenico. A fração gammaglobulina é composta de imunoglobulinas. Essa fração pode conter todos os tipos de imunoglobulinas, proteínas que são produzidas nos tecidos linfoides em resposta a um estímulo抗igenico (THRALL, 2007).

## 2.8 CREATINA QUINASE

O aumento na atividade sérica da creatina quinase (CK) ocorre em agressões patológicas e iatrogênicas, que podem ser causadas por lesões nas fibras musculares e resultar na liberação de CK. Pode ser liberada também em casos de necrose ou lesão celular reversível. Lesões em órgãos e tecidos do músculo liso podem causar aumento da atividade sérica da CK, porém em menor extensão do que quando a lesão ocorre em musculatura estriada (SCOTT e STOCKHAM, 2011).

Há conteúdo suficiente de CK no útero de bovinos para que um acontecimento de endometrite possa causar um aumento na atividade sérica da CK. Quatro vacas com endometrite grave e moderada a grave exibiram valores de CK maiores (igual a 7 ou até 15 vezes, respectivamente) do que valores encontrados em cinco vacas sadias. Houve um aumento concomitante, mas relativamente mínimo, na atividade da AST (SCOTT e STOCKHAM, 2011). Segundo González e Silva (2006) a enzima CK está localizada no citosol das células e são de tamanho pequeno, dessa maneira conseguem ultrapassar a membrana celular rapidamente mesmo que não exista um dano tecidual grande.

Na avaliação da concentração plasmática de CK em vacas da raça Holandesa primíparas e multíparas, Cozzi et al. (2011) encontraram maiores concentrações de CK em primíparas (122 U/L) do que em multíparas (103 U/L). Harris et al. (2007) relatam que vacas multíparas são dominantes sobre as primíparas, devido a isso pode haver disputa física com os animais dominados que seriam as primíparas e esse ser um dos fatores de maior concentração plasmática de CK nestes animais. Na avaliação da concentração plasmática de CK de primíparas e multíparas

da raça Holandesa no início da lactação dos 10 aos 89 dias, foram encontradas concentrações médias de (107 U/L) e em animais na metade da lactação dos 90 até 215 dias, foram encontradas concentração médias de (111 U/L) (COZZI et al., 2011).

## 2.9 ASPARTATO-AMINOTRANSAMINASE

O aumento da enzima aspartato – aminotransaminase (AST) ocorre devido a uma lesão no hepatócito que pode ser reversível ou irreversível. Essa lesão pode ocorrer em razão de uma variedade de agressões como: inflamação, hipóxia, substâncias tóxicas, traumatismos, hemólises ou remoção tardia de soro do coágulo (SCOTT e STOCKHAM, 2011). Devido à enzima AST estar presente em duas isoformas, no citosol e na mitocôndria das células, para ser liberada na corrente sanguínea ela necessita de um dano tecidual grande, de modo que o aumento da AST ocorre de maneira mais lenta quando comparada com CK. Valores máximos da enzima AST são encontrados na corrente sanguínea 24-36 horas após a ocorrência da lesão (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A sensibilidade da AST em bovinos é de 94% para lipidose hepática, 100% para leptospirose e de 53% para abcessos hepáticos (KANEKO, HARVEY e BRUSS, 2008).

Para saber se a elevação da enzima AST é devido ao aumento da permeabilidade hepatocelular ou à lesão muscular, é necessário associar a dosagem de CK, a qual é enzima músculo específica, assim o aumento de CK e AST juntas indicam lesão muscular. Já em caso de elevação da enzima AST associada com CK normal é indicativo de um provável dano hepatocelular (SOARES, 2004). González e Silva (2006) relatam que a AST em ruminantes é um bom indicador de funcionamento hepático e valores altos de AST associados a valores baixos de colesterol e albumina revelam com razoável certeza transtornos de função hepática. Chamberlin et al. (2013) encontraram uma correlação positiva entre percentagem de lipídeos nos hepatócitos e atividade da AST ( $P < 0,01$ ;  $r = 0,41$ ), e entre a concentração plasmática de NEFA e atividade da enzima AST ( $P < 0,01$ ;  $r = 0,26$ ). Os níveis séricos normais para a enzima AST segundo González e Silva (2006) é entre (78 a 132 U/L).

Na avaliação da função hepática de vacas mestiças com baixo ECC, Oliveira et al. (2014) encontraram valores de AST do parto até cinco semanas após o parto entre ( $69,14 \pm 13,63$  e  $78,11 \pm 23,86$  U/L). No mesmo período encontraram valores da enzima gama-glutamil-transferase (GGT) entre ( $20,81 \pm 6,75$  e  $19,67 \pm 8,06$  U/L), estando essas

aumentadas (6,1 a 17,4 U/L) segundo (KANEKO et al., 2008). A partir da avaliação da função hepática Oliveira et al. (2014) relataram um quadro de lesão hepática leve no parto.

Ao avaliar vacas no início da lactação e vacas no terço médio da lactação, González et al. (2011) não encontraram diferença estatística entre os grupos, porém vacas no início da lactação apresentaram maior concentração de AST em relação às vacas que estavam no terço médio da lactação ( $93,08 \pm 30,36$  U/L e  $83,98 \pm 15,86$  U/L, respectivamente). González et al. (2011) encontraram 8 de 27 vacas no início da lactação com AST maior do que 100 U/L, sendo considerado indicativo de lesões hepáticas, provavelmente devido à infiltração de gordura.

## 2.10 GAMA-GLUTAMIL-TRANSFERASE

A atividade sérica da enzima gama-glutamil-transferase (GGT) pode estar aumentada em bovinos devido a obstruções do ducto biliar, colecistite, intoxicação por cobre, micotoxicoses hepáticas, fasciolose e em casos de lipidose hepática a magnitude pode ser discreta (STOCKHAM, 2011).

A enzima GGT está presente em todas as células com exceção no músculo e apresenta grande atividade no rim e fígado, mas somente aquela de origem hepática é encontrada no plasma, pois a de origem renal é excretada na urina (GONZALEZ e SHEFFER, 2002). Chamberlin et al. (2013) encontraram uma baixa correlação de GGT com a concentração plasmática de AGNE em vacas holandesas ( $P = 0.02$ ;  $r = 0.09$ ). Observa-se GGT aumentada em vacas leiteiras com lipidose hepática e em animais infestados por *Fasciola hepatica* os níveis de GGT estarão aumentados cerca de seis semanas após a infecção (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Na avaliação de parâmetros do perfil metabólico em vacas Jersey no Sul do Rio Grande do Sul, Roos et al. (2008) encontraram maior concentração de GGT em vacas no pós-parto de 7 até 80 dias de lactação (29,24 U/L) quando comparadas com vacas secas de 25 a 10 dias pré parto (19,71 U/L). Segundo os autores, o aumento na concentração de GGT em vacas no pós-parto pode ser devido à maior quantidade de proteína ofertada na dieta, não havendo relação com disfunção hepática, já que as concentrações de GGT não estão acima dos valores considerados normais, que segundo González e Silva (2006) são de (6,1 a 17,4 U/L).

Cozzi et al. (2011) encontraram maior concentração plasmática de GGT em vacas multíparas da raça Holandesa (24 U/L) quando

comparadas com primíparas da mesma raça (23 U/L). Este resultado pode ser em decorrência do maior estresse produtivo nas multíparas em relação às primíparas. Na avaliação plasmática de GGT em primíparas e multíparas do início da lactação, até os 89 dias e no meio da lactação, dos 90 até os 215 dias, Cozzi et al. (2011) encontraram concentrações médias de (22 U/L e 24 U/L, respectivamente).

O colostrum de vacas tem atividade elevada de GGT, sendo estas absorvidas no intestino do bezerro após ingestão do colostrum nas primeiras horas de vida. Bezerros podem ter atividade enzimática maiores quando comparados com bezerro adultos, indicando uma passagem de imunidade adequada (SCOTT e STOCKHAM, 2011). Dias (2010) encontrou concentração de proteínas totais, imunoglobulinas e GGT no soro sanguíneo entre 1 dia até os 15 dias de idade superior para bezerros mestiços Holandês x Jersey quando comparados com bezerros da raça Holandês puros (8,72 mg/dL, 6,72 mg/dL e 4,00 U/L e 8,75 mg/dL, 6,85 mg/dL e 4,36 U/L, respectivamente).

## 2.11 CÁLCIO

A hipocalcemia, paresia puerperal ou febre do leite é a doença metabólica mais comum em vacas leiteiras recém-paridas, principalmente no momento em que inicia a lactação e os animais são desafiados a manter a homeostase do cálcio (GOFF, 2008). A deficiência aguda de cálcio se manifesta com perda progressiva de toda a função muscular, podendo os sinais clínicos surgir entre 24 horas antes e 78 horas depois do parto (ANDREWS et al., 2008). O nível considerado normal de cálcio sanguíneo é de (2,2 a 2,6 mmol/L ou 8,8 a 10,4 mg/dL) (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

O cálcio ionizado é mais importante para a função metabólica imediata. Quando ocorrem baixas concentrações séricas de albumina, uma vaca lactante pode apresentar baixas concentrações séricas de cálcio total, porém sem apresentar sinais clínicos de hipocalcemia. Em condições de alcalose, aumenta a capacidade de ligação do cálcio à albumina, provocando um decréscimo na concentração de cálcio ionizado. Dessa forma as concentrações de cálcio ionizado indicam com maior segurança as condições metabólicas das vacas (SMITH, 2006).

Em geral as vacas com hipocalcemia apresentam hipofosfatemia (2,1 mg/dL), hipermagnesemia (2,2 a 2,7 mg/dL) e hiperglicemias (95 a 130 mg/dL) (SMITH, 2006). É considerada hipocalcemia subclínica quando os níveis de cálcio são inferiores a 8,0 mg/dL, porém sem manifestações clínicas de doença, sendo considerada

hipocalcemia clínica quando os valores de cálcio encontram-se inferiores a 6,0 mg/dL juntamente com as manifestações clínicas (VAN SAUN, 2007). Geralmente em casos de hipocalcemia clínica o teor plasmático ou sérico de cálcio varia entre 3,0 a 6,0 mg/dL (ANDREWS et al., 2008). Distúrbios subclínicos de Ca sanguíneo provocam a redução no consumo de alimentos, falta de motilidade ruminal e intestinal, baixa produtividade e aumenta a susceptibilidade de doenças metabólicas e infecciosas (GOFF, 2008). Falhas severas dos mecanismos homeostáticos de cálcio no plasma sanguíneo levam à diminuição grave nos níveis séricos de cálcio, que pode resultar em paralisia, decúbito e, às vezes, a morte da vaca, conforme a severidade da doença (GOFF et al., 1995).

Os animais ruminantes absorvem cálcio alimentar pelo intestino delgado conforme as necessidades corpóreas (RADOSTITS, 2002). Cerca de 90% do cálcio do organismo está depositado como fosfato de cálcio no esqueleto e os 10% restantes, metade está na forma ionizada ( $\text{Ca}^{2+}$ ), sendo fisiologicamente ativa e a outra metade está ligada a proteínas, basicamente a albumina. Medidas convencionais se fazem utilizando o cálcio total, porém de relevância maior do ponto de vista fisiológico está o cálcio iônico, já que os fatores que podem afetar a albumina não tem influência sobre o cálcio iônico (ARIOLI e CORRÊA, 1999).

A homeostase do cálcio é controlada endocrinamente pelos hormônios paratórmonio (PTH), calcitonina e 1,25-diidroxicolicalciferol (1,25-DHCC) (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). O PTH é secretado em resposta a uma hipocalcemia e por sua vez, estimula a conversão do 25-diidroxcolecalciferol em 1,25-DHCC (RADOSTITS, 2002). O PTH estimula a desmineralização óssea para aumentar o teor de cálcio sanguíneo e a 1,25-DHCC participa da absorção intestinal e da reabsorção tubular renal distal de cálcio, por estimular a síntese de uma proteína que se liga ao cálcio, fundamental para a absorção desse mineral pelas células epiteliais desses órgãos (THRALL, 2007).

A hipocalcemia estimula o mecanismo homeostático do cálcio para melhorar a capacidade de absorção intestinal desse elemento e aumentar a ressorção óssea. Necessita-se de aproximadamente de 24h de estimulação por níveis elevados de 1,25-DHCC para incrementar o transporte intestinal de cálcio. O aumento na taxa de ressorção óssea requer 48 h de estímulo pelo PTH. Caso ocorra falhas em tais adaptações para suprir a demanda de cálcio, pode ocorrer casos de hipocalcemia clínica (SMITH, 2006).

Alterações clínicas que induzem uma hipocalcemia podem ocorrer devido à produção de PTH ou 1,25-DHCC não biologicamente ativas ou quando os órgãos-alvos não respondem adequadamente a esses hormônios, devido a um defeito bioquímico específico ou devido à lesão de um órgão alvo (ARIOLI e CORRÊA, 1999). Em vacas leiteiras, principalmente de alta produção, a doença ocorre devido aos animais não se adaptarem rapidamente ao aumento súbito das demandas de cálcio no momento do parto e início da lactação. Uma depressão das concentrações de cálcio ionizado nos líquidos teciduais é considerada o defeito bioquímico básico na hipocalcemia. No início da lactação ocorre um período transitório de hipocalcemia, provocado por um desequilíbrio entre a saída de cálcio pelo colostro e o influxo de cálcio para o compartimento extracelular a partir do intestino grosso (RADOSTITS, 2002).

Durante o período seco as exigências de cálcio são mínimas, em torno de 10 a 12 g/dia e no momento do parto a vaca deve mobilizar aproximadamente 30 g de cálcio ou mais. Às vezes ocorrem falhas do funcionamento rápido e adequando da paratireoide e do sistema endócrino da 1,25-DHCC, causando hipocalcemia. Na maioria das vacas observa-se uma adaptação dentro de 48 horas após o parto, decorrente do aumento da concentração plasmática de PTH e 1,25-DHCC no início da hipocalcemia, bem como da mobilização de cálcio pelo aumento da absorção intestinal e reabsorção óssea (RADOSTITS, 2002). Vacas que produzem 10 kg de colostro na primeira ordenha após o parto necessitam de 2,3 g de cálcio/kg de colostro, valor que é cerca de nove vezes mais alto que do que a quantidade de cálcio presente em todo o compartimento plasmático da vaca. Este cálcio deve ser rapidamente reposto via absorção intestinal, reabsorção óssea e reabsorção renal (RADOSTITS, 2002).

Existem vários fatores que podem desencadear a doença, tais como vacas com mais de três lactações, visto que com o avanço da idade diminuem as trocas de cálcio no osso e a absorção do mineral no intestino. Em animais velhos o risco de hipocalcemia aumenta cerca de 9% a cada lactação (Lean et al., 2006), fato que pode ser explicado devido à diminuição da mobilização de cálcio no osso e diminuição dos receptores 1,25-DHCC de cálcio no intestino (VAN MOSEL et al., 1993).

A incidência de hipocalcemia é maior nas vacas Jersey quando comparadas com vacas da raça Holandesa. A produção do colostro e a concentração de cálcio no leite tende a ser maior nas vacas Jersey em

relação às vacas da raça Holandesa, porém isto parece não ser o único fator. Existem evidências de que vacas Jersey possuem 15% a menos de receptores para 1,25-DHCC no intestino em relação às vacas Holandesas, resultando na menor capacidade de absorção de cálcio (CURTIS et al., 1984; RADOSTITS, 2002; SMITH, 2014).

Dall Pizzol (2012) encontrou valores inferiores de cálcio iônico em vacas mestiças Holandês x Jersey (3,92 mg/dL) em relação aos das vacas Holandesas (4,3 mg/dL). Em uma meta-análise de 137 trabalhos científicos, Lean et al. (2006) concluíram que vacas da raça Jersey possuem risco de 2,25 vezes mais de serem acometidas pela hipocalcemia do que vacas da raça Holandesa. Segundo Corassin et al. (2011), vacas acometidas por hipocalcemia tiveram 3,70 mais chances de retenção de placenta. Dietas ricas em cátions como sódio e potássio provocam uma alcalose metabólica no organismo interferindo negativamente nos mecanismos de ressorção de cálcio no osso e absorção de cálcio no intestino desenvolvendo a doença.

A hipocalcemia subclínica pode afetar cerca de 47% de todas as vacas multíparas e 25% de novilhas. Apesar de não apresentar doença clínica o animal fica mais suscetível à ocorrência de outras doenças. A hipocalcemia clínica geralmente afeta 5-6% das vacas leiteiras. A partir da avaliação de amostras de soro até 48 h após o parto de 1.462 animais, sendo que foi considerado hipocalcemia subclínica vacas com concentrações de cálcio sérico  $\leq 8$  mg/dL. Houve um aumento de hipocalcemia subclínica com a idade e estiveram presentes em 25%, 41%, 49%, 51%, 54%, e 42% em vacas na primeira até na sexta lactação, respectivamente (REINHARDT et al., 2011).

Radostits (2002) afirma que 50% das vacas velhas são incapazes de manter o cálcio plasmático acima do limite normal de 2,18 mmol/L. As concentrações de receptores para a 1,25-DHCC nos tecidos declinam com a idade, tornando as vacas mais velhas menos hábeis para responder a 1,25-DHCC. Devido a isso, há uma necessidade de um tempo mais longo para a adaptação dos mecanismos intestinais de absorção de cálcio para suprir as exigências de cálcio na lactação (RADOSTITS, 2002).

A hipocalcemia subclínica levou a uma diminuição no consumo e diminuição da função de células imunes em vacas leiteiras (MARTINEZ et al., 2014). O cálcio intracelular é um fator chave para a ativação de células imunes. Sendo assim, o aumento pela demanda de cálcio no momento do parto e início da lactação pode afetar as reservas

de cálcio intracelular em células do sistema imune contribuindo para a imunossupressão (KIMURA, REINHARDT e GOFF, 2006).

Roberts et al. (2012) associaram níveis de cálcio sanguíneo de vacas uma semana antes do parto, uma semana após o parto e na segunda semana do parto,  $\leq 2,3$  mmol/L,  $\leq 2,2$  mmol/L e  $\leq 2,3$  mmol/L, respectivamente, com risco de descarte antes dos 60 dias de lactação. Menores níveis séricos de cálcio  $\leq 2,2$  - 2,4 mmol/L na primeira e segunda semana após o parto, respectivamente foram associados com menores taxas de prenhez na primeira IA (Chapinal et al., 2012).

De forma geral analisa-se o cálcio total, análise facilmente realizada na maioria dos laboratórios clínicos que apresenta um baixo custo (SMITH, 2006). A análise do cálcio iônico apresenta maiores custos e necessita de equipamentos especiais, não sendo realizado rotineiramente na clínica de ruminantes, porém fornecem resultados confiáveis e rápidos.

Vacas com hipocalcemia ou Ca iônico sanguíneo  $\leq 1,0$  mmol/L apresentaram maior concentração de AGNE no plasma no dia do parto ( $P = 0,02$ ) e tenderam a ter maior média das concentrações de AGNE no plasma 21 dias após o parto ( $P = 0,06$ ) em comparação com as vacas normocalcêmicas (Ca iônico  $\geq 1,0$  mmol/L) (CHAMBERLIN et al., 2013). Além disso, as vacas hipocalcêmicas tinham uma percentagem mais elevada de lipídios nos hepatócitos sete e 35 dias após o parto quando comparadas com vacas normocalcêmicas ( $P < 0,02$ ). Foram observadas 51% das vacas com hipocalcemia subclínica no parto, sendo que as vacas recuperaram o nível de Ca iônico até o terceiro dia após o parto (CHAMBERLIN et al., 2013).

## 2.12 FÓSFORO

No organismo o fósforo está presente principalmente no fluido intracelular, como um componente da hidroxiapatita dos ossos, em unidades fosforil de alta energia que participa de várias reações metabólicas intermediárias e como parte integrante de fosfolipídios e fosfoproteínas estruturais (THRALL, 2007). Assim como no cálcio, o metabolismo do fósforo é influenciado pelos hormônios paratormônio (PTH), calcitonina e 1,25-DHCC (RADOSTITS, (2002). Os teores plasmáticos de cálcio iônico e de fosfato inorgânico tendem a se relacionar reciprocamente (THRALL, 2007). O fósforo inorgânico se apresenta nas células na forma de  $HPO_4^{2-}$  e  $H_2PO_4^-$ . Assim como o

bicarbonato, todos os fosfatos inorgânicos atuam no metabolismo ácido-básico por meio da adição de graus variáveis de prótons (THRALL, 2007).

O fósforo no organismo de um mamífero está presente aproximadamente 85% no esqueleto na forma de fosfato inorgânico. A relação Ca:P nos ossos é de 2:1 e a relação Ca:P nos alimentos também é de 2:1, já no leite é de cerca de 1:1, havendo uma tendência de deficiência o que pode ser superado mediante a suplementação com concentrados, pois os cereais componentes básicos dos concentrados são ricos em fósforo (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). O fósforo faz parte da estrutura da matriz óssea juntamente com o cálcio, sendo componente de nucleoproteínas, fosfoproteínas, fosfolipídeos, ácidos nucleicos, participa do metabolismo e crescimento de bactérias ruminais, sendo de vital importância para o crescimento (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). O fosfato inorgânico tem um papel importante no metabolismo intermediário do carboidrato e creatina nas reações químicas que ocorrem durante a contração muscular, o que pode ter importância nas vacas que se encontram em posição de decúbito após o parto e apresentam hipofosfatemia (RADOSTITS, 2002). A relação Ca:P no plasma é recíproca, isto é, quando o fósforo diminui, o cálcio aumenta e vice-versa. Os níveis plasmáticos de fosfato flutuam até em 50%, diferentemente dos níveis de cálcio que mantém sua homeostase dentro de estreitos limites (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

O fósforo também se excreta em grandes quantidades pela saliva sendo em grande proporção reabsorvido pelo intestino, estabelecendo um ciclo importante para a homeostase do fósforo. A presença de fósforo na saliva é importante como tampão para manter o pH ótimo no rúmen, sendo vital para a atividade e crescimento dos micro-organismos (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A hipofosfatemia observada na paresia puerperal deve-se à perda de fósforo no leite, ingestão inadequada de alimentos no período próximo ao parto e aumento da excreção renal e salivar de fosfato causado pela alta concentração de PTH circulante (SMITH, 2006).

A solubilidade do cálcio iônico e do fosfato inorgânico é definida por uma constante do produto de solubilidade dependente de pH  $[Ca^{2+}][P_i]/[H^+] = k$ . O grande aumento de um desses íons ou pH alcalino ocasiona precipitação de sais de fosfato de cálcio. O aumento na concentração plasmática de fósforo pode provocar redução recíproca no teor de cálcio, que irá induzir a liberação de PTH pelas glândulas paratireoides (THRALL, 2007).

O fósforo é apenas reabsorvido, não sendo secretado pelos rins, sendo que o PTH induz o aumento da excreção urinária de fósforo, inibindo a sua absorção nos túbulos proximais renais (ARIOLI e CORRÊA, 1999; THRALL, 2007). A excreção fracionada de fósforo inorgânico na urina é inferior a 20%, mas esse valor pode aumentar sob influência do PTH. O mecanismo em que o PTH inibe a reabsorção de fósforo, enquanto promove simultaneamente a reabsorção renal de cálcio, é indireto. O PTH inibe a absorção associada de sódio e fósforo inorgânico nos túbulos renais proximais, também inibe a secreção de próton e a atividade da anidrase carbônica nos túbulos renais, bloqueando a produção de bicarbonato e a reabsorção de sódio. Em condições normais a absorção de sódio e bicarbonato nos túbulos renais proximais é acompanhada pela absorção de água e aumento no valor relativo de soluto remanescente no lúmen tubular. Isso facilita a absorção conjugada de vários solutos, como: glicose, aminoácidos, cálcio, cloro, fósforo inorgânico juntamente com o sódio (THRALL, 2007). Desse modo, ocorre a redução adicional da absorção de fósforo devido ao prejuízo no desenvolvimento desse gradiente de concentração. Infelizmente a reabsorção de cálcio nos túbulos proximais também é prejudicada, mas por outro lado, é bem compensada pelo estímulo ao transporte de cálcio no túbulo reto distal da alça de Henle e pelo aumento de proteína que se liga ao cálcio, mediado pela 1,25-DHCC, bem como pela absorção de cálcio no néfron distal (THRALL, 2007).

Os sinais clínicos por deficiência de fósforo ocorrem quando as concentrações sanguíneas decrescem de 4 a 5 mg/dL ou 1,3 mmol/L para 1,5 a 3,5 mg/dL ou 0,5 – 1,2 mmol/L (RADOSTITS, 2002).

Cozzi et al. (2011) encontraram concentrações plasmáticas de fósforo maiores em primíparas da raça Holandesa (1,8 mmol/L) e menores concentração em multíparas da raça Holandesa (1,7 mmol/L). Cedeño et al. (2012) ao avaliar a concentração sérica de fósforo em vacas a pasto no pré-parto, pós-parto imediato e pico da lactação não encontraram diferença ( $P>0,05$ ) ( $1,84\pm0,6$  mmol/L –  $1,80\pm0,6$  mmol/L –  $1,70\pm0,5$  mmol/L, respectivamente). A deficiência de fósforo está ligada a baixos teores do mineral na dieta, sendo que os teores de fósforos nas forragens situam-se em torno de 0,3% com base na matéria seca (RIET-CORREA; et al., 2007). Deficiências de fósforo representam redução de produtividade em sistemas de produção extensiva de bovinos no Brasil (TOKARNIA et al., 2000). A carência de fósforo causa raquistismo em animais que estão em desenvolvimento e osteomalácia em animais adultos, sendo que esta é mais comum em vacas, cujas necessidades

nutricionais encontram-se aumentadas em função da lactação ou gestação (RIET-CORREA et al., 2007). Uma doença diretamente relacionada com deficiência de fósforo em consequência da osteofagia é o botulismo (RIET-CORREA et al., 2007).

## 2.13 MAGNÉSIO

Segundo González e Silva (2006) em torno de 70% do magnésio (Mg) do organismo está localizado nos ossos, 29% em tecidos macios e apenas 1% nos fluídos corporais. Em um bovino adulto existem apenas 2 g de Mg disponível de forma imediata e a necessidade de magnésio de uma vaca de alta produção é em torno de 26 g/dia.

A disponibilidade de Mg nas pastagens é baixa, (5 a 30%), já nos concentrados é maior, (10-40%). Nos ruminantes o Mg é absorvido no rúmen por mecanismo ativo de transporte e a sua absorção é interferida por altos teores de potássio, nitrogênio e ácidos graxos orgânicos (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

O Mg é essencial como cofator enzimático em reações ligadas ao metabolismo de glicídeos, lipídeos e proteínas, principalmente aquelas que participam na transferência de grupos fosfato e na hidrólise de adenosina trifosfato (ATP). A concentração normal de Mg plasmático está em torno de (1,8 a 3,0 mg/dL) (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A diminuição do Mg plasmático para valores abaixo de (1,2 mg/dL) provoca tetania, porque o mecanismo pelo qual o Ca retorna aos compartimentos celulares após o impulso nervoso envolve um sistema Ca-Mg-ATPase, o qual não funciona na falta de Mg. Nível de Mg < 2,0 mg/dL é considerado hipomagnesemia subclínica e predispõe à paresia puerperal por reduzirem a mobilizações de Ca dos ossos. Nível de Mg <1,0 mg/dL é considerado hipomagnesemia clínica, podendo causar tetania (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A ingestão de magnésio não está sob controle hormonal direto e como as reservas corporais desse elemento não estão particularmente disponíveis, a necessidade de magnésio extracelular (cerca de 20 g/dia) deve ser suplementada pela dieta. Uma causa primária de hipomagnesemia aguda é a redução súbita da absorção líquida de magnésio pelo retículo, rúmen e omaso (principais órgãos de absorção de magnésio em ruminantes). Em períodos de menor absorção as vacas tendem a utilizar as reservas de magnésio na produção de saliva. Aproximadamente 40% da quantidade total de Mg disponível no fluido extracelular são secretados na saliva (SMITH, 2006).

A concentração de Mg deve ser mantida para a produção e metabolismo normal de acetilcolina. Baixas proporções cálcio:magnésio potencializam a liberação de acetilcolina. Alterações nesse caso, no fluido extracelular, podem contribuir para a ocorrência de tetânia muscular em casos do hipomagnesemia, os espasmos tetânicos, se não controlados causam insuficiência cardiorrespiratória (SMITH, 2006).

Não se identificou mecanismo hormonal de controle direto para Mg, contudo a absorção pode ser aumentada pela ação da 1,25-DHCC e a excreção renal pode ser regulada pelo PTH. A administração exógena de PTH resultou na elevação da concentração plasmática de Mg, em decorrência da diminuição da sua excreção renal (SMITH, 2006).

Ao avaliar vacas a pasto no período seco, pós-parto imediato e pico da lactação, Cedeño et al. (2012) não encontraram diferença ( $P>0,05$ ) para concentrações de magnésio no sangue ( $1,10\pm0,1\text{mmol/L}$  –  $1,00\pm0,1\text{mmol/L}$  –  $1,00\pm0,1\text{mmol/L}$ , respectivamente).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Comparar os grupamentos genéticos Holandês e Holandês x Jersey quanto ao perfil metabólico duas semanas antes do parto até a oitava semana de lactação.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar e comparar o metabolismo energético através da determinação de betahidroxibutirato (BHB), colesterol, glicose, escore de condição corporal (ECC) e peso vivo.

Avaliar e comparar a concentração sérica das enzimas: gama-glutamil-transferase (GGT), aspartatotransferase (AST), creatina quinase (CK).

Avaliar e comparar as concentrações séricas de proteína total, albumina e globulina.

Avaliar e comparar as concentrações séricas dos minerais: cálcio, fósforo e magnésio.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, em Lages, SC. Foram utilizadas 20 vacas, sendo oito Holandesas e 12 mestiças ½ Jersey x Holandês, e destas, quatro Holandesas primíparas e quatro multíparas, seis mestiças Holandês x Jersey primíparas e seis multíparas. Os animais foram avaliados a partir de duas semanas antes do parto até as oito primeiras semanas de lactação. As vacas ficaram em um período de adaptação onde foram alojadas em piquetes conjuntos três semanas antes do parto. No período de avaliação pós-parto, as vacas foram alojadas de forma individual em instalação do tipo *tiestall*, com acesso somente a água e alimento em área sombreada.

As dietas dos animais foram formuladas para atender 100% das exigências nutricionais, de acordo com o NRC (2001), sendo fornecida dieta totalmente misturada (TMR) no cocho. As dietas pré-parto foram constituídas por silagem de milho, milho moído, farelo de soja e mistura mineral e no pós-parto eram constituídas de silagem de milho, feno de alfafa, milho moído, farelo de soja e mistura mineral. A constituição da dieta com base no alimento fornecido encontra-se na (Tabela 1). A quantidade ofertada para cada animal foi ajustada diariamente a fim de proporcionar sobras entre cinco e dez por cento.

Os animais foram pesados no primeiro dia do experimento, no dia do parto (pós-parto imediato) e semanalmente após a ordenha da manhã durante todo o período experimental, para avaliar ganho ou perda de peso. Nos mesmos dias da pesagem dos animais foi estimado o escore de condição corporal (ECC), através de avaliação visual. A avaliação foi realizada mediante a palpação e inspeção da cobertura de músculos e gordura subcutânea nas áreas dos processos transversos e lombares e da fossa ísquio caudal, utilizando escala de 1 a 5 onde; 1: emaciada, 2: delgada, 3: média, 4: pesada e 5: gorda, conforme metodologia descrita por Ferguson et al. (1994).

Durante todo o período experimental, uma vez por semana após a ordenha da manhã com os animais em jejum, foram realizadas coletas de sangue por venopunção da veia jugular, utilizando-se o Sistema Vacutainer. Para a coleta de sangue utilizaram-se tubos de plástico seco com ativador de coágulo, revestidos de silicone. Após a coleta as amostras de sangue foram refrigeradas e transportadas até o laboratório. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos para obtenção do soro. O soro foi aspirado com auxílio de micropipetas e

transferido para vários tubos de plásticos de 3 mL , sendo identificadas as amostras e congeladas a -20°C até a realização das análises bioquímicas. As análises bioquímicas foram realizadas no laboratório de Patologia Clinica Veterinária da Faculdade de Itapiranga (FAI) utilizando-se um analisador bioquímico semi automático Bioplus 200S. No momento das análises as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente.

#### 4.1 DETERMINAÇÃO DAS ENZIMAS HEPÁTICAS

As enzimas hepáticas aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamiltrasferase (GGT) e creatina quinase (CK) foram determinadas utilizando-se kits comerciais Gold Analisa®.

#### 4.2 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS TOTAIS

A determinação das proteínas totais e albumina foram realizadas com a utilização de kits comerciais Gold Analisa®.

A determinação dos teores séricos de globulinas foram obtidos pela subtração dos teores séricos de proteína total e albumina, sendo os valores expressos em g/dL de acordo com (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DE MINERAIS

Foram utilizados Kits comerciais Gold Analisa® para a determinação dos minerais magnésio e cálcio total. Para a determinação sérica do mineral fósforo foi utilizado kits comerciais Vida Biotecnologia®.

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO SANGUÍNEA DE BETA-HIDROXIBUTIRATO

A concentração de beta-hidroxibutirato no sangue foi analisada utilizando-se um equipamento eletrônico portátil (OptionXceed®, Abbott do Brasil). A coleta foi realizada semanalmente, onde foi coletado sangue através de punção dos vasos coccígeos com agulha de calibre 40x12, sendo o sangue utilizado para análise pingado diretamente na tira reagente do equipamento.

#### 4.5 DETERMINAÇÕES DE GLICOSE E CÁLCIO IÔNICO

Os demais indicadores de perfil metabólico foram analisados com o analisador automático de pH e gases sanguíneos I-STAT® (Abbott Laboratories, Illinois, USA). A partir da coleta de uma amostra

de sangue da artéria auricular caudal, com seringas de 10 mL heparinizadas (heparina sódica), foram instiladas duas gotas de sangue nos cartuchos de leitura (CG8+ - I-STAT® CARTRIDGE 3P988-25). Dentre outras análises foram obtidos resultados de cálcio iônico e glicose os quais foram incluídas neste experimento.

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo os tratamentos formados pelos grupamentos genéticos (Holandês e ½ Holandês x Jersey) e os blocos pela paridade das vacas (primíparas e multíparas).

Os dados foram submetidos à análise de variância, com medidas repetidas no tempo dentro da variável aleatória vaca. utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS, com estrutura de covariância autoregressiva, baseado no critério de informação de Akaike (AIC). Os dados foram previamente testados para normalidade dos resíduos pelo Teste de Shapiro-Wilk.

Os dados foram analisados de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + GG_i + OP_j + GG*OP_{ij} + P_k + GG*P_k + S_l(P_k) + GG*S_l(P_k) + OP_{ij}*S_l(P_k) + GG*OP_{ij}*S_l(P_k) + e_{ijkl}$$

Onde:

$Y_{ijkl}$  = ECC, peso vivo, concentração sérica de BHB, glicose, colesterol, AST, CK, GGT, proteínas totais, albumina, globulina, cálcio total, cálcio iônico, magnésio e fósforo de vacas pertencentes ao i-ésimo grupo genético, no seu j-ésimo parto, no k-ésimo período e l-ésima semana  $\mu$  = média geral

$GG_i$  = efeito do i-ésimo grupo genético (Holandês e ½ Holandês x Jersey)

$OP_j$  = efeito do j-ésima ordem de parto ( $i=1, \geq 2$ )

$P_k$  = efeito a k-ésima período ( $k=\text{pré-parto, pós-parto}$ )

$S_l(P_k)$  = efeito a l-ésima semana ( $l = -2, \dots, 8$ ) aninhada no k-ésimo período

$e_{ijklm}$  = erro experimental

A significância estatística foi definida como  $P \leq 0,05$  e tendências estatísticas como  $0,05 < P \leq 0,10$ .

## 5 RESULTADOS

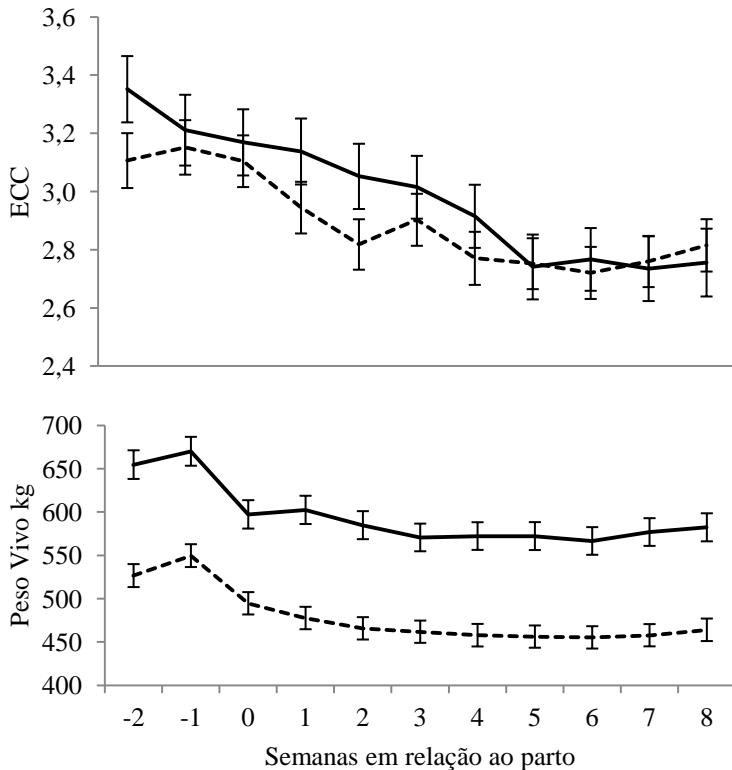
As vacas da raça Holandesa foram significativamente mais pesadas ( $P < 0,0001$ ) em relação às vacas mestiças Holandês x Jersey durante todo o período de estudo. Porém, não houve diferença para escore de condição corporal entre os grupos raciais ( $P = 0,4633$ ) (Tabela 4). A partir da apresentação gráfica (Figura 6) observa-se que a perda de peso foi similar entre os grupamentos genéticos ao longo do período de estudo.

Tabela 4: Médias dos quadrados mínimos  $\pm$  erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para; peso vivo, escore de Condição corporal (ECC), concentração sérica de beta-hidroxibutirato (BHB), glicose e colesterol em vacas Holandesas e mestiças Holandês x Jersey no período pré e pós-parto.

Variável	GG	Pré-parto	Pós-parto	GG	Per	GG*Per
Peso vivo (Kg)	H	640,6 $\pm$ 15,9	578,4 $\pm$ 14,7	<0,0001	0,4962	0,2785
	M	523,6 $\pm$ 12,3	461,9 $\pm$ 11,9			
ECC	H	3,24 $\pm$ 0,10	2,89 $\pm$ 0,09	0,4633	0,3656	0,8093
	M	3,12 $\pm$ 0,08	2,81 $\pm$ 0,07			
BHB (mmol/L)	H	0,53 $\pm$ 0,18	0,72 $\pm$ 0,12	0,1201	0,0519	0,3808
	M	0,67 $\pm$ 0,15	1,05 $\pm$ 0,09			
Glicose (mg/dL)	H	72,41 $\pm$ 2,44	60,8 $\pm$ 1,23	0,0691	<0,0001	0,349
	M	70,78 $\pm$ 2,10	56,95 $\pm$ 1,00			
Colesterol (mg/dL)	H	89,53 $\pm$ 9,8	80,59 $\pm$ 5,6	0,1443	0,6762	0,0160
	M	65,9 $\pm$ 9,18	82,7 $\pm$ 5,18			

Com relação ao escore de condição corporal, observou-se efeito de semana ( $P = 0,0020$ ). Na demonstração gráfica (Figura 6) observa-se que há queda gradativa no ECC das vacas Holandesas e mestiças iniciando desde a última semana pré-parto. Entretanto as vacas da raça Holandesa apresentam queda do ECC até a oitava semana de lactação. Já as vacas mestiças apresentam estabilidade no ECC a partir da terceira semana de lactação em relação às vacas da raça Holandesa.

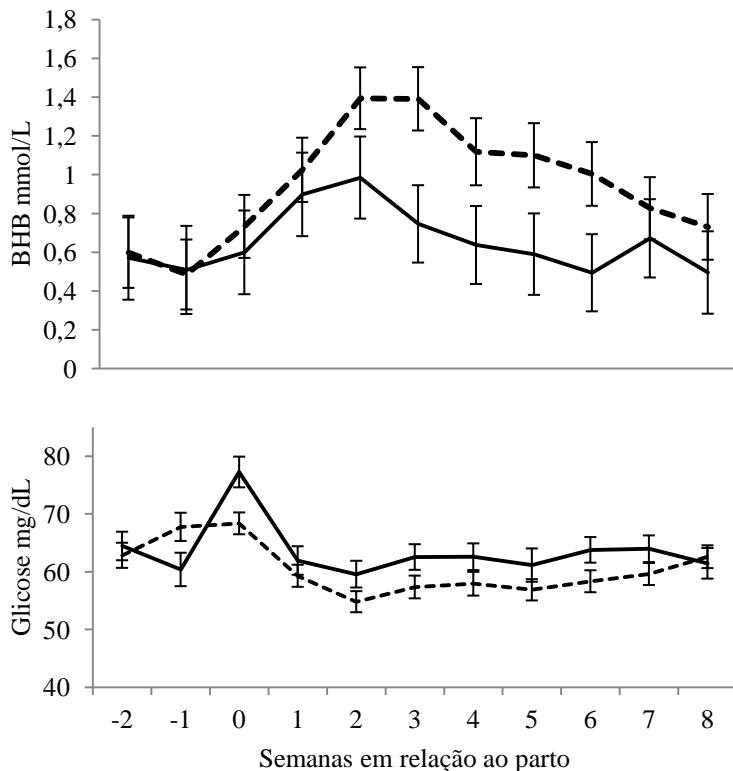
Figura 6: Peso vivo e de escore de condição corporal (ECC) em função das semanas em vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



Foi observada uma tendência de menor concentração sérica de glicose nas vacas mestiças quando comparado com vacas da raça Holandesa ( $P = 0,0691$ ) (Tabela 4). Além disso, houve diferença entre o período de avaliação ( $P < 0,0001$ ), com maiores concentrações médias séricas de glicose no pré-parto. A (Figura 7) demonstra que a concentração sérica de glicose sofre diminuição gradativa a partir da última semana antes do parto até duas semanas de lactação para ambos os grupamentos genéticos, sendo as vacas da raça Holandesa com concentrações superiores.

Para a concentração sérica de BHB não foi observada diferença ( $P = 0,1201$ ) entre vacas mestiças Holandês x Jersey e Holandesas puras. Porém houve diferença entre o período pré e pós-parto ( $P=0,0519$ ), com menores concentrações séricas de BHB no pré-parto e maiores no pós-parto ( Tabela 4 e Figura 7).

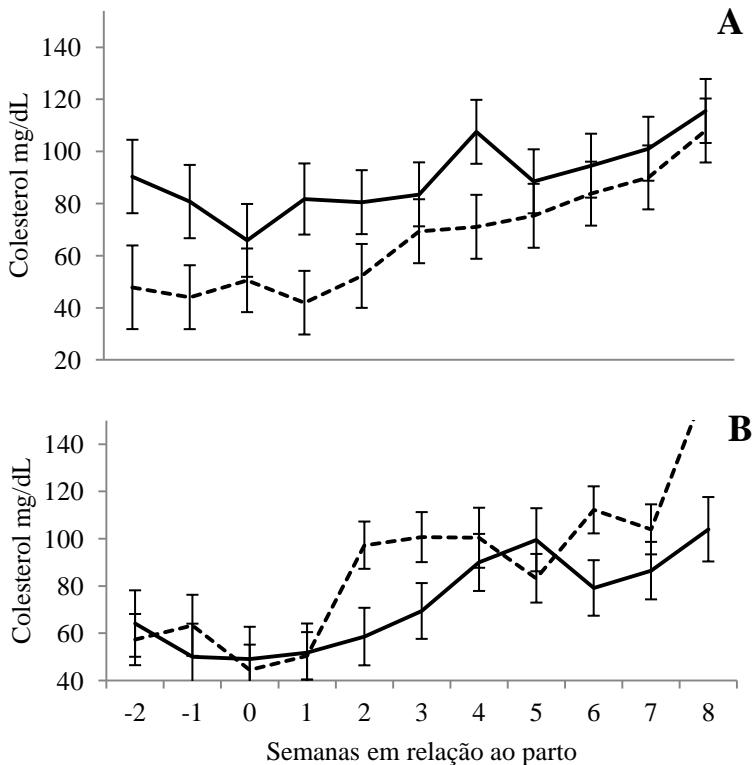
Figura 7: Curva de concentração sérica de beta-hidroxibutirato (BHB) e glicose em vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



Não houve diferença entre grupamento genético para a concentração sérica de colesterol ( $P = 0,1443$ ). Foi observada interação entre grupamento genético e ordem de parto ( $P = 0,0043$ ). Na demonstração gráfica (Figura 8A), observa-se que as primíparas Holandesas apresentam maior concentração de colesterol em relação as

primíparas Holandês x Jersey. Por outro lado, em vacas multíparas (Figura 8B) observam-se concentrações séricas de colesterol no pré-parto semelhantes para ambos grupamentos genéticos, com maior concentração sérica de colesterol nas vacas mestiças parte do período pós-parto.

Figura 8: Curva de concentração sérica de colesterol em vacas primíparas (A) e multíparas (B), em função das (semanas) em lactação para vacas Holandesas (—) e mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação



Para a enzima creatina quinase (CK) não foram encontradas diferenças entre o grupamento genético ( $P=0,5691$ ) (Tabela 5). Não houve diferença entre os grupamentos genéticos para a concentração sérica de

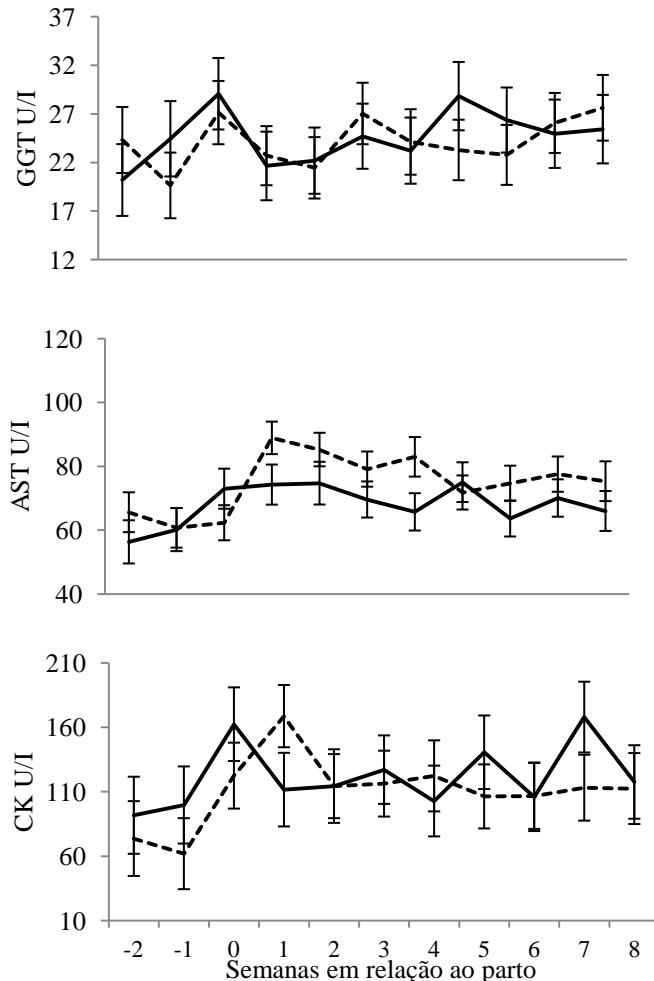
GGT ( $P=0,9268$ ) (Tabela 5). No pós-parto, as concentrações tanto de GGT quanto de CK foram bastante estáveis ao longo do período inicial da lactação (Figura 9).

Não houve diferença entre o grupamento genético para a enzima AST ( $P=0,3930$ ) (Tabela 5), sendo observada apenas diferença entre os períodos de avaliação pré e pós-parto ( $P=0,0084$ ) (Tabela 5), com menores concentrações séricas de AST no período pré-parto, e maiores concentrações da enzima AST nas primeiras semanas pós-parto em ambos grupamentos genéticos (Figura 9).

Tabela 5: Médias dos quadrados mínimos  $\pm$  erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para proteína total, albumina, globulina, gama-glutamil-transferase (GGT), creatina quinase (CK), aspartatoaminotransferase (AST) pré e pós-parto.

Variável	GG	Pré	Pós	GG	Per	GG*Per
GGT (U/L)	H	28,64 $\pm$ 4,03	23,41 $\pm$ 2,98	0,9268	0,1706	0,5771
	M	27,45 $\pm$ 3,73	23,87 $\pm$ 2,73			
CK (U/L)	H	130,4 $\pm$ 28,1	120,3 $\pm$ 21,2	0,5691	0,8816	0,1827
	M	100,9 $\pm$ 26,2	117,7 $\pm$ 19,4			
AST (U/L)	H	58,42 $\pm$ 6,83	73,57 $\pm$ 3,12	0,3930	0,0084	0,2142
	M	57,08 $\pm$ 6,48	81,28 $\pm$ 2,8			
Proteína Total (g/dL)	H	7,72 $\pm$ 1,85	8,33 $\pm$ 1,75	0,2976	0,1658	0,3054
	M	9,78 $\pm$ 1,70	11,20 $\pm$ 1,59			
Albumina (g/dL)	H	2,92 $\pm$ 0,20	2,62 $\pm$ 0,13	0,1740	0,1739	0,4502
	M	3,11 $\pm$ 0,19	2,93 $\pm$ 0,12			
Globulina (g/dL)	H	4,82 $\pm$ 1,96	5,69 $\pm$ 1,73	0,3376	0,1244	0,4166
	M	6,75 $\pm$ 1,70	8,28 $\pm$ 1,58			

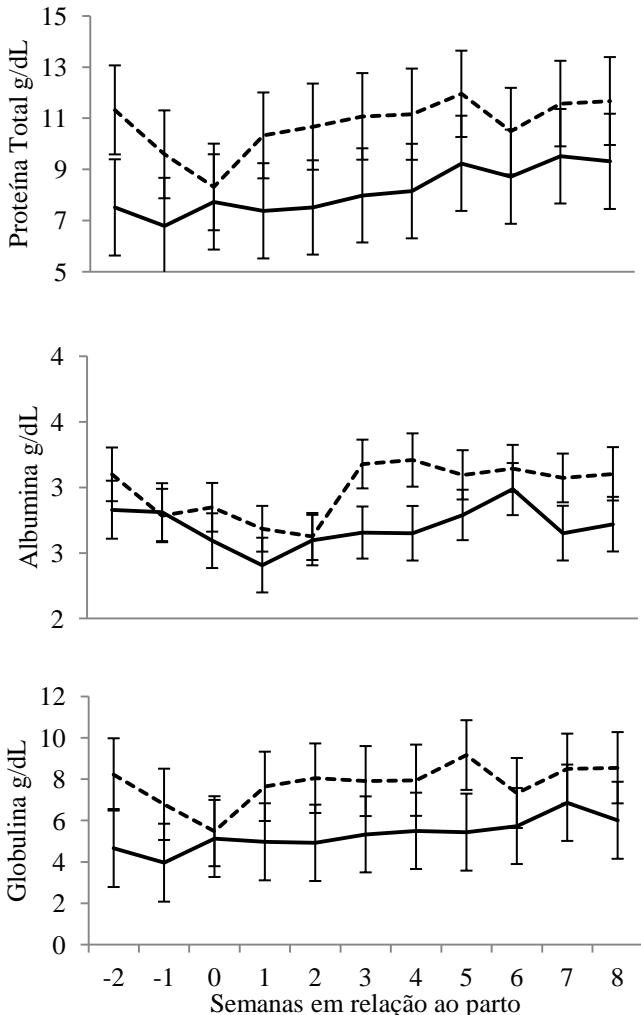
Figura 9: Curva da concentração sérica de creatina quinase CK, aspartato-aminotransferase (AST) e gama-glutamil-transferase (GGT) de vacas da raça Holandesas (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



Não houve diferença entre o grupamento genético para a variável proteína total ( $P=0,2976$ ) (Tabela 5). A apresentação gráfica (Figura 10) demonstra pequena elevação das concentrações séricas de proteína total em ambos os grupamentos genéticos no decorrer do

estudo. Não houve diferenças entre o grupamento genético para a albumina ( $P=0,1740$ ) (Tabela 5). Na (Figura 10) observa-se diminuição nas concentrações de albumina em ambos os grupamentos genéticos na semana do parto. As vacas mestiças Holandês x Jersey apresentam maiores concentrações séricas de albumina em relação às vacas Holandesas puras durante todo o período de estudo (Figura 10). Para a concentração sérica de globulina (Tabela 5 e Figura 10) não houve diferença entre o grupamento genético ( $P=0,3676$ ).

Figura 10: Curva da concentração sérica de proteína total, albúmina e globulina de vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



Observou-se diferença entre o grupamento genético para a concentração sérica de cálcio iônico (Tabela 6 e Figura 11), com vacas mestiças Holandês x Jersey apresentando maiores concentrações durante o pré e o pós-parto em relação às vacas da raça Holandesa. Com relação

às concentrações séricas de cálcio total não foi observado diferença ( $P=0,6278$ ) entre grupos genéticos. Observa-se na Figura 11 que no período pré parto as vacas da raça Holandesa apresentaram aumento da concentração sérica de cálcio total, já as vacas mestiças Holandês x Jersey apresentaram diminuição da concentração sérica de cálcio. O mesmo comportamento é observado para a concentração sérica de cálcio iônico.

Tabela 6: Médias dos quadrados mínimos  $\pm$  erros-padrão das médias (EPM) e valor de P para; cálcio iônico, cálcio total, magnésio e fósforo pré e pós-parto.

Variável	GG	Pré	Pós	GG	Per	GG*Per
Ca iônico (mmol/L)	H	0,80 $\pm$ 0,04	0,85 $\pm$ 0,03	0,0177	0,588	0,1401
	M	0,92 $\pm$ 0,03	0,90 $\pm$ 0,02			
Ca total (mg/dL)	H	13,42 $\pm$ 1,09	12,17 $\pm$ 0,75	0,6278	0,3741	0,3934
	M	12,56 $\pm$ 1,02	12,08 $\pm$ 0,66			
Magnésio (mg/dL)	H	2,40 $\pm$ 0,24	2,24 $\pm$ 0,17	0,2795	0,9195	0,1736
	M	2,02 $\pm$ 0,22	2,14 $\pm$ 0,15			
Fósforo (mg/dL)	H	6,38 $\pm$ 0,78	7,81 $\pm$ 0,43	0,0318	0,3199	0,0866
	M	5,81 $\pm$ 0,74	5,96 $\pm$ 0,40			

A concentração sérica de fósforo foi superior nas vacas Holandesas em relação às vacas mestiças Holandês X Jersey ( $P=0,0318$ ). A partir do parto até a primeira semana de lactação as mestiças apresentam diminuição da concentração sérica de fósforo e as vacas da raça Holandesa apresentam aumento da concentração sérica de fósforo (Figura 12). Não houve diferença entre grupos genéticos para a concentração sérica de magnésio ( $P=0,2795$ ) (Tabela 6 e Figura 12).

Figura 11: Curva da concentração sérica de cálcio total e cálcio iônico de vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.

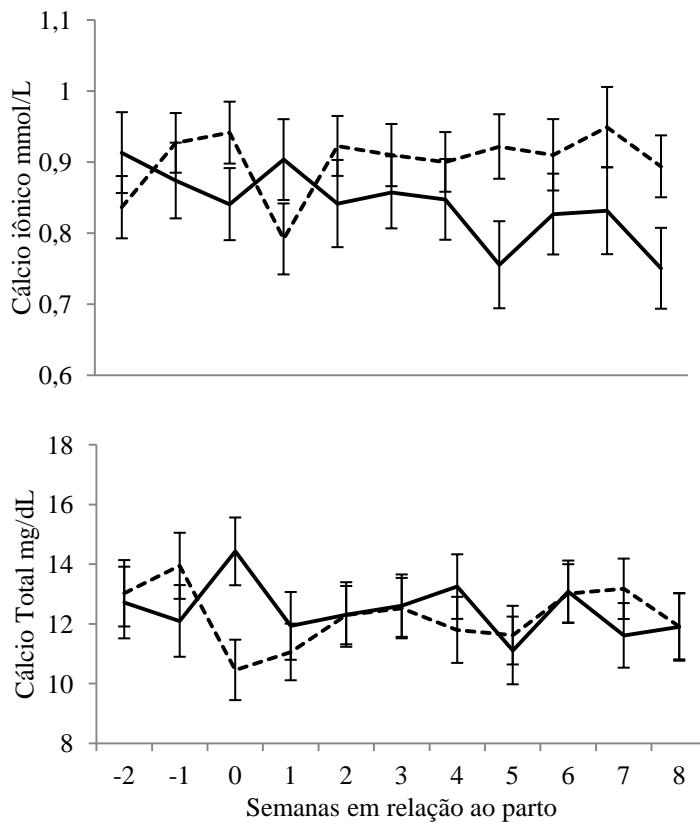
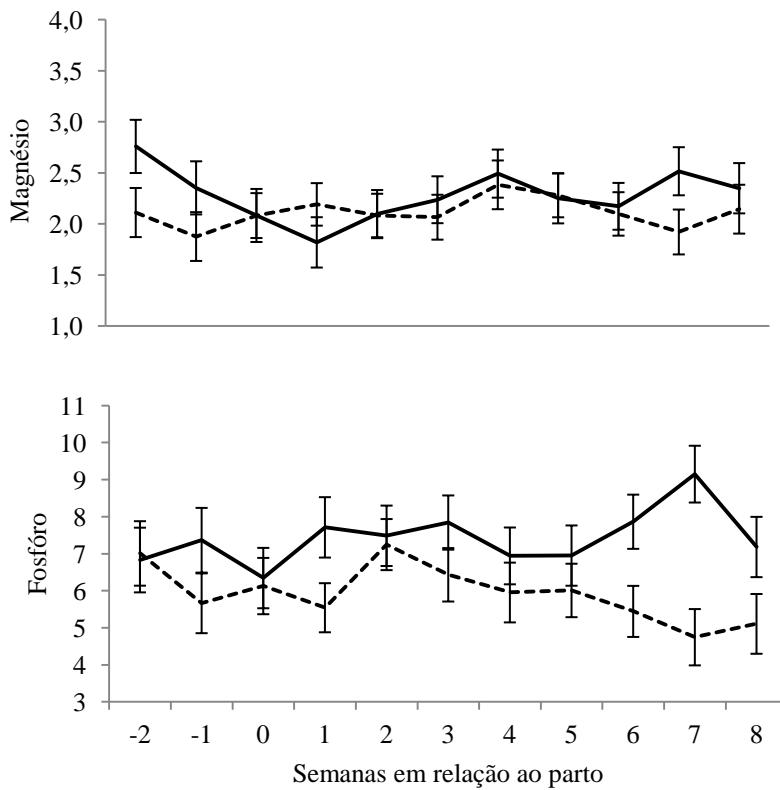


Figura 12: Curva da concentração sérica de fósforo e magnésio de vacas da raça Holandesa (—) e vacas mestiças Holandês x Jersey (- - -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



## 6 DISCUSSÃO

O maior peso vivo em vacas Holandesas (Tabela 4 e Figura 6) corrobora com Prendiville et al. (2011), os quais também observaram efeito do estágio de lactação, com variações de peso ao longo da lactação e diferenças se mantendo em toda a lactação, onde o peso vivo foi diminuindo no período de transição pós-parto em ambas as raças. Vacas mestiças apresentaram aproximadamente 82 e 80 % do peso das vacas Holandesas nos períodos pré e pós-parto, relações semelhantes às do trabalho de Prendiville et al. (2011) em que esta relação foi de 82%. Em vários estudos as vacas mestiças apresentaram menor peso vivo quando comparadas com vacas Holandesas (LOPEZ-VILLALOBOS et al., 2000; XUE et al., 2011).

Normalmente do parto até o pico de lactação as vacas tendem a perder condição corporal devido ao balanço energético negativo (PATTON et al., 1988; HEINS et al., 2012). No presente trabalho não houve efeito significativo para escore de condição corporal entre o grupamento genético, apenas foi observado efeito de semana, ocorrendo queda gradativa do ECC em vacas da raça Holandesa até as oito semanas após o parto, enquanto vacas mestiças estabilizaram o ECC a partir da terceira semana de lactação. Porém, outros estudos observaram maior ECC em mestiças Holandês x Jersey em relação às vacas da raça Holandesa ao longo da lactação (PRENDIVILLE et al., 2009, 2011; XUE et al., 2011). Heins et al. (2012) encontraram maior ECC em vacas mestiças Holandês X Jersey em relação ás vacas Holandesas durante a primeira (2,94 vs. 2,87 pontos), segunda (2,97 vs. 2,84 pontos) e terceira lactação (2,99 vs. 2,87 pontos).

Segundo Gonzalez e Sheffer (2002), na medida em que a gestação avança o nível de glicose sérico tenta a diminuir devido à alta demanda de glicose pelo feto, no momento do parto é observado o aumento sérico de glicose em função de fatores estressantes e após o parto até o pico da lactação os níveis tendem a continuar em baixa, principalmente devido a demanda de glicose para a síntese de lactose, os mesmos comportamentos para a concentração sérica de glicose foram observados no presente estudo. Além disso, foi observada uma tendência de menor concentração sérica de glicose em vacas mestiças quando comparadas com vacas Holandesas. Observou-se diferença entre o período de avaliação, com maiores concentrações séricas de glicose no período pré-parto e menores concentrações no período após o parto.

Para ambos os grupamentos genéticos a concentração sérica de glicose permaneceu dentro dos valores de referência 45-75 mg/dL segundo González e Silva, (2006).

Uma queda gradativa da concentração sérica de glicose para ambos os grupamentos genéticos foi acompanhada de aumento das concentrações séricas de BHB, desde uma semana antes do parto até as primeiras semanas de lactação em ambos os grupamentos genéticos. A relação contrária destes metabólitos corroboram os resultados de González et al. (2011), os quais estimaram correlação negativa entre BHB e glicose valores ( $r = -0,63$ ).

Acompanhando a diminuição das concentrações séricas de glicose e elevadas concentrações de BHB no período de transição, ocorreu a queda do ECC. Este fato geralmente é em decorrência do BEN, ocorrendo na maioria das vezes pela queda da ingestão de matéria seca nesta fase (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000). As vacas não conseguem adaptar rapidamente seu metabolismo para a alta produção de leite, visto que a síntese de leite requer altas quantidades de precursores glicogênicos para a síntese de lactose (WITTWER e BOHMWALD, 2000). Uma das adaptações que ocorrem para suprir as demandas de produção é a mobilização de tecido adiposo o que se reflete no aumento de AGNE no plasma (SCHÄFF et al., 2013) e como consequência, aumento das concentrações séricas de BHB, perda de peso vivo e consequentemente de ECC (RADOSTITS, 2002; ANDREWS et al., 2008).

Olson et al. (2011) ao avaliar vacas mestiças Holandês x Jersey, Jersey e Holandesas até os 100 dias de lactação não encontraram diferenças entre os grupamentos genéticos para concentrações de BHB, de modo semelhante ao atual estudo. Somente na terceira semana de lactação observou-se significativamente maior concentração de BHB em vacas mestiça Holandês x Jersey quando comparadas com Holandesas. Situação semelhante ao encontrado por Dall Pizzol (2012), em que encontrou maior concentração sérica de BHB no dia do parto em vacas mestiças Holandês x Jersey ( $0,5802 \pm 0,0498$  mmol/L) quando comparadas a vacas da raça Holandesa ( $0,4027 \pm 0,0615$  mmol/L). Porém, na nona semana de lactação não encontrou diferença entre os grupamentos genéticos avaliados. Anderson et al. (2007) encontraram maior prevalência de cetose para vacas da raça Jersey e mestiças Jersey x Holandês (12,3%) em relação as vacas da raça Holandesa (5,1%).

Vários autores observaram aumento das concentrações médias de BHB no período pós-parto em relação ao pré-parto, situação

semelhante ao encontrado no presente estudo para ambos os grupamentos genéticos (ALVARENGA et al., 2015; GROSS et al., 2013; CAMPOS et al., 2007).

Os maiores níveis séricos de BHB foram observados nas primeiras semanas de lactação para ambos os grupos genéticos. Os resultados são semelhantes aos encontrados por Garcia et al. (2011), com vacas da raça Holandesa apresentando maior número de amostras de BHB compatíveis com cetose subclínica na segunda semana após o parto. No presente estudo as vacas mestiças apresentaram concentrações de BHB compatíveis com cetose subclínica na segunda e terceira semana de lactação. Sendo os valores  $\geq 1,2$  mmol/L, os quais Suthar et al. (2013) consideram ponto de corte para cetose subclínica, sendo que esta doença associa-se com doenças metabólicas. Com relação às vacas da raça Holandesa as concentrações médias de BHB permaneceram abaixo do ponto de corte para cetose subclínica durante todo o período de estudo, diferente do observado por González et al. (2011), os quais avaliaram vacas Holandesas de alta produção no início da lactação e as concentrações de BHB excederam 1,2 mmol/L. De acordo com Drackley (1999), a duração e a severidade do BEN é o reflexo de altas concentrações séricas de AGNE e BHB e a diminuição das concentrações séricas de glicose.

A determinação dos níveis séricos de colesterol para avaliar o balanço energético em vacas leiteiras é recomendada. A diminuição dos níveis séricos de colesterol é um indicativo de deficiência de energia e o aumento ocorre em resposta à ingestão de níveis elevados de energia na forma de lipídeos (WITTWER, 2000). Ao considerar todo o período experimental não houve diferença entre grupamentos genéticos para a concentração sérica de colesterol, sendo observada interação entre grupamento genético e ordem de parto. Houve diminuição na concentração sérica de colesterol entre a semana do parto e a primeira semana após o parto em vacas primíparas mestiças e Holandesas. Ressalta-se que em vacas mestiças as concentrações séricas de colesterol permaneceram abaixo dos valores de referencias, que segundo González e Silva (2006) são de 80 a 120 mg/dL, da segunda semana antes do parto até a segunda semana de lactação. Já em vacas primíparas Holandesas a concentração sérica de colesterol ficou abaixo dos valores de referência somente na semana do parto. Com relação às vacas as multíparas Holandesas, as concentrações séricas de colesterol permaneceram abaixo dos valores de referência desde o início do período de estudo até a terceira semana após o parto, e em vacas multíparas mestiças somente

até a primeira semana após o parto. Posteriormente as concentrações séricas de colesterol aumentaram gradativamente até o final do período de estudo, atingindo os valores de referência em ambos os grupamentos genéticos. Resultados similares foram encontrados por Alvarenga et al. (2015) e Kessler et al. (2014) em vacas da raça Holandesa, os quais observaram diminuição da concentração sérica de colesterol das três semanas antes do parto para concentrações menores no parto, aumentando posteriormente.

Garcia et al. (2011) observaram aumento gradativo das concentrações médias de colesterol da primeira semana do parto até a oitava semana de lactação ( $P=0,001$ ), situações semelhantes ao encontrado em nosso trabalho. Kessler et al. (2014) observaram diminuição da atividade da enzima (LCTA) lecitina-colesterol-acil-transferase uma enzima que é responsável pela esterificação do colesterol, a qual diminuiu seus níveis da terceira semana antes do parto até uma semana após o parto, juntamente com triglicerídeos, colesterol e lipoproteínas, aumentando posteriormente. Ao avaliar expressões de genes hepáticos que são fatores chave para a biossíntese do colesterol, estes estavam regulados para o aumento do requerimento do colesterol, assim como para exportação de triglicerídeos do fígado em vacas lactantes. Mesmo as expressões gênicas estando reguladas, não houve reflexo no aumento das concentrações de seus componentes no plasma. A hipótese dos autores para baixos níveis de triglicerídeos e colesterol ainda não está elucidada, porém, pode ser devido a uma taxa de exportação comprometida a partir do fígado ou em consequência do aumento da transferência desses nutrientes essenciais para o leite ou para a prole.

A enzimologia clínica auxilia em diagnósticos principalmente em relação às enzimas presentes na corrente sanguínea, onde várias são incluídas em testes de perfil metabólico (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). No presente estudo não foram encontradas diferenças entre o grupamento genético para as concentrações séricas das enzimas GGT, CK e AST ( $P>0,05$ ). A enzima AST em ruminantes é um indicador do funcionamento hepático, sendo seus níveis utilizados em vacas no período pré-parto para prevenir doenças metabólicas durante o pós-parto. Menores concentrações séricas de AST foram encontradas no pré-parto em relação ao pós-parto, estes resultados assemelham-se ao encontrado por Alvarenga et al. (2015). Segundo González e Silva (2006), vacas com altos valores de AST antes do parto ( $>35$  U/L) tem

mais tendência a sofrer com problemas de infertilidade, paresia puerperal e retenção de placenta do que vacas com baixos valores ( $>25$  U/L).

Ambos os grupamentos genéticos durante o estudo apresentaram concentrações médias séricas da enzima AST dentro dos valores de referência (78 - 132 U/L) segundo (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Porém ao confrontar com dados de outros autores, os valores médios de AST para ambos os grupamentos genéticos do presente estudo apresentaram-se com valores elevados. Cozzi et al. (2011) encontraram intervalo de confiança para a enzima AST de vacas no início da lactação até os 89 dias de (19 – 39 U/L). Com relação a dados brasileiros de vacas Holandesas saudáveis Souza (2005) encontrou valores de AST em vacas no puerpério recente de 0 até 10 dias após o parto de ( $47,85\pm11,80$  U/L) e no puerpério tardio de 30 até 45 após o parto de ( $38,94\pm8,20$  U/L). Birgel Junior et al. (2003) encontrou valores de AST para vacas Holandesas de  $29,13\pm5,53$  U/L.

De acordo com González e Silva (2006), o nível sérico normal da enzima GGT para bovinos está entre 6,1 a 17,4 U/L. No presente estudo foram encontrados níveis séricos aumentados da enzima GGT para ambos os grupamentos genéticos no pré e pós-parto. González e Silva (2006) relatam que a enzima GGT pode estar aumentada em casos de lipidose hepática em vacas. Cozzi et al. (2011) encontraram níveis plasmáticos médios de GGT em vacas primíparas Holandesas do parto até 89 dias de lactação de (22 U/L), sendo estes, acima dos valores de referência, semelhante ao encontrado no presente trabalho. Entretanto, Souza (2005) encontrou níveis de GGT dentro dos valores de referência do parto até 10 dias pós-parto de ( $15,08\pm9,59$  U/L) e dos 30 aos 45 dias de ( $12,64\pm4,56$  U/L).

A CK é uma enzima específica para avaliar dano muscular (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). No atual estudo observou-se um aumento da enzima CK em torno do parto ( $>94$  U/L) associada com aumentos das enzimas AST (78 – 138 U/L). Para associar a elevação da enzima AST ao aumento da permeabilidade hepatocelular ou à lesão muscular, é necessário associar a dosagem de CK, a qual é enzima músculo específica. Assim, o aumento de CK e AST juntas indicam lesão muscular e a elevação de AST associada a CK normal indicam um provável dano hepatocelular (SOARES, 2004). Desta maneira, a partir das observações das demonstrações gráficas, pode-se concluir que o aumento da enzima CK está associado ao aumento da enzima AST podendo ser a causa o esforço do parto (GONZÁLEZ E SILVA, 2006).

Souza et al. (2008) relatam aumento da atividade enzimática da AST no puerpério recente devido ao parto, mas devido à meia vida dessa enzima ser curta, valores devem diminuir até os 21 dias após o parto, sendo que o aumento continuado desta enzima pode sugerir presença de lesão hepática.

No presente trabalho não houve diferença entre grupamentos genéticos e entre períodos de avaliação para a variável proteína total. Os valores de referência para proteína total segundo González e Silva, (2006) são de 6,6 – 7,5 g/dL. As vacas da raça Holandesa no período pré-parto estavam com concentrações médias séricas de proteínas totais levemente aumentados e no período pós-parto acima dos valores de referência. As vacas mestiças apresentaram concentrações médias de proteínas totais acima dos valores de referência durante todo o período de estudo. Os valores de proteínas totais para as vacas da raça Holandesa no período pós-parto compararam-se aos encontrados por Cozzi et al. (2011), os quais observaram valores médios de 8,3 g/dL para multíparas e 8,0 g/dL para primíparas. Normalmente os casos de hipoproteinemias e hiperproteinemias ocorrem devido às alterações na albumina e globulina. Geralmente o aumento das proteínas totais é causado por desidratação e inflamação, já a diminuição é causada por falhas na síntese

ou absorção principalmente devido à insuficiência hepática, falhas de absorção intestinal e má nutrição proteica (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Para as variáveis albumina e globulina não houve diferenças entre o grupamento genético e não foram observadas diferenças entre período de avaliação para ambas as variáveis. Resultados semelhantes aos de Alvarenga et al. (2015), sem diferenças entre os momentos de avaliação para as concentrações séricas de albumina três semanas antes do parto e três semanas após o parto. Observou-se diminuição da concentração sérica de albumina desde duas semanas antes do parto até a primeira semana de lactação, seguido de elevação posteriormente, sendo o mesmo encontrado por Birgel Junior et al. (2003), os quais encontraram valores de  $3,34 \pm 0,23$  g/dL no terço inicial da gestação,  $3,06 \pm 0,40$  g/dL terço médio da gestação,  $2,89 \pm 0,44$  g/dL terço final da gestação e  $2,61 \pm 0,30$  g/dL no puerpério recente.

As vacas mestiças Holandês x Jersey apresentaram concentrações séricas de globulina acima dos valores de referência no período pré e pós-parto que segundo González e Silva (2006) é de (3,0 a 5,2 g/dL). As globulinas são classificadas em alfa, beta e gama. As alfa

globulinas são sintetizadas pelo fígado, as beta globulinas em sua maioria também pelo fígado e parte nos tecidos linfoides e as gama globulinas são produzidas em tecidos linfóides em resposta a um estímulo antigênico. Doenças hepáticas crônicas podem induzir a maior produção de globulinas Thrall (2007), assim como processos inflamatórios (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Em casos de mastite, peritonite, pneumonia, endocardite e endometrite as proteínas de fase aguda hapglobulina e amiloide sérica A, geralmente encontram-se aumentadas (ECKERSALL e BELL, 2010).

Em casos de hiperproteínemia associados à hipoalbuminemia e hiperglobulinemia e a relação albumina:globulina apresentar valores menores que 0,5 podem ser devido a uma insuficiência hepática crônica (BIRGEL JUNIOR et al., 2003). No presente estudo, quando se calcula a relação albumina:globulina, a partir dos valores da tabela 5, as vacas mestiças no período pré-parto, quando apresentaram proteína total elevada, albumina normal e globulina elevada, tem relação albumina:globulina de 0,46 e no período pós-parto essa relação passa para 0,35, mantendo-se a proteína total elevada.

As vacas da raça Holandesa no pré-parto apresentaram concentrações de proteína total levemente elevada, albumina e globulina dentro dos valores de referência. Já no pós-parto apresentam proteína total elevada, albumina baixa e globulina normal, com relação albumina:globulina de 0,6 no pré parto e de 0,9 no pós-parto. A diminuição de albumina no pós-parto pode ser em decorrência da produção de leite, pois parte das proteínas do soro ou soroproteínas do leite, principalmente albumina e globulinas são provenientes da circulação sanguínea e o restante é sintetizado na glândula mamária (BELOTI et al., 2015).

O cálcio iônico tem mais importância clínica em relação ao cálcio total, pois está prontamente disponível para as células e é considerada a forma biologicamente ativa (SMITH, 2006, 2014; THRALL, 2007; SANTOS, 2011). No atual estudo, não houve diferença para a variável cálcio total entre os grupamentos genéticos, já para a variável cálcio iônico houve diferença entre os grupamentos genéticos. Foram encontradas maiores concentrações de cálcio iônico nas vacas mestiças Holandês x Jersey em relação às vacas da raça Holandesa. Resultados diferentes de Dall Pizzol (2012), o qual encontrou valores inferiores de cálcio iônico em vacas mestiças Holandês x Jersey em relação às vacas Holandesas, sendo (0,73 mmol/L) e (1,07 mmol/L), respectivamente. As menores concentrações de cálcio iônico em vacas

da raça Holandesa podem ser explicadas devido a maior produção de leite nesta raça em relação as vacas mestiças (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Chamberlin et al. (2013) consideram vacas normocalcêmicas aquelas com cálcio iônico  $\geq 1,0$  mmol/L e hipocalcêmicas com cálcio iônico  $\leq 1,0$  mmol/L. No presente estudo a média semanal das concentrações séricas de cálcio iônico permaneceram  $\leq 1,0$  mmol/L ao longo das semanas para ambos os grupamentos genéticos, sendo as vacas consideradas hipocalcêmicas. A média semanal das concentrações de cálcio total permaneceram acima dos valores de referência (8,0 a 12,4 mg/dL) González e Silva, (2006) durante o período de estudo. No final da lactação há um aumento da demanda de cálcio pelo feto e para a síntese de colostro. Durante o período seco as exigências de cálcio são mínimas, em torno de 10 a 12 g/dia, e no momento do parto a vaca deve mobilizar aproximadamente 30 g de cálcio ou mais (RADOSTITS, 2002). Observa-se uma queda na concentração do cálcio iônico e cálcio total na semana do parto para vacas mestiças e um aumento na concentração de cálcio nas vacas da raça Holandesa. Existem evidências de que vacas Jersey possuem 15% a menos de receptores para 1,25-DHCC no intestino em relação às vacas Holandesas Smith (2014), a 1,25-DHCC é responsável pela absorção de cálcio no intestino e reabsorção de cálcio nos rins (RADOSTITS, 2002). A menor proporção de receptores para 1,25-DHCC pode estar relacionada com a diminuição das concentrações de cálcio total e cálcio iônico em vacas mestiças no período que antecede o parto.

A relação de cálcio: fósforo no plasma é recíproca, sendo que quando o fósforo diminui, o cálcio aumenta e vice-versa González e Silva (2006), relação esta, observada nas apresentações gráficas do presente estudo para cálcio iônico e fósforo.

## 7 CONCLUSÕES

Vacas mestiças Holandês x Jersey e Holandês perdem peso e condição corporal de modo similar no pós-parto.

O perfil energético no período de transição de pré e pós-parto de vacas mestiças Holandês x Jersey e Holandês puras é similar, com maiores concentrações de BHB nas primeiras semanas de lactação.

Vacas mestiças Holandês x Jersey e Holandês não diferem quanto às concentrações séricas das enzimas AST, GGT e CK e de proteína total, albumina e globulina no periparto.

Vacas mestiças apresentaram maior concentração de cálcio iônico e menores concentrações de fósforo em relação às vacas Holandês no periparto, sem diferenças na concentração de cálcio total.

## REFERENCIAS

ALVARENGA, E. A.; MOREIRA, G. H. F. A.; FACURY FILHO, E. J.; LEME, F. O. P.; COELHO, S. G.; MOLINA, L. R.; LIMA, J. A. M.; CARVALHO, A. U. Avaliação do perfil metabólico de vacas da raça Holandesa durante o período de transição. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 281–290, 2015.

ANDERSON, T.; SHAVER, R.; BOSMA, P.; BOER, V. DE. Caso study :Performance of Lactating Jersey and Jersey-Holstein Crossbred Versus Holstein Cows in a Wisconsin Confinement Dairy Herd. **The Professional Animal Scientist**, v. 23, n. 5, p. 541–545, 2007.

ANDREWS, A. H.; BLOWEY, R. W.; EDDY, R. G. **Medicina Bovina: Doença e criação de bovinos**. 2 Ed. São Paulo: Roca, 2008.

ARIOLI, E. L.; CORRÊA, P. H. S. Hipocalcemia - revisão. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabolismo**, v. 43, n. 6, p. 467–471, 1999.

BAUMAN, D. E.; BRUCE CURRIE, W. Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: A Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 9, p. 1514–1529, 1980.

BELOTI, V.; RONALDO TAMANINI, L. A. N.; MARIA A. S MOREIRA, L. C. C. DA S.; FANANI., R.; REIS., K. T. M. G. **LEITE: Obtenção, inspeção e qualidade**. Londrina - PR: Editora Planta, 2015.

BIRGEL JUNIOR, E. H.; NEVES, F. S.; SALVATORE, L. C. A.; MIRANDOLA, R. M. S.; TÁVORA, J. P. F.; BIRGEL, E. H . Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça holandesa. **Ars Veterinaria**, v. 19, n. 2, p. 172–178, 2003.

BOURDON, R. M. **Understanding Animal Breeding**. 2 Ed. Pretincce-Hall, 2000.

CAMPOS, R.; GONZÁLEZ., F.; COLDEBELLA., A.; LACERDA, L. Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 241–249, 2007.

CEDEÑO, A.; CEBALLOS, A.; GARZÓN, C.; DAZA, A. Estudio comparativo de perfiles metabólicos minerales en lecherías de dos regiones de Nariño. **Orinoquia**, v. 15, n. 2, p. 160 – 168, 2012.

CHAMBERLIN, W. G.; MIDDLETON, J. R.; SPAIN, J. N.; JOHNSON, G. C.; ELLERSIECK, M. R.; PITHUA, P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 11, p. 7001–13, 2013.

CHAPINAL, N.; CARSON, M. E.; LEBLANC, S. J.; LESLIE, K. E.; GODDEN, S.; CAPEL, M.; SANTOS, J. E.; OVERTON, M. W.; DUFFIELD, T. F. The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 3, p. 1301–9, 2012.

CHAPINAL, N.; LEBLANC, S. J.; CARSON, M. E.; LESLIE, K. E.; GODDEN, S.; CAPEL, M.; SANTOS, J. E.; OVERTON, M. W.; DUFFIELD, T. F.. Herd-level association of serum metabolites in the transition period with disease , milk production , and early lactation reproductive performance. **Journal of dairy science** , v. 95, n. 10, p. 5676–5682, 2012.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

CORASSIN, C. H.; MACHADO, P. F.; COLDEBELLA, A.; CASSOLI, L. D.; SORIANO, S. Importância das desordens do periparto e seus fatores de risco sobre a produção de leite de vacas Holandesas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 1101–1110, 2011.

COZZI, G.; RAVAROTTO, L.; GOTTARDO, F.; STEFANI, A. L.; CONTIERO, B.; MORO, L.; BRSCIC, M.; DALVIT, P. Short communication : Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows : Effects of parity , stage of lactation , and season of production. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 8, p. 3895–3901, 2011.

CURTIS, C. R.; ERB, H. N.; SNIFFEN, C. J.; SMITH, R. D. Epidemiology of parturient paresis: predisposing factors with emphasis on dry cow feeding and management. **Journal of dairy science**, v. 67, n. 4, p. 817–25, 1984.

DALL PIZZOL, J. G. **Comparação entre vacas da raça holandesa e mestiças das raças holandesa x jersey quanto à sanidade, imunidade e facilidade de parto** Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do estado de Santa Catarina, Lages, 55 p. 2012.

DIAS, A. L. G. **Avaliação do parto de vacas da raça holandesa inseminadas com holandês ou jersey e do desenvolvimento, sanidade e concentração de imunoglobulinas dos bezerros.** Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do estado de Santa Catarina, Lages, 51 p. 2012.

DRACKLEY, J. K. Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 11, p. 2259–2273, 1999.

DRACKLEY, J. K.; RICHARD, M. J.; BEITZ, D. C.; YOUNG, J. W. Metabolic changes in dairy cows with ketonemia in response to feed restriction and dietary 1,3-butanediol. **Journal of dairy science**, v. 75, n. 6, p. 1622–34, 1992.

ECKERSALL, P. D.; BELL, R. Acute phase proteins: Biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. **The Veterinary Journal**, v. 185, n. 1, p. 23–27, 2010.

FERGUSON, J. D.; OTTO, K. A. Managing body condition in dairy cows. **CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**. p.75–87, 1989.

FERNANDES, S. R.; FREITAS, J. A.; SOUZA, D. F.; et al. Lipedograma Como Ferramenta Na Avaliação Do Metabolismo energético em ruminantes. **Brasil Agrociência**, v. 18, n. 1-4, p. 21–32, 2012.

GARCIA, A. M. B.; CARDOSO, F. C.; CAMPOS, R.; THEDY, D. X.; GONZALEZ, F. H. D. Metabolic evaluation of dairy cows submitted to three different strategies to decrease the effects of negative energy balance in early postpartum. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 31, n. 12, p. 11–17, 2011.

GEISHAUSER, T.; LESLIE, K.; KELTON, D. Monitoring for Subclinical Ketosis in Dairy Herds. **Food Animal**, v. 23, n. 8, p. 65–71, 2001.

GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. **Veterinary journal**, v. 176, n. 1, p. 50–7, 2008. Elsevier Ltd.

GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A; HORST, R. L. Milk fever and dietary cation-anion balance effects on concentration of vitamin D receptor in tissue of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 11, p. 2388–94, 1995.

GONZÁLEZ, F. D.; MUIÑO, R.; PEREIRA, V.; CAMPOS, R.; BENEDITO, J. L. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. **Journal of Veterinary Science**, v. 12, n. 3, p. 251–255, 2011.

GONZALEZ, F. H. D.; SHEFFER, S. F. . Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais. **Anais...** Gramado: Brasil: Veterinária. 29º Congresso de Medicina. 2002.

GONZÁLEZ, F. H. DIÁZ; SILVA, S. C. DA. **Introdução à bioquímica clínica veterinária.** 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

GROSS ET AL. Liver fat content and lipid metabolism in dairy cows during early lactation and during a mid-lactation feed restriction. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5008–5017, 2013.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2820–33, 1995.

HANSEN, P. J. **Improving Dairy Cow Fertility through Genetics Milk yield (lb) Inbreeding Coefficient , %.** , v. 2007, n.2, p. 23–30, 2007.

HARRIS, N. R.; JOHNSON, D. E.; MCDougald, N. K.; GEORGE, M. R. Social Associations and Dominance of Individuals in Small Herds of Cattle. **Rangeland Ecology & Management**, v. 60, n. 8, p. 339–349, 2007.

HEINS, B. J.; HANSEN, L. B.; HAZEL, A R.; et al. Short communication: Jersey × Holstein crossbreds compared with pure Holsteins for body weight, body condition score, fertility, and survival during the first three lactations. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 7, p. 4130–5, 2012.

HUTJENS, M. Body condition scoring a valuable performance toll. **Dairy scope**, v. 1, n. 1, p. 6–7, 1991.

INGVARTSEN, K. L. Feeding- and management-related diseases in the transition cow. **Animal Feed Science and Technology**, v. 126, n. 3-4, p. 175–213, 2006.

INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, J. B. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1573–1597, 2000.

Zambrano, P. W; Marques Jr, P. A . Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. **Zootecnia Tropical**, v. 27, n. 4, p. 475–488, 2009.

KANEKO, J.J., HARVEY, J.W., BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6 ed. San Diego- California, 2008.

KESSLER, E. C.; GROSS, J. J.; BRUCKMAIER, R. M.; ALBRECHT, C. Cholesterol metabolism, transport, and hepatic regulation in dairy cows during transition and early lactation. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 9, p. 5481–5490, 2014.

KIMURA, K.; REINHARDT, T. A; GOFF, J. P. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 7, p. 2588–2595, 2006.

LEAN, I. J.; DEGARIS, P. J.; MCNEIL, D. M.; BLOCK, E. Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 2, p. 669–84, 2006.

LOPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D. J.; HOLMES, C. W.; BLAIR, H. T.; SPELMAN, R. J. Effects of selection and crossbreeding strategies on industry profit in the New Zealand dairy industry. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 164–172, 2000.

MARTINEZ, N, SINEDINO, L D P, BISINOTTO, R S, RIBEIRO, E S, GOMES, G C, LIMA, F S GRECO, L F, RISCO, C A, GALVÃO, K N, TAYLOR-RODRIGUEZ, D, DRIVER, J P, THATCHER, W W, SANTOS, J. E. P. Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 2, p. 874–87, 2014.

MCART, J. A. A.; NYDAM, D. V.; OETZEL, G. R. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 9, p. 5056–5066, 2012.

MOSEL, M. VAN; VAN'T KLOOSTER, A T.; MOSEL, F. VAN; KUILEN, J. VAN DER. Effects of reducing dietary  $[(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^-)]$

+ SO<sub>4</sub>=)] on the rate of calcium mobilisation by dairy cows at parturition. **Research in Veterinary Science**, v. 54, n. 1, p. 1–9, 1993.

NIELSEN, N. I.; FRIGGENS, N. C.; CHAGUNDA, M. G. G.; INGVARTSEN, K. L. Predicting Risk of Ketosis in Dairy Cows Using In-Line Measurements of  $\beta$ -Hydroxybutyrate: A Biological Model. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 7, p. 2441–2453, 2005.

OETZEL, G. R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 20, n. 3, p. 651–674, 2004.

OLIVEIRA, R. S. B. R.; MOURA, A. R. F.; PÁDUA, M. F. S.; et al. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras com baixo escore de condição corporal no periparto. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 362–368, 2014.

OLSON, K. M.; CASSELL, B. G.; HANIGAN, M. D.; PEARSON, R. E. Interaction of energy balance, feed efficiency, early lactation health events, and fertility in first-lactation Holstein, Jersey, and reciprocal F1 crossbred cows. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 1, p. 507–511, 2011.

OSPINA, P. A.; NYDAM, D. V; STOKOL, T.; OVERTON, T. R. Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States : Critical thresholds for prediction of clinical diseases. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 546–554, 2010.

PATTON, R. A.; BUCHOLTZ, H. F.; SCHMIDT, M.; HALL, F. M. Body condition scoring a manegement tool. **Dairy Guide**, v. 6, 1988.

PAYNE., J. M.; PAYNE, S. **The Metabolic Profile Test**. Oxford Uni ed. New York, 1987.

PINEDO, P. J.; DANIELS, A.; SHUMAKER, J.; VRIES, A. DE. Dynamics of culling for Jersey, Holstein, and Jersey x Holstein crossbred cows in large multibreed dairy herds. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 5, p. 2886–2895, 2014.

- PRENDIVILLE, R.; LEWIS, E.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. Comparative grazing behavior of lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey x Holstein-Friesian dairy cows and its association with intake capacity and production efficiency. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 764–774, 2010.
- PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey x Holstein-Friesian cows at pasture. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 12, p. 6176–85, 2009.
- PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; DELABY, L.; BUCKLEY, F. Animal performance and production efficiencies of Holstein-Friesian, Jersey and Jersey ?? Holstein-Friesian cows throughout lactation. **Livestock Science**, v. 138, n. 1-3, p. 25–33, 2011.
- RADOSTITS, O. M. **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suíños, caprinos.** 9th ed. Rio de Janeiro, 2002.
- REINHARDT, T. A.; LIPPOLIS, J. D.; MCCLUSKEY, B. J.; GOFF, J. P.; HORST, R. L. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. **Veterinary Journal**, v. 188, n. 1, p. 122–124, 2011.
- RIET-CORREA; SCHILD;, A. L.; LEMOS, M. D. C. M. R. A. A. **Doenças de Ruminantes e Equinos.** 3rd ed. Santa Maria: Pallotti, 2007.
- ROBERTS, T.; CHAPINAL, N.; LEBLANC, S. J.; et al. Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 6, p. 3057–63, 2012.
- ROOS, T. B.; SCHWENGLER, E.; QUEVEDO, P. S.; SCHWENGLER, E.; GOULART, A. M.; QUEVEDO, S. P.; SILVA, M. V.; VERDE, P. M. L.; DEL PINO, F. A. B.; TIMM, C. T.; GIL-TURNES, C.; CORRÊA, M. N. Avaliação de parâmetros do perfil metabólico e do leite em diferentes categorias de vacas leiteiras da raça Jersey em rebanhos do Sul do Rio Grande do Sul. **Veterinária em Foco**, v. 5, n.2, p. 121–130, 2008.

SABORÍO, A.; SÁNCHEZ, J. Prevalencia y factores de riesgo relacionados con la cetosis clínica y subclínica tipo I y II en un hato de vacas Jersey en Costa Rica. **Agronomía costarricense**, v. 37, n. 2, p. 17–19, 2013.

BERCHIELLI, T. T; VAZ PIRES, A; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2 ed, p.616, 2011.

SCHÄFF, C.; BÖRNER, S.; HACKE, S.; et al. Increased muscle fatty acid oxidation in dairy cows with intensive body fat mobilization during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6449–6460, 2013.

SCOTT, M. A.; STOCKHAM, S. L. **Fundamentos de Patologia Clínica Veterinária**. Rio de Janeiro: Koogan, Guanabara, 2011.

SMITH, B. P. **Medicina Interna de Grandes Animais**. Barueri - SP: Manole, 2006.

SMITH, B. P. **Large animal internal medicine**. 5th ed. 2014.

SOARES, E. C. **Indicadores hematológicos e bioquímicos na avaliação da performance de eqüínos atletas**, UFRGS, 2004.

SOUZA, R. M. D. E. **Avaliação da função hepática e do lipidograma no período puerperal e pós-puerperal e suas inter-relações com os distúrbios reprodutivos de fêmeas bovinas da raça Holandesa , criadas no Estado de São Paulo**. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. 196 p.

SOUZA., R. M.; GARCIA., N. A. C. R.; BIRGEL, D. B.; JUNIOR, E. H. B. Influência do puerpério e da fase pós-puerperal na função hepática de vacas da raça Holandesa criadas no Estado de São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p. 140–147, 2008.

- STACHOWICZ, K.; SARGOLZAEI, M.; MAGLIOR, F.; SCHENKEL, F. S. Rates of inbreeding and genetic diversity in Canadian Holstein and Jersey cattle. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 3, p. 5160–75, 2011.
- SUTHAR, V. S.; CANELAS-RAPOSO, J.; DENIZ, A.; HEUWIESER, W. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 5, p. 2925–2938, 2013.
- THALER NETO, T.; RODRIGUES, R. S.; CÓRDOVA, H. D. A. Desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês x Jersey em comparação ao Holandês. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.12, n.1, p. 7–12, 2013.
- THRALL, M. A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2007.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do brasil: para animais de produção**. 1st ed. Rio de Janeiro: Helianthus, 2000.
- VANCE, E. R.; FERRIS, C. P.; ELLIOTT, C. T.; HARTLEY, H. M.; KILPATRICK, D. J. Comparison of the performance of Holstein-Friesian and Jersey×Holstein-Friesian crossbred dairy cows within three contrasting grassland-based systems of milk production. **Livestock Science**, v. 151, n. 1, p. 66–79, 2013.
- WEIGEL, K. A. Prospects for improving reproductive performance through genetic selection. **Animal Reproduction Science**, v. 96, p. 323–330, 2006.
- WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul p.108, 2000.

WITTWER, F.; BOHMWALD. O uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais em ruminantes. In: GOLZÁLEZ, F. H. D.; BARCELOS, J.; RALOND OPSINA, R. P PATINO.; LIZ ALBERTO RIBEIRO, A. L. **Perfil metabólica em ruminantes: seu uso emnutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul p.108, 2000.

XUE, B.; YAN, T.; FERRIS, C. F.; MAYNE, C. S. Milk production and energy efficiency of Holstein and Jersey-Holstein crossbred dairy cows offered diets containing grass silage. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 3, p. 1455–1464, 2011.

ZHIGANG, Z.; LIU, G.; Wang, H.; LI, X.; Wang, Z. Detection of Subclinical Ketosis in Dairy Cows. **Pakistan Veterinary Journal** , v.32, n.2, p. 8318 - 1962, 2011.