

**ADRIANA HAUSER LENGERT**

**PERFIL HEMOGASOMÉTRICO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E  
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE VACAS HOLANDÊS VERSUS MISTIÇAS  
HOLANDÊS-JERSEY NO PERIPARTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em  
Ciência Animal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da  
Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência  
Animal.

Orientador: Prof. Dr. André Thaler Neto

LAGES

2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

Lengert, Adriana Hauser

Perfil hemogasométrico, comportamento ingestivo e eficiência alimentar de vacas Holandês versus mestiças Holandês-Jersey no periparto/ Adriana Hauser Lengert. - Lages, 2016.

77 p. : 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, 2016.

1. metabolismo a. 2. acidose b. 3. alcalose c. 4. eletrólitos sanguíneos d. 5. cruzamentos e. 6. consumo de matéria seca f. I. Hauser, Adriana. II. Thaler Neto, André. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título

ADRIANA HAUSER LENGERT

**PERFIL HEMOGASOMÉTRICO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E  
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE VACAS HOLANDÊS VERSUS MISTIÇAS  
HOLANDÊS-JERSEY NO PERÍODO PERIPARTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a 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. Félix Hilário Díaz González

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Membro: \_\_\_\_\_

  
Prof. Dr. Ivan Pedro de Oliveira Gomes

Universidade do Estado de Santa Catarina



A quem me incentivou e apoiou...

Nunca desistir das coisas que nos fazem sorrir...



## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela existência...

Aos meus pais, pelo exemplo de trabalho, perseverança e ajuda incondicional.

Aos meus irmãos Elise, Rainer e Caroline... e meu querido filho... Henrique...  
adoro vocês!

Aos meus amigos queridos, mesmo na ausência, estavam comigo.

À UDESC por propiciar uma estrutura muito rica para a formação acadêmica.

À Fai Faculdade, mesmo após formada, continuou a me apoiar em novos projetos.

Ao meu orientador André Thaler Neto, pela amizade e orientação e principalmente, pela ajuda para realizar este trabalho.

Agradeço também aos professores do Departamento de Produção Animal e Alimentos, em especial, Prof. Ivan Pedro de Oliveira Gomes pela grande ajuda neste projeto.

Aos colegas que me ajudaram nos trabalhos de pesquisa, foram muitos; um trabalho longo, mas, ao mesmo tempo de muito aprendizado, sem a ajuda de vocês não teria sido possível chegar ao final. Agradeço em especial à Ângela, Maurício, Marciel, Leonardo, Deise, Nadine, Beto, Artur, Rodrigo, Luiza, Alex, Guilherme, Luighi, Matheus, Pauline, Ana Paula, Dazi, Arenildo, Camila Nadal, Cristina Aviz, Cristiane e Josiel.

Agradeço a todos que me acompanharam e me ajudaram neste longo trabalho... foram todos importantes....

Muito Obrigada!!!





## RESUMO

LENGERT, ADRIANA HAUSER. **Perfil Hemogasométrico, Comportamento Ingestivo e Eficiência Alimentar de Vacas Holandês versus Mestiças Holandês-Jersey no Periparto** 2016. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Lages, 2016.

A busca por animais mais produtivos e eficientes na conversão de alimentos e que conseguem driblar mais os efeitos estressores do período de transição são fundamentais para melhorar o desempenho na produção intensiva de leite. Os cruzamentos surgem como uma alternativa pela busca de animais mais saudáveis e rentáveis. Vacas de leite no período de transição são muito suscetíveis a transtornos metabólicos, sendo que o exame hemogasométrico pode fornecer informações importantes, em nível de rebanho, para a tomada de decisão e prevenção da evolução de muitos distúrbios. O exame hemogasométrico é de grande importância na avaliação do equilíbrio ácido-básico e do perfil eletrolítico, fornecendo informações fundamentais para o diagnóstico e o prognóstico de várias enfermidades de animais domésticos. O objetivo deste trabalho foi determinar e comparar o perfil hemogasométrico, o comportamento ingestivo e a eficiência alimentar de vacas Holandês e Holandês x Jersey no período de transição pré e pós-parto. Coletaram-se semanalmente, amostras de sangue de 24 vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey, entre duas semanas pré e oito semanas pós-parto. Após o parto, as vacas foram alojadas em baias individualmente. Avaliou-se o pH sanguíneo, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), pressão de dióxido de carbono ( $\text{pCO}_2$ ) e cálcio ionizado através do analisador clínico portátil de gases sanguíneos, I-STAT utilizando o cartucho CG8+. Avaliou-se também, o comportamento ingestivo, o consumo de matéria seca e a eficiência alimentar das vacas. Os dados foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas no tempo, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS. Houve diferença entre grupamentos genéticos nos valores de pH ( $P = 0,005$ ), cálcio iônico ( $P = 0,0203$ ), excesso de base, BE ( $P = 0,0311$ ), glicose ( $P = 0,0468$ ) e hematócrito ( $P = 0,0209$ ). Os níveis de cálcio iônico encontraram-se abaixo dos valores de referência ao longo de todo o período de avaliação, mas, as vacas mestiças apresentaram níveis superiores de cálcio iônico quando comparadas às vacas Holandês, do pré-parto ao parto.



O exame hemogasométrico permitiu identificar diferenças entre vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período de transição. Vacas mestiças Holandês x Jersey apresentam consumo de matéria seca diária e eficiência alimentar similar que as vacas puras Holandês. As vacas mestiças Holandês x Jersey tiveram tendência de maior eficiência alimentar para produção de leite corrigido a 4% de gordura e maior eficiência alimentar para produção de gordura. Vacas mestiças Holandês x Jersey passam mais tempo ao longo do dia se alimentando quando comparadas com as vacas Holandês, sem diferença no tempo de ruminação.

**Palavras-chaves:** metabolismo, acidose, alcalose, eletrólitos sanguíneos, cruzamentos, consumo de matéria seca, produção de leite



## ABSTRACT

More productive and efficient animals in the feed conversion and who can dribble more stressfull transition period are critical to improving performance in intensive milk production. Crossovers arise as an alternative by the search for healthier and more profitable animals. Blood gas analysis has a great importance on the evaluation of acid-base balance and electrolyte profile, providing essential information for the diagnosis and prognosis of several diseases in domestic animal. Dairy cows are more susceptible to metabolic disorders on the transition period and blood gas analysis provides important information to decision making and prevention of the development of many disorders. The objective was to determinate and compare the blood gas profile, feeding behavior and feed efficiency of Holstein and crossbreeding Holstein x Jersey cows in postpartum. Weekly, blood samples were collected from 24 Holstein and crossbred Holstein x Jersey cows. After blood sampling, a complete blood gas analysis was performed including pH, bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), partial pressure of carbon dioxide ( $\text{pCO}_2$ ) and ionized calcium throughout the portable clinical analyzer for blood gas analysis, I-STAT using the CG8<sup>+</sup> cartridge. The ingestive behavior, dry matter intake and milk production was evaluated. Data were submitted to analysis of variance with repeated measures, using the MIXED procedure of SAS statistical package. There were differences between genetic groups for pH values ( $P = 0.005$ ), ionized calcium ( $P = 0.0203$ ), base excess, BE ( $P = 0.0311$ ), glucose ( $P = 0.0468$ ) and hematocrit ( $P = 0.0209$ ). The ionic calcium levels found were below the reference values throughout the evaluation period. However, crossbred cows showed higher levels of ionic calcium when compared to Holstein cows from prepartum period to parturition, being that and important health parameter of dairy cows, which is a positive characteristic feature on the choice for crossbreeding. The blood gas analysis has identified differences between Holstein and crossbred Holstein x Jersey cows in transition period. Crossbred cows Holstein x Jersey and Holstein cows have a similar dry matter intake and feed efficiency. Crossbred Holstein x Jersey cows tended to have higher feed efficiency for milk corrected to 4% fat and higher feed efficiency for fat production of. Crossbred Holstein x Jersey cows spend more time throughout the day feeding when compared to Holstein cows. Ruminations time was similar between Holstein and Hols x Jersey cows.

**Keywords:** metabolism, acidosis, alkalosis, blood electrolytes, crossbreeding, dry matter intake, milk yield.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: ingestão de matéria seca (A) leite corrigido para 4% de gordura (B) e peso vivo (C) de vacas primíparas e múltíparas ao longo de 48 semanas de lactação.....	33
Figura 2: Valores médios de pH (A), pressão de dióxido de carbono ( $p\text{CO}_2$ ) (B), concentração de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) (C) e excesso de base (BE) (D) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação .....	46
Figura 3: Valores de Sódio (A), potássio (B), (C) glicose e cálcio iônico (D) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação .....	49
Figura 4: Valores de hematócrito (A) e hemoglobina (B) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação .....	51
Figura 5: Produção de leite ao dia corrigido para 4% de gordura em Kg (A) e consumo de matéria seca ao dia em Kg (B), em função dos dias em lactação de vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) .....	65
Figura 6: Consumo de matéria seca de vacas puras Holandês (■), mestiças Holandês x Jersey (■ ■) e consumo de matéria seca como porcentagem de peso vivo (PV) de vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) em função das semanas em lactação .....	66
Figura 7: Eficiência alimentar expresso em Kg de leite/kg de MS (A) e eficiência alimentar expressa em leite corrigido a 4% de gordura/kg de MS em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) ao longo de oito semanas de lactação .....	67
Figura 8: Escore de condição corporal (ECC) e peso vivo (PV) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) até oito semanas de lactação .....	68
Figura 9: Tempo dispendido para alimentação por turnos ao longo do dia para vacas Holandês (■) e Holandês x Jersey(□) .....	69
Figura 10: Tempo dispendido para ruminação por turnos ao longo do dia para vacas Holandês (■) e Holandês x Jersey (□) .....	70





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros avaliados mediante hemogasometria de sangue venoso.....	30
Tabela 2: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas pré-parto .....	42
Tabela 3: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas em lactação .....	42
Tabela 4: Médias dos quadrados mínimos $\pm$ erros-padrão das médias e valor de P para pH, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), pressão parcial de dióxido de carbono ( $\text{pCO}_2$ ), pressão parcial de oxigênio ( $\text{pO}_2$ ), dióxido de carbono total ( $\text{TCO}_2$ ), saturação de oxigênio ( $\text{sO}_2$ ), excesso/déficit de base (BE), glicose, $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ e $\text{Ca}^{2+}$ , hematócrito e hemoglobina em vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período pré e pós-parto .....	44
Tabela 5: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas pré-parto .....	61
Tabela 6: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas em lactação .....	61
Tabela 7: Médias dos quadrados mínimos $\pm$ erros-padrão das médias e valor de P para consumo de matéria seca (CMS), CMS como % de peso vivo, produção de leite e medidas de eficiência alimentar de vacas Holandês e Holandês x Jersey no pós parto .....	64
Tabela 8: Comportamento ingestivo de vacas Holandês e Holandês x Jersey no pós-parto .....	69



## LISTA DE ABREVIATURAS

ΔECC	Variação de escore de condição corporal
BE	Déficit/excesso de base
CMS	Consumo de matéria seca
CNF	Carboidratos não fibrosos
DCAD	Diferença catiônica e aniônica da dieta
EAB	Equilíbrio ácido-básico
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra de detergente ácido
FDN	Fibra de detergente neutro
IMS	Ingestão de matéria seca
LEC	Líquido extracelular
LIC	Líquido intracelular
MM	Matéria mineral
MN	Matéria natural
MS	Matéria seca
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
P	Probabilidade de significância
PB	Proteína bruta
PV	Peso vivo
SNC	Sistema Nervoso Central
TMR	Dieta totalmente misturada



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	25
2.1 PERFIL HEMOGASOMÉTRICO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO.....	25
2.2 CONSUMO DE ALIMENTOS, COMPORTAMENTO INGESTIVO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE VACAS LEITEIRAS .....	31
2.3 CRUZAMENTOS ENTRE RAÇAS LEITEIRAS ESPECIALIZADAS .....	36
3 PERFIL HEMOGASOMÉTRICO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO .....	38
3.1 RESUMO .....	38
3.2 ABSTRACT .....	39
3.3 INTRODUÇÃO.....	40
3.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	41
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
3.6 CONCLUSÃO .....	53
4 CONSUMO DE ALIMENTOS, COMPORTAMENTO INGESTIVO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE VACAS LEITEIRAS .....	55
4.1 RESUMO .....	55
4.2 ABSTRACT .....	57
4.3 INTRODUÇÃO.....	59
4.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	60
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	63
4.6 CONCLUSÃO .....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73



## 1 INTRODUÇÃO

A produção intensiva de alimentos faz-se necessária frente a crescente demanda. Alimentos produzidos com eficiência impactam significativamente nos custos de produção e em consequência, na rentabilidade do produtor e nos preços dos alimentos disponíveis ao consumidor. A este contexto a pecuária leiteira não é isenta. Maiores produtividades e com eficiência na conversão dos alimentos ingeridos pela vaca, bem como, qualidade do leite produzido e com propriedades funcionais, são cada vez mais buscados.

O estudo do perfil hemogasométrico, do comportamento ingestivo e da eficiência alimentar de vacas holandês e mestiças Holandês x Jersey no período periparto, permite entender, mais aprofundadamente, o que acontece com o metabolismo animal, as alterações características do período que antecede o parto e o pós-parto, e também, com base nos resultados e avaliações clínicas, intervir para diminuir os impactos de muitos transtornos na saúde do rebanho e por consequência, na eficiência e rentabilidade de produtores de leite. As pesquisas envolvendo o equilíbrio ácido-base nas enfermidades de bovinos no Brasil são escassas, sendo estes, poucas vezes tratados adequadamente, implicando muitas vezes em grandes perdas de animais ou de produção (FREITAS et al, 2010). Também existe uma grande lacuna na literatura internacional sobre dados de hemogasometria em vacas leiteiras, em especial para situações específicas do ciclo produtivo das vacas leiteiras, tais como o período de transição pré- e pós-parto.

A crescente queda na fertilidade e saúde na raça Holandês uma das principais raças leiteiras tem causado muita preocupação a nível mundial. Problemas de elevada endogamia, tem aumentado. Pagamentos por teor de sólidos no leite tem aumentado o interesse por cruzamentos entre raças especializadas de leite. Assim justifica-se este estudo, contribuindo com dados para diagnóstico e prevenção de doenças num período crítico para a vaca leiteira.

O objetivo deste trabalho foi estimar valores de referência e comparar o perfil hemogasométrico em vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey com alimentação controlada no período de transição pré e pós-parto, avaliar e comparar o consumo de matéria seca, o comportamento ingestivo e a eficiência alimentar de vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período de transição pós-parto.





## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PERFIL HEMOGASOMÉTRICO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO

Os sistemas orgânicos enfrentam dois desafios básicos para a manutenção do equilíbrio ácido-base (EAB), a disposição da cota fixa de ácidos ( $H^+$ ) ingerida na dieta diária e o destino dado ao  $CO_2$  gerado como produto final do metabolismo. Grandes quantidades de ácidos fixos (íons  $H^+$ ) e voláteis ( $CO_2$ ) são resultantes diariamente do catabolismo animal. A produção de ácidos voláteis ocorre devido ao catabolismo de carboidratos, ácidos graxos e os ácidos fixos, são resultantes, principalmente, do catabolismo de proteínas (EVORA e GARCIA, 2008; TEIXEIRA NETO, 2008).

O pH do fluídos orgânicos porém, deve ser mantido dentro de valores fisiológicos para otimizar as atividades enzimáticas celulares, essenciais para a manutenção da homeostase. Desvios acentuados do pH para além dos limites normais podem perturbar de forma drástica o metabolismo celular e portanto, a função corporal. Tanto os ácidos fixos como os voláteis necessitam ser neutralizados ou eliminados para que não ocorram alterações do pH incompatíveis com a vida. Os ácidos fixos ( $H^+$ ) são excretados em solução aquosa pelos rins e os ácidos voláteis ( $CO_2$ ) são eliminados pelos pulmões (KLEIN, 2014; TEIXEIRA NETO, 2008).

A variação do pH que é compatível com a vida é de 6,85 a 7,8, mas estes valores extremos são raras pois tampões, pulmões e os rins trabalham em conjunto para regular o pH, sendo que os limites de referência de pH em bovinos situam-se entre 7,32 e 7,44 (CARLSON e BRUSS, 2008; KLEIN, 2014).

Existem três sistemas primários que regulam a concentração de  $H^+$  nos líquidos corporais para evitar alterações excessivas de pH: a) sistemas de tampões químicos ácido-base que evitam alterações excessivas nas concentrações de  $H^+$ ; b) centro respiratório que regula a remoção de  $CO_2$  e portanto de  $H_2CO_3$  do líquido extracelular; c) rins pela secreção de íons  $H^+$ , reabsorção de bicarbonato filtrado e produção de novo bicarbonato (GUYTON e HALL, 2006).

O sistema de tampões no organismo, responde em fração de segundo, enquanto que o sistema respiratório age em minutos. Já os rins respondem mais lentamente às alterações ácido-básicas, porém um período de horas é necessário para que esta influência

seja significativa, mas, atua de forma mais duradoura, regulando por horas e até dias este sistema (EVORA e GARCIA, 2008; GUYTON e HALL, 2006).

Sistemas tampões são capazes de minimizar mudanças no pH causadas pela adição de uma substância ácida ou básica à solução e são de grande importância no organismo animal, representando a primeira linha de defesa do organismo contra mudanças bruscas no pH e manutenção da homeostase (CARLSON e BRUSS, 2008; KLEIN, 2014, TEIXEIRA NETO, 2008).

Tampões consistem em ácidos fracos dissociados e sua base dissociada ou o sal desse ácido e num equilíbrio reversível:  $\text{Tampão} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{HTampão}$  (CARLSON e BRUSS, 2008; KLEIN, 2014, TEIXEIRA NETO, 2008; GUYTON e HALL, 2006).

São quatro os principais tampões presentes no organismo: bicarbonato/ácido carbônico, proteinatos/proteínas, fosfatos monoácidos/fosfatos biácidos e hemoglobinato/hemoglobina (EVORA e GARCIA, 2008).

O sistema tampão mais importante é ácido carbônico (ácido fraco)/bicarbonato (base conjugada) e é o sistema tampão de maior importância no líquido extracelular (LEC), sangue e fluido intersticial. É altamente eficaz em minimizar alterações no pH por atuar como um sistema aberto, no qual um dos componentes, o  $\text{CO}_2$ , é rapidamente eliminado pelos pulmões através da ventilação alveolar. A anidrase carbônica catalisa a dissociação do ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) em  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CO}_2$  (TEIXEIRA NETO, 2008).

O equilíbrio químico envolvendo o tampão ácido carbônico/bicarbonato é  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$  (TEIXEIRA NETO, 2008).

Quando ocorre um aumento de um ácido forte no organismo, o  $\text{H}^+$  é tamponado pelo bicarbonato,  $\text{HCO}_3^-$ . Ocorre então, um aumento na produção de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . O  $\text{CO}_2$  estimula a respiração, eliminando  $\text{CO}_2$  do líquido extracelular:  $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (GUYTON e HALL, 2006).

Se uma base forte é adicionada ao organismo, o  $\text{OH}^-$  da base combina-se com  $\text{H}_2\text{CO}_3$  formando mais  $\text{HCO}_3^-$ , conforme a equação:  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (GUYTON e HALL, 2006).

A base fraca  $\text{NaHCO}_3$ , substitui a base forte  $\text{NaOH}$  e ao mesmo tempo,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  diminui pois reage com  $\text{NaOH}$  fazendo com que mais  $\text{CO}_2$  se combine com água para repor  $\text{H}_2\text{CO}_3$ :  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$  (GUYTON e HALL, 2006).

Os níveis de  $\text{CO}_2$  diminuem no sangue e inibe a respiração e diminui a taxa de expiração de  $\text{CO}_2$ . O aumento de  $\text{HCO}_3^-$ , que ocorre no sangue, é compensado pelo aumento da excreção renal de  $\text{HCO}_3^-$  (GUYTON e HALL, 2006).

Considerando a equação de Henderson-Hasselbalch, e que a concentração de  $[H_2CO_3]$  é igual a  $pCO_2 \times 0,03$  e o  $pK_a$  é 6,1:  $pH = pK_a + \log [HCO_3^-]/[H_2CO_3]$ , um aumento da concentração de bicarbonato eleva o pH e a elevação da  $pCO_2$  diminui o pH (GUYTON e HALL, 2006).

A concentração de bicarbonato é basicamente regulada pelos rins, enquanto a  $pCO_2$  é regulada pela taxa respiratória (GUYTON e HALL, 2006).

Enquanto o bicarbonato/ácido carbônico é o principal tampão do líquido extracelular (LEC), as proteínas e principalmente a hemoglobina, são os principais tampões do líquido intracelular (LIC). A hemoglobina presente no interior das hemácias é responsável por cerca de 80% da capacidade de tamponamento das proteínas do sangue, enquanto a proteína plasmática, albumina, representa os 20% restantes. Os fosfatos orgânicos e inorgânicos  $H_2PO_3^-$  também são importantes tampões intracelulares (TEIXEIRA NETO, 2008).

Quando distúrbios do equilíbrio ácido-base resultam de uma alteração primária na concentração de bicarbonato do líquido extracelular, são denominados distúrbios ácido-base metabólicos. A acidose causada por uma diminuição primária na concentração de bicarbonato é denominada de acidose metabólica. Já, a alcalose causada por um aumento primário na concentração de bicarbonato, é denominada de alcalose metabólica (GUYTON e HALL, 2006; TEIXEIRA NETO, 2008).

Entretanto, a acidose causada por um aumento na  $pCO_2$  é denominada acidose respiratória, enquanto a alcalose causada por uma diminuição na  $pCO_2$  é denominada de alcalose respiratória (GUYTON e HALL, 2006).

O equilíbrio ácido-básico, tradicionalmente, é interpretado pelas relações entre a pressão parcial de dióxido de carbono ( $pCO_2$ ), o pH e o íon bicarbonato no plasma sanguíneo, considerando a equação de Henderson-Hasselbalch. Porém, Steward propôs que o equilíbrio ácido-base também é dependente da diferença entre íons fortes (SID), da concentração total de ácidos fracos e da pressão parcial de  $CO_2$  (RINALDI e DE GAUDIO, 2005; SILVA, 2008; GOFF e HORST, 2003).

Este também é o princípio envolvido no conceito do balanço catiônico e aniônico de dietas, conhecido como DCAD. O balanço ácido-básico do sangue é dependente da relação entre número de equivalentes de cargas positivas (cátions) e cargas negativas (ânions) presentes na dieta e absorvidos. Este conceito assume que o influxo de qualquer íon aos fluidos corpóreos é capaz de alterar o balanço acidobásico do organismo (GOFF e HORST, 2003; SANTOS, 2011). Assim, se a quantidade de cátions é maior que a de

ânions, o animal entra num estado de alcalose metabólica. Já, se a quantidade de ânions é maior que a de cátions, um estado de acidose se instala (SANTOS, 2011).

A diferença entre cátions e ânions absorvidos da dieta determinam o pH do sangue é usualmente calculada pela equação:  $DCAD = (mEq Na^+ + mEq K^+) - (mEq Cl^- + mEq SO_4^{2-})$  (GOFF, 2014).

A diferença entre a absorção de cátions e ânions da dieta determina o pH dos fluidos corporais. Quando mais cátions são absorvidos, ocorre um aumento na retenção de  $HCO_3^-$  e conseqüentemente, um aumento do pH e uma leve alcalose. Se absorção de ânions for maior, ocorre maior retenção de  $H^+$ , diminuindo o pH e causando assim, uma leve acidose (SANTOS, 2011).

A concentração de cálcio no sangue também é afetada pelo pH, influenciando a homeostase do cálcio no organismo. No plasma, o cálcio existe sob a forma de cálcio iônico livre, cerca de 45 %, ou complexado a moléculas orgânicas, proteínas, entre elas, a albumina, ou a ácidos orgânicos. O cálcio total contém a forma ionizada e a forma não ionizada que estão em equilíbrio e suas quantias dependem do pH, da concentração de albumina e da relação ácido-base. Sob condições ácidas, a porção de Ca ionizado no sangue pode chegar até 48% e sob condições alcalinas, a concentração de cálcio ionizado pode chegar até 42% (GOFF, 2014; GONZÁLEZ, 2006; WANG et al., 2002).

Em situações de alcalose, os receptores de PTH (Paratormônio), presentes na superfície dos ossos e tecidos renais, podem se tornar refratários ao estímulo do PTH, devido a mudanças conformacionais na estrutura destes receptores e como consequência, aumentar o risco de hipocalcemia. Nível excessivo de potássio na dieta, é comumente um dos fatores mais importantes na causa da alcalose metabólica em vacas de leite (GOFF e HORST, 2003).

Íons  $H^+$  competem com os íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  pelos sítios de ligação da albumina e outras proteínas. Assim, as concentrações de cálcio e magnésio ionizado decrescem com o aumento de pH, indicando assim, uma forte ligação entre esses íons com as proteínas em meio alcalino (WANG et al., 2002).

Existe uma interação entre o  $K^+$  e o  $H^+$  em relação ao compartimento intra e extracelular para manter o equilíbrio ácido-base. No caso de acidose, na tentativa de manter o pH do sangue, o potássio sai da célula com a entrada do  $H^+$ , ocorrendo o contrário na alcalose, ou seja, saída do  $H^+$  e entrada do potássio para o compartimento intracelular (EVORA e GARCIA, 2008).

Dentre as disfunções do equilíbrio ácido-básico, a acidose metabólica é a mais comumente encontrada e é caracterizada por uma diminuição do pH e dos valores de bicarbonato sanguíneo e as causas mais comuns incluem acidose láctica por sobrecarga ruminal, hipovolemia associada à perda ou compartimentalização de fluídos contendo sódio, cetoacidose em cetose, perda de saliva rica em bicarbonato em doenças da cavidade oral, perda gastrointestinal de bicarbonato devido à diarreia, insuficiência renal, metrite, mastite aguda entre outras (MARUTA e ORTOLANI, 2002; CARLSSON E BRUSS, 2008; SMITH, 2006; BAQUERO-PARRADO, 2008)

A alcalose metabólica ocorre com frequência nos animais domésticos. É caracterizada pelo aumento do pH e bicarbonato, estando associada principalmente a distúrbios digestivos em ruminantes como deslocamento de abomaso, timpanismo, entre outros (SMITH, 2006; BAQUERO-PARRADO, 2008).

A acidose respiratória é caracterizada pela redução do pH e aumento do  $p\text{CO}_2$ , causados pela ventilação alveolar efetiva. Doenças como pneumonia, enfisema, edema pulmonar, efusão pleural, depressão do sistema nervoso central, cursam com acidose respiratória. A alcalose respiratória é caracterizada pelo aumento do pH e diminuição do  $p\text{CO}_2$  e pode ser causada pela hiperventilação, insuficiência cardíaca congestiva, anemia grave ou distúrbios neurológicos (SMITH, 2006).

O diagnóstico de distúrbios do equilíbrio ácido-básico, EAB, no entanto, deve-se basear-se no histórico clínico, em achados do exame físico e exames laboratoriais, sendo o exame hemogasométrico de grande importância, fornecendo informações fundamentais para o diagnóstico e o prognóstico de várias enfermidades dos bovinos (SUCUPIRA e ORTOLANI, 2003; TEIXEIRA NETO, 2008).

Para diagnóstico de alterações do equilíbrio ácido-base (EAB), tanto a hemogasometria arterial como a venosa podem ser empregadas, uma vez que os parâmetros neste caso, pH,  $p\text{CO}_2$  e bicarbonato não diferem significativamente em termos práticos. Amostras sanguíneas são analisadas por um aparelho de hemogasometria, o qual fornece os valores de pH, pressão parcial de  $\text{CO}_2$ , bicarbonato  $\text{HCO}_3^-$  e déficit de base (BE), além de outros parâmetros, do sangue (TEIXEIRA NETO, 2008; SKOOG, 2008).

A maioria dos aparelhos de hemogasometria mede pH e  $p\text{CO}_2$ , sendo a concentração de bicarbonato calculada (Di Bartola, 2007).

O Analisador Clínico Portátil (i-STAT, Abbott) é um dispositivo portátil usado para determinações hemogasométricas e permite determinar pH, pressão de dióxido de carbono ( $p\text{CO}_2$ ), pressão de oxigênio ( $p\text{O}_2$ ), hematócrito, hemoglobina, glicose,

bicarbonato, dióxido de carbono total, excesso de base, saturação de O<sub>2</sub> e eletrólitos como sódio, potássio, cálcio. Baseia-se em eletrodos seletivos e cálculos computacionais na determinação dos indicadores hemogasométricos. O resultado de um exame hemogasométrico típico é mostrado a seguir na Tabela 1 (HENDRICKSON, 2010 e SKOOG, 2008).

Tabela 1: Valores de referência de hemogasometria de sangue venoso

Parâmetro	Equinos	Bovinos
Hematócrito	32 – 52	24 – 46
Proteína total (g/L)	60- 80	60 – 80
Sódio (mEq/L)	128 – 140	130 – 147
Potássio (mEq/L)	2,8 - 4,3	4,3 – 5
Cloreto (mEq/L)	99 – 109	97 – 111
pH	7,32 - 7,44	7,31 - 7,53
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	38 – 46	35 – 44
Bicarbonato (mEq/L)	24 27	25 – 35
TCO <sub>2</sub> (mmol/L)	24 32	21,3 - 32,2

Fonte: Adaptado de Hendrickson (2010)

A pressão de oxigênio (pO<sub>2</sub>), reflete a oxigenação de sangue nos pulmões e sua utilização nos tecidos, sendo a principal diferença entre amostras de sangue arterial e venoso (DiBartola, 2007).

Excesso de base (EB) é a quantidade de ácido forte ou de base forte necessária para titular 1 L de sangue a pH 7,4, em temperatura de 37<sup>0</sup>C, enquanto a pCO<sub>2</sub> é mantida em 40 mmHg (Di Bartola, 2007). Indica indiretamente a quantidade de tampões dentro do sangue, numa dada temperatura e pressão de dióxido de carbono. Valores normais de EB situam-se próximos de zero e quanto mais negativos os valores, maior é a perda de reserva de tampões no sangue e maior grau de acidose. Quanto mais positivos forem os valores de EB, mais tampões estão se acumulando no sistema, indicando uma alcalose (Ortolani, 2003).

O valor de EB é utilizado no cálculo da quantidade de tampão necessário para se infundir num tratamento de um animal com desequilíbrio ácido-base (Ortolani, 2003).

O dióxido de carbono total (TCO<sub>2</sub>) é a soma dos valores de bicarbonato (maior parte do CO<sub>2</sub>) e CO<sub>2</sub> dissolvido, dando uma estimativa grosseira do estado ácido-base do paciente. Os valores fisiológicos, nos bovinos, do TCO<sub>2</sub>, variam de 25,6 a 33,4 mEq/L.

Valores reduzidos de TCO<sub>2</sub> são indicativos de acidose e aumentados de alcalose (FREITAS et al., 2010)

## 2.2 CONSUMO DE ALIMENTOS, COMPORTAMENTO INGESTIVO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE VACAS LEITEIRAS

A transição do pré-parto para a lactação impõem um enorme estresse para a vaca e pode prejudicar o consumo de matéria seca (CMS), a produção de leite, a saúde e a reprodução. O consumo de matéria seca pode ser reduzido em até 30% nos dias que antecedem o parto (GRANT e ALBRIGHT, 1995), predispondo assim os animais a uma série de transtornos metabólicos e infecciosos. As modificações que ocorrem na capacidade de consumo durante a fase inicial da lactação podem alterar o comportamento ingestivo das vacas. Compreender os fenômenos envolvidos no comportamento ingestivo, pode contribuir para adequar o manejo nutricional de vacas na fase inicial de lactação, minimizando os efeitos prejudiciais do balanço energético negativo e proporcionando maior produtividade (COSTA, et al., 2003; GRANT e ALBRIGHT, 1995; KEYSERLINGK e WEARY, 2010).

O consumo de matéria seca determina os nutrientes disponíveis para o crescimento, a saúde e a produção animal e é determinado pelo número de refeições diárias, pela duração de cada refeição e pela taxa de ingestão (NRC, 2001).

Conhecer o consumo de matéria seca ou estimá-lo adequadamente, permite o uso eficiente de nutrientes, evitando uma sub ou superalimentação, prevenindo desta forma, erros de alimentação que podem impactar na saúde animal, rentabilidade e também, no meio ambiente, pelo excesso de excreção de nutriente (NRC, 2001).

Várias são as teorias propostas para explicar os fatores que afetam o consumo, desde, preenchimento do retículo e rúmen, feedback de fatores metabólicos ao consumo de oxigênio, sendo que o mais aceito é a coexistência e sinergia destes fatores (NRC, 2001; GRANT e ALBRIGHT, 1995).

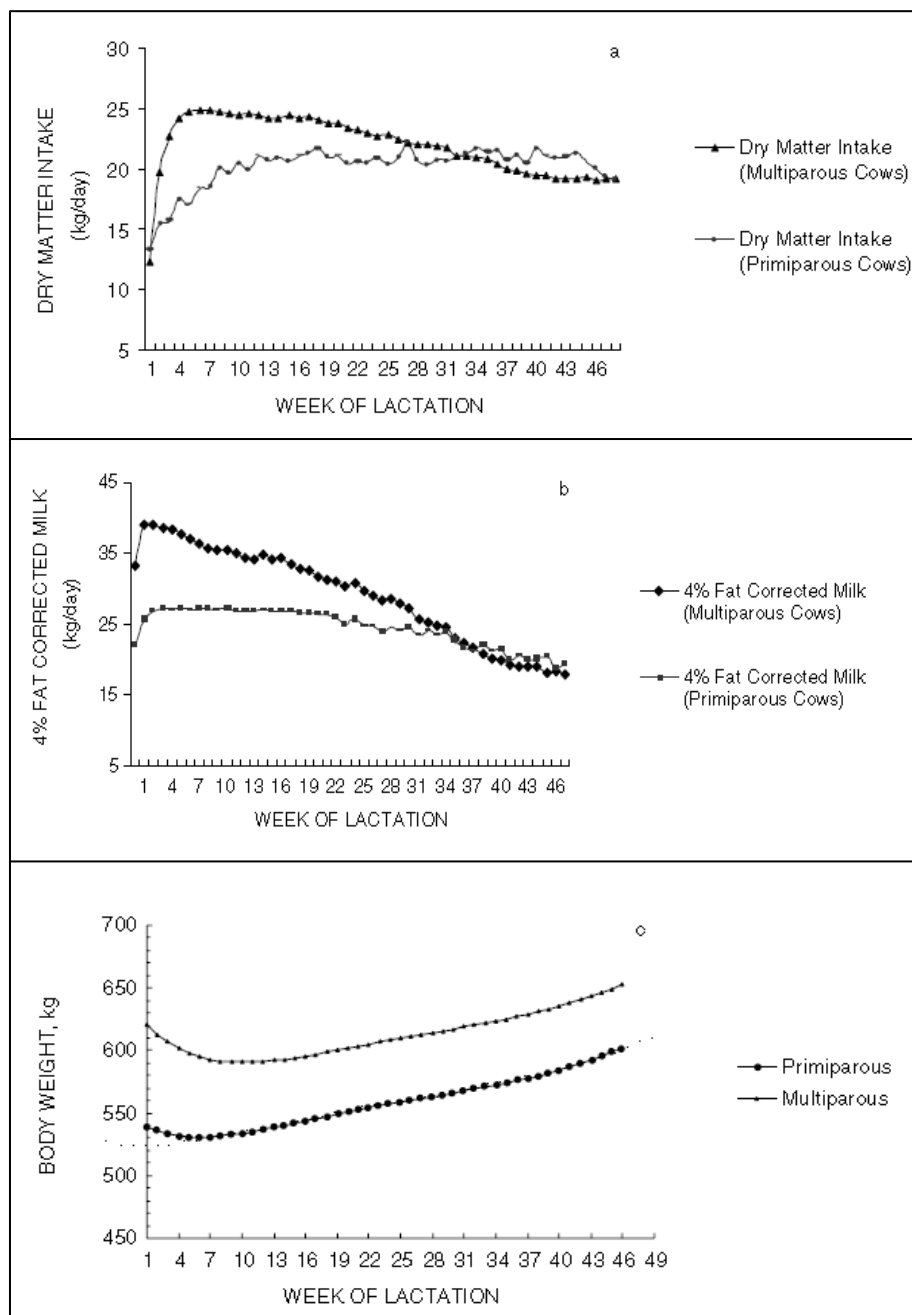
Em ruminantes, o consumo de alimentos é regulado por mecanismos que atuam a longo e a curto prazo. O sistema nervoso central (SNC) é responsável pelo controle integrado da ingestão de alimentos e equilíbrio energético no corpo. Peptídeos parecem ter um efeito direto no controle do metabolismo, ingestão de alimentos e comportamentos

reprodutivos e podem influenciar no início da alimentação e a colecistoquinina, seu término (SILVA, 2011).

O consumo de matéria seca é influenciado por características relativas ao animal, como o peso corporal, a produção de leite e o estágio de lactação da vaca. O peso vivo, a produção de leite e o teor de gordura são fatores usados para estimar o consumo de matéria seca, que pode variar entre 2 a 4% do peso vivo. O pico de produção de leite atingido entre 4 a 8 semanas de lactação, não coincide com o pico de consumo de matéria seca, atingido entre a décima e décima quarta semana de lactação. Com isso, a produção de leite no início da lactação é sustentada pelo uso de reservas corporais, entrando o animal em balanço energético negativo. Assim, o consumo de matéria seca e a produção durante a fase inicial da lactação determinam o balanço de energia. A variação da ingestão de matéria seca, a produção de leite e o peso vivo ao longo de 48 semanas de lactação é mostrado na Figura 1 (a), (b) e (c) (NRC, 2001).



Figura 1: ingestão de matéria seca (A) leite corrigido para 4% de gordura (B) e peso vivo (C) de vacas primíparas e multíparas ao longo de 48 semanas de lactação



Fonte: Adaptado do NRC, (2001).

A ingestão de matéria seca aumenta 1,5 – 2,5 kg por semana durante as três primeiras semanas de lactação. Vacas mais velhas tem taxa de aumento de ingestão de matéria seca maior nas primeiras 5 semanas que novilhas. Com isto, as novilhas devem ser agrupadas e manejadas diferente de vacas mais velhas (GRANT e ALBRIGHT, 1995).

As características da dieta também afetam o consumo. Em dietas com altas concentrações de FDN, a repleção do rúmen limita o consumo de matéria seca. Por outro lado, em dietas com baixas concentrações de FDN, a energia ingerida causa um feedback, inibindo a ingestão de matéria seca. O teor de proteína na dieta tem correlação positiva com consumo em vacas lactantes, sendo este efeito proveniente parcialmente do aumento da proteína degradável no rúmen e a melhoria da digestibilidade dos alimentos. A proporção entre volumoso e concentrado afeta o CMS que aumenta linearmente com o aumento da proporção de concentrado da dieta, independentemente do tipo de dieta. A digestibilidade da matéria seca também aumenta com o aumento na proporção de concentrado da dieta. Devido a ingestão de MS indigestível não ser afetada pela quantidade de concentrado, taxas de passagem e de digestão, bem como, características físicas dos alimentos provavelmente causam diferenças de consumo. Além disso, o teor de gordura da dieta pode diminuir a fermentação ruminal e a digestibilidade da fibra (NRC, 2001).

Hábitos alimentares e comportamentais, clima, acesso à alimentação e frequência de alimentação, também estão relacionados ao consumo. O aumento da frequência de oferecimento do alimento, aumenta a produção de leite e tende a reduzir problemas de saúde das vacas (NRC, 2001).

O comportamento ingestivo afeta diretamente a ingestão de alimentos e ao mesmo tempo, pode ser um indicativo de saúde da vaca leiteira, pois a ingestão de alimento vai determinar a quantidade total de nutrientes que o animal recebe. Pode ser descrito usando uma série de medidas incluindo o número e a duração das refeições, o consumo e a taxa de consumo (KEYSERLINGK e WEARY, 2010; SILVA, 2011).

Em rebanhos manejados intensivamente, o comportamento ingestivo é muitas vezes altamente sincronizado, sendo o fornecimento de alimento um importante fator estimulador de consumo (KEYSERLINGK e WEARY, 2010). DeVries e Keyserlink (2005), ao comparar o efeito do fornecimento de alimento fresco sobre o comportamento ingestivo, encontraram um aumento de 82% no tempo de alimentação na primeira hora após a alimentação das vacas que receberam comida fresca 6 horas após a ordenha e uma diminuição de 26% no tempo de alimentação na primeira hora quando a comida fresca era ofertada logo após o retorno da ordenha. O fornecimento de comida fresca é um estímulo muito mais forte que apenas o retorno da ordenha, influenciando o tempo dispendido para alimentação e conseqüentemente alterando o padrão alimentar de vacas

confinadas. Também, quando uma vaca come, outra pode ser estimulada a fazer o mesmo, se ela está com fome ou não (ALBRIGHT, 1993).

Em rebanhos onde vacas são alimentadas em lotes, a competição no cocho pode afetar o comportamento ingestivo, podendo aumentar a velocidade de ingestão e reduzir o consumo, especialmente nas vacas subordinadas (GRANT e ALBRIGHT, 1995; KEYSERLINGK e WEARY, 2010).

A produção e a composição do leite de vacas é altamente influenciada pela alimentação. A quantidade total de nutrientes absorvidos depende da digestibilidade do alimento, mas, o consumo é o maior determinante no que o organismo conseguirá dispor (NRC 2001; SILVA, 2011).

A eficiência alimentar é uma medida de como as vacas conseguem converter os nutrientes que ingerem em produtos, tais como leite, músculo, gordura e bezeros. Fornece um índice que permite saber se uma dieta atende aos requisitos nutricionais específicos de um animal e as exigências relativas de manutenção e de produção, sendo um reflexo do alimento fornecido, do manejo sob o qual os animais estão submetidos e de fatores ambientais que afetam os requisitos de digestibilidade e manutenção alimentar (HALL, 2003).

A eficiência alimentar pode ser definida como a quantidade de leite produzida (em kg) por kg de matéria seca (MS) consumida. (HALL, 2003). A eficiência alimentar também pode ser calculada usando-se dados de leite corrigido para gordura sendo que uma faixa ótima situa-se entre 1,4 e 1,9 kg/kg MS consumida (HUTJENS, 2005).

Em vacas de alta produção a eficiência alimentar pode atingir os valores de 1,7 a 1,8 kg/kg MS consumida. Em rebanhos sob estresse térmico, recebendo dietas não balanceadas e em animais com acidose ruminal ou em estágio avançado de lactação, os valores de eficiência alimentar podem ser inferiores a 1,2 kg/kg MS consumida (HALL, 2003).

Diversos são os fatores podem influenciar na eficiência alimentar. Estresse térmico por frio ou calor, o quanto um animal se locomove, as condições do terreno, se passa mais tempo em pé pela falta de conforto ao deitar, idade, peso vivo, número de lactações, qualidade dos alimentos, uso de aditivos alimentares na dieta, são alguns exemplos. Mudanças nos requerimentos de manutenção podem ocorrer e eventualmente, o animal pode consumir mais para atender a maior demanda de nutrientes (HALL, 2013; HUTJENS, 2005).

A genética também influencia na eficiência alimentar. Filhas de touros de maior mérito genético produzem mais leite em relação a filhas de touros de menor mérito genético apesar de não haver diferença de consumo de MS. Vacas F1 Holandês x Jersey tem eficiência líquida maior que vacas puras Holandês ou Jersey (HUTJENS, 2005).

A eficiência alimentar também é afetada pela digestibilidade do alimento. A redução do tamanho das partículas de alimentos, principalmente de grãos, aumenta sua digestibilidade, que também pode ser afetada pela taxa de passagem e pH ruminal. Por outro lado, as proteínas presentes em alimentos e que passam por processos térmicos, podem se tornar indigestíveis. Exemplo disto são os resíduos de cervejarias, com elevada proporção de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), diminuindo a digestibilidade do alimento e em consequência, a eficiência alimentar (HALL, 2003).

A presença de fibra grosseira, grãos não digeridos são um indicativo de que o alimento está passando muito rápido pelo rúmen, diminuindo a digestibilidade do alimento (HALL, 2003).

### 2.3 CRUZAMENTOS ENTRE RAÇAS LEITEIRAS ESPECIALIZADAS

A queda contínua da fertilidade e saúde na raça holandês tem atingido níveis alarmantes, causando crescente preocupação a nível mundial, já que esta raça é o principal recurso genético global para produção de leite. Ao mesmo tempo, a inseminação artificial tem aumentado muito a utilização em grande escala de reprodutores famosos, concentrando-se nele as linhagens e aumentando a endogamia, trazendo consequências desfavoráveis na fertilidade e saúde. Neste cenário e aliado a isto, a diferenciação de pagamento por maior teor de sólidos no leite, renovou o interesse por cruzamentos entre raças especializadas de leite (MADALENA, 2007; HANSEN, 2006)

O efeito de complementariedade é também um dos objetivos buscados ao se optar por cruzamentos, especialmente entre vacas Holandês e Jersey, aliando-se assim, a alta produção de leite, característico de vacas Holandês com a maior produção de sólidos das vacas Jersey (THALER NETO et al., 2013; VANCE et al., 2012).

Na Irlanda, o interesse em cruzamentos com vacas da raça Jersey é motivado pelo desempenho reprodutivo inadequado das vacas da raça Holandês, necessidades de maximizar a produção de sólidos por hectare e pagamento diferenciado do leite por qualidade (PRENDIVILLE et al., 2009).

Em trabalhos de Vance et al., (2012) e Prendiville et al., (2009), as vacas Holandês x Jersey produziram leite com maior teor de gordura e proteína que vacas Holandês puras, sendo este, um reflexo do leite com maior teor de gordura e proteína característico de vacas da raça Jersey.

Em sistema de confinamento, Heins et al. (2008), comparando vacas mestiças Holandês x Jersey e Holandês, encontrou menor produção de leite para vacas mestiças (4388 versus 4644 kg). Este mesmo autor porém, ao longo de 147 dias, não encontrou diferença significativa para produção de gordura (170 versus 172 kg), produção de proteína (132 versus 137 kg) e soma da produção de gordura e proteína (302 versus 309 kg), respectivamente, para vacas Holandês x Jersey e Holandês.

Para Prendiville et al., (2009), a capacidade das menores vacas mestiças em competir com vacas Holandês, em termos de produção de sólidos do leite, não parece ser impulsionado por diferenças de mobilização ou deposição de tecidos entre genótipos, mas pela maior capacidade de ingestão por unidade de peso vivo das vacas mestiças. Além disso, há provas irrefutáveis da melhoria da saúde, fertilidade e longevidade com vacas mestiças Jersey em comparação com vacas da raça Holandês puras (AULDIST et al., 2007).

No entanto, vacas mestiças têm sido consideradas tradicionalmente mais adequadas para sistemas com menor uso de concentrado (VANCE et al., 2012). Este mesmo autor, comparando vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey, avaliando o desempenho sob condições de confinamento e de condições de pastejo, encontrou que as vacas mestiças podem competir com vacas Holandês sob condições de pastejo. Em confinamento, porém, não produziram tanto leite a ponto de serem consideradas competitivas frente a produção das vacas Holandês.

### 3 PERFIL HEMOGASOMÉTRICO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO

#### HEMOGASOMETRY PROFILE OF DAIRY COWS IN THE TRANSITION PERIOD

##### 3.1 RESUMO

O exame hemogasométrico é de grande importância na avaliação do equilíbrio ácido-básico e do perfil eletrolítico, fornecendo informações fundamentais para o diagnóstico e o prognóstico de várias enfermidades de animais domésticos. Vacas de leite no período de transição são muito suscetíveis a transtornos metabólicos, sendo que o exame hemogasométrico fornece informações importantes, a nível de rebanho, para a tomada de decisão e prevenção da evolução de muitos distúrbios. O objetivo deste trabalho foi determinar e comparar o perfil hemogasométrico de vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período de transição pré e pós-parto. Coletou-se semanalmente, amostras de sangue de 24 vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey mantidas confinadas em instalação do tipo *tie stall* entre duas semanas pré e oito semanas pós-parto. Avaliou-se o pH sanguíneo, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), pressão de gás carbônico ( $\text{pCO}_2$ ) e cálcio ionizado através do analisador clínico portátil de gases sanguíneos, I-STAT utilizando o cartucho CG8+. Os dados foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas no tempo, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS. Houve diferença entre grupamentos genéticos nos valores de pH ( $P = 0,005$ ), cálcio iônico ( $P = 0,0203$ ), excesso de base, BE ( $P = 0,0311$ ), glicose ( $P = 0,0468$ ) e hematócrito ( $P = 0,0209$ ). Os níveis de cálcio iônico encontraram-se abaixo dos valores de referência ao longo de todo o período de avaliação. Entretanto, vacas mestiças apresentaram níveis superiores de cálcio iônico quando comparadas às vacas Holandês do pré-parto ao parto, sendo este um importante parâmetro de saúde de vacas leiteiras, destacando-se como uma característica positiva na opção por cruzamentos. O exame hemogasométrico permitiu identificar diferenças entre vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período de transição.

**Palavras-chave:** metabolismo, acidose, alcalose, eletrólitos sanguíneos.

### 3.2 ABSTRACT

Blood gas analysis has a great importance on the evaluation of acid-base balance and electrolyte profile, providing essential information for the diagnosis and prognosis of several diseases in domestic animal. Dairy cows are more susceptible to metabolic disorders on the transition period and blood gas analysis provides important information to decision making and prevention of the development of many disorders. The objective was to determinate and compare the blood gas profile of Holstein and crossbred Holstein x Jersey cows on the peripartum period. Weekly, blood samples were collected from 24 Holstein and crossbred Holstein x Jersey cows, maintained in a in *tie stall* between two weeks before and eight weeks after parturition. After blood sampling, a complete blood gas analysis was performed including pH, bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), partial pressure of carbon dioxide ( $\text{pCO}_2$ ) and ionized calcium throughout the portable clinical analyzer for blood gas analysis, I-STAT using the CG8 + cartridge. Data were submitted to analysis of variance with repeated measures, using the MIXED procedure of SAS statistical package. There were differences between genetic groups for pH values ( $P = 0.005$ ), ionized calcium ( $P = 0.0203$ ), base excess, BE ( $P = 0.0311$ ), glucose ( $P = 0.0468$ ) and hematocrit ( $P = 0.0209$ ). The ionic calcium levels found were below the reference values throughout the evaluation period. However, crossbred cows showed higher levels of ionic calcium when compared to Holstein cows from prepartum period to parturition, being that and important health parameter of dairy cows, which is a positive characteristic feature on the choice for crossbreeding. The blood gas analysis has identified differences between Holstein and crossbred Holstein x Jersey cows in transition period.

**Keywords:** metabolism, acidosis, alkalosis, blood electrolytes

### 3.3 INTRODUÇÃO

O periparto corresponde ao período de maior estresse metabólico para a vaca leiteira (SAUN, VAN, 2016). Neste período, vacas de leite de alta produção são muito vulneráveis e se encontram no limite da quebra da homeostase. A seleção e a alimentação de bovinos leiteiros para altas produções são considerados fatores etiológicamente relacionadas às doenças metabólicas, muito comuns nesses animais neste período (RADOSTITS, 2012). As doenças metabólicas são o resultado de mudanças complexas que ocorrem com o organismo animal, sendo uma consequência do modo como cada organismo consegue reagir e se adaptar às mudanças, práticas de manejo, alimentação, conforto das vacas e situações estressantes a que podem estar expostas (SAUN, VAN, 2016).

O perfil hemogasométrico permite detectar precocemente inúmeras patologias que acometem as vacas (GIANESELLA et al., 2010), fornecendo dados relativos ao equilíbrio ácido-básico e eletrolítico. Porém, o perfil deve ser usado racionalmente, correlacionando sinais clínicos com dados bioquímicos e fisiológicos (BAQUERO-PARRADO, 2008).

Com o advento dos analisadores clínicos portáteis, tornou-se possível a avaliação da saúde de rebanhos com análises rápidas e precisas. Porém são ainda pouco usados na rotina médica veterinária e produção animal, especialmente devido ao alto custo das análises (ORTOLANI, 2003; SWEENEY et al., 2013).

As principais informações de um exame hemogasométrico incluem pH, concentração de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), pressão parcial de dióxido de carbono ( $\text{pCO}_2$ ) e de oxigênio ( $\text{pO}_2$ ), pressão total de dióxido de carbono ( $\text{TCO}_2$ ), saturação de oxigênio ( $\text{sO}_2$ ), déficit ou excesso de base (BE), além de eletrólitos como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ .

A hemogasometria em bovinos tem sido usada em pesquisas sobre acidose ruminal (GIANESELLA et al., 2010; MORGANTE et al., 2009, SUCUPIRA; ORTOLANI, 2003), distúrbios respiratórios em neonatos (BLEUL et al., 2007; GASPARELLI, 2007), estresse térmico (SCHNEIDER et al., 1988; SRIKANDAKUMAR e JOHNSON, 2004), efeitos dos níveis de cálcio na imunidade de vacas (MARTINEZ et al., 2012) e trabalhos estabelecendo padrões hemogasométricos para bovinos (PICCIONE et al., 2004; PEIRÓ et al., 2010).

Como o período de transição envolve muitas mudanças de metabolismo, alterações endócrinas e séricas de eletrólitos, estudos envolvendo exames hemogasométricos podem auxiliar muito no entendimento das alterações específicas



deste período, já que existe uma lacuna na literatura a respeito desta fase de vacas leiteiras, consolidando assim os dados existentes e estes sendo um subsídio, na prevenção do avanço de muitas doenças inerentes ao metabolismo, equilíbrio ácido-básico e eletrolítico. Comparações entre diferentes grupos genéticos e/ou raças especializadas em produção de leite também não estão disponíveis.

O objetivo do trabalho foi estimar valores de referência e comparar o perfil hemogasométrico em vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey com alimentação controlada no período de transição pré e pós-parto.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, em Lages, SC, localizado às coordenadas 27°47'06.32"S e 50°18'16.76'O, com altitude de 914 metros. Foram utilizadas 24 vacas, sendo 11 da raça Holandês (6 primíparas e 5 multíparas) e 13 mestiças Holandês x Jersey (4 primíparas e 9 multíparas). Após o parto, as vacas foram alojadas em baias individualmente, com acesso livre ao alimento e água. 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. A dieta das vacas era composta de silagem de milho, feno de alfafa, concentrado composto por milho moído, farelo de soja, ureia e mistura mineral (Novo Bovigold) no pré parto e no pós-parto, silagem de milho, feno de alfafa moída, concentrado composto de milho moído e farelo de soja, mistura mineral e bicarbonato de sódio. A composição química da dieta recebida pelas vacas no pré-parto e durante a lactação está apresentada na Tabela 2 e 3, a seguir.

Tabela 2: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas pré-parto

<b>Alimento</b>	<b>% na MN</b>	<b>% na MS</b>	<b>% PB</b>	<b>% FDN</b>	<b>% FDA</b>	<b>% EE</b>	<b>% MM</b>	<b>% CNF</b>
Silagem de milho	80,00	56,7	7,89	42,34	22,40	1,88	4,55	43,35
Feno de alfafa	8,00	16,4	21,23	45,32	30,53	3,00	9,62	20,83
Farelo de soja	5,40	12,3	46,77	17,16	9,81	2,60	6,69	26,78
Milho moído	6,00	13,1	10,1	18,26	2,60	2,76	1,72	67,15
Mistura mineral								
Bovigold	0,48	1,2					100,00	
Ureia	0,12	0,3					100,00	
<b>TMR</b>		<b>100,0</b>	<b>15,02</b>	<b>35,94</b>	<b>19,26</b>	<b>2,23</b>	<b>6,74</b>	<b>40,07</b>

\*MN: Matéria natural \*\* FDN corrigido para proteína e cinzas \*\*\*CNF carboidratos não fibrosos: 100-(FDN-PB+EE+MM)

Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

Tabela 3: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas em lactação

<b>Alimento</b>	<b>% na MN</b>	<b>% na MS</b>	<b>%PB</b>	<b>%FDN</b>	<b>%FDA</b>	<b>%EE</b>	<b>%MM</b>	<b>% CNF</b>
Silagem de milho	71,42	44,7	7,89	42,34	22,40	1,88	4,55	43,35
Feno de alfafa	7,14	12,9	21,23	45,32	30,53	3,00	9,62	20,83
Farelo de soja	9,43	18,9	46,77	17,16	9,81	2,60	6,69	26,78
Milho moído	10,71	20,6	10,1	18,26	2,60	2,76	1,72	67,15
Mistura mineral	0,86	1,9					100,00	
Bicarbonato de sódio	0,43	1,0					100,00	
<b>TMR</b>		<b>100,0</b>	<b>17,20</b>	<b>31,78</b>	<b>16,35</b>	<b>2,28</b>	<b>7,80</b>	<b>40,94</b>

\*MN: Matéria natural \*\* FDN corrigido para proteína e cinzas \*\*\*CNF carboidratos não fibrosos: 100-(FDN-PB+EE+MM)

Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

As avaliações dos animais foram semanais, entre duas semanas antes da data prevista do parto até a oitava semana de lactação, além de uma avaliação extra no dia do parto. Foi coletado sangue da artéria auricular caudal com seringas previamente heparinizadas para evitar a formação de coágulos. As coletas de sangue eram feitas de modo a não permitir a entrada de ar, sendo seladas em seguida. Imediatamente após a coleta do sangue foram realizadas as análises hemogasométricas utilizando-se um analisador clínico portátil (I-STAT, Abbott Laboratories, Illinois, USA) e cartuchos

CG8+ que permitem a realização de análises de glicose, pH,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{pO}_2$ ,  $\text{sO}_2$ ,  $\text{TCO}_2$ , BE,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  iônico, hematócrito e hemoglobina.

Os dados foram submetidos à análise de variância, como medidas repetidas de cada vaca, considerada como efeito aleatório, no tempo, utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS, sendo previamente testados para normalidade dos resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. O modelo estatístico foi constituído pelo grupamento genético, paridade (primípara ou múltípara, período (pré e pós-parto), semana aninhada em período e as interações entre grupamento genético e paridade, grupamento genético e período, grupamento genético e semana, paridade e grupamento genético. Foram consideradas significativas as diferenças ao nível de 5% de significância e tendência para 10%.

## 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de pH,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{TCO}_2$ ,  $\text{pO}_2$ ,  $\text{sO}_2$ , BE,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  iônico, hematócrito e hemoglobina estimados para os períodos pré e pós-parto (Tabela 4) apresentam baixos erros-padrão em quase todos os indicadores, consequência das repetições de todos os indicadores ao longo do período de estudo em cada vaca. Entretanto, erros-padrão mais elevados em relação à média foram estimados para o indicador BE.

Tabela 4: Médias dos quadrados mínimos  $\pm$  erros-padrão das médias e valor de P para pH, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), pressão parcial de dióxido de carbono ( $\text{pCO}_2$ ), pressão parcial de oxigênio ( $\text{pO}_2$ ), dióxido de carbono total ( $\text{TCO}_2$ ), saturação de oxigênio ( $\text{sO}_2$ ), excesso de base (BE), glicose,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ , hematócrito e hemoglobina em vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período pré e pós-parto.

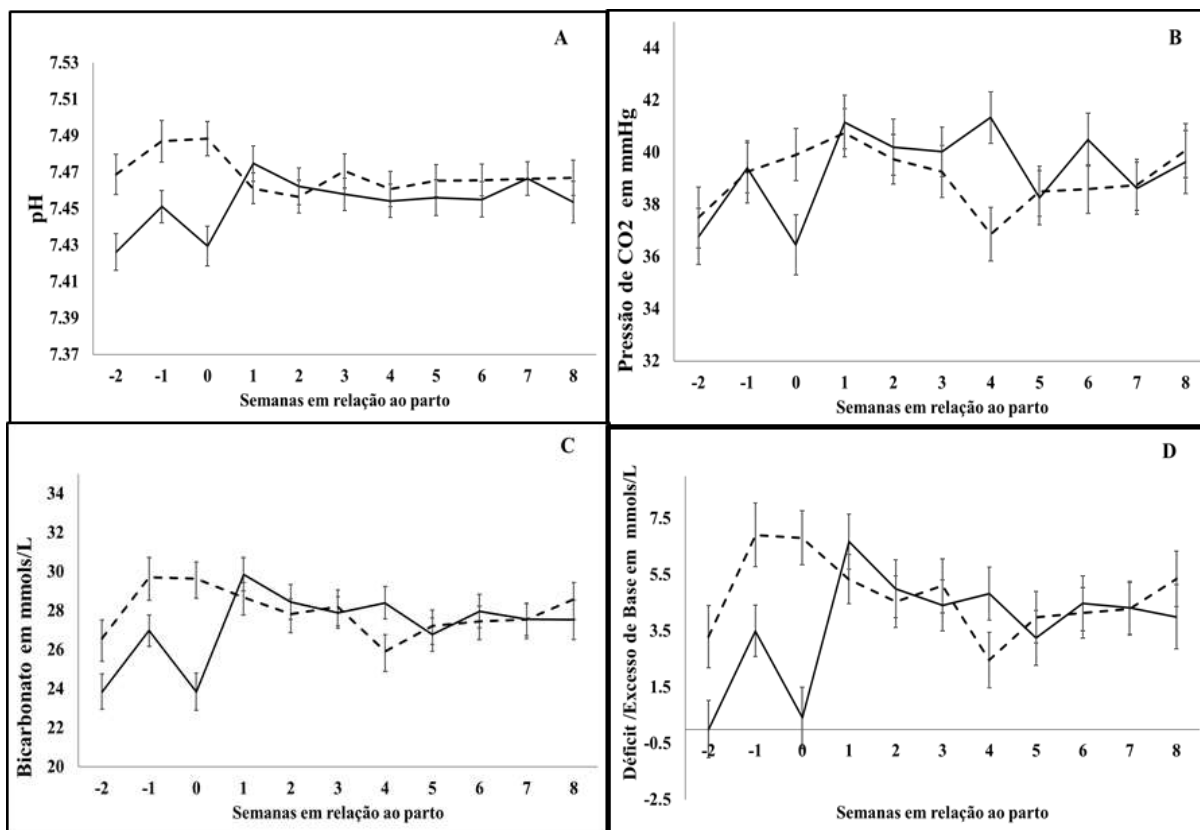
Variável	Grupo Genético (GG)	Período		Valor de P		
		Pré-parto	Pós-parto	GG	PER	PER X GG
pH	H	7,4387 $\pm$ 0,0071	7,4567 $\pm$ 0,0042	0,0005	0,5352	0,0103
	M	7,4567 $\pm$ 0,0084	7,466 $\pm$ 0,0040			
$\text{HCO}_3^-$ (mEq/L)	H	25,4143 $\pm$ 0,6603	27,5912 $\pm$ 0,4689	0,0516	0,0364	0,0082
	M	28,1496 $\pm$ 0,7564	27,9009 $\pm$ 0,4559			
$\text{pCO}_2$ (mmHg)	H	38,0901 $\pm$ 0,7956	39,5743 $\pm$ 0,5467	0,8869	0,0482	0,5350
	M	38,3797 $\pm$ 0,9180	39,1612 $\pm$ 0,5302			
$\text{pO}_2$ (mmHg)	H	85,2068 $\pm$ 2,2411	79,5983 $\pm$ 1,3056	0,7883	0,0894	0,1767
	M	82,8691 $\pm$ 2,6355	82,2258 $\pm$ 1,2482			
$\text{sO}_2$ (%)	H	95,4033 $\pm$ 0,3777	94,9854 $\pm$ 0,2504	0,1455	0,1713	0,9293
	M	95,9073 $\pm$ 0,4440	95,5401 $\pm$ 0,2394			
$\text{TCO}_2$ (mmol/L)	H	26,1194 $\pm$ 0,7572	28,546 $\pm$ 0,5464	0,0702	0,0256	0,0157
	M	29,0114 $\pm$ 0,8647	28,9231 $\pm$ 0,5326			
BE (mmol/L)	H	1,7557 $\pm$ 0,7574	4,1558 $\pm$ 0,5435	0,0311	0,0594	0,0065
	M	5,1043 $\pm$ 0,8655	4,6734 $\pm$ 0,5288			
$\text{Na}^+$ (mmol/L)	H	142,35 $\pm$ 0,4399	139,28 $\pm$ 0,2651	0,4727	<0,0001	0,1106
	M	139,28 $\pm$ 0,5179	139,09 $\pm$ 0,2541			
$\text{K}^+$ (mmol/L)	H	3,7433 $\pm$ 0,06910	3,4873 $\pm$ 0,04721	0,732	0,0052	0,0214
	M	3,5875 $\pm$ 0,07983	3,5613 $\pm$ 0,04577			
$\text{Ca}^{2+}$ (mmol/L)	H	0,8559 $\pm$ 0,03600	0,8364 $\pm$ 0,02103	0,0203	0,0471	0,1945
	M	0,9719 $\pm$ 0,04186	0,8786 $\pm$ 0,01981			
Glicose (mg/dL)	H	62,754 $\pm$ 1,6654	64,2621 $\pm$ 0,9221	0,0468	0,629	0,1113
	M	62,4995 $\pm$ 1,9492	59,6658 $\pm$ 0,8722			
Ht (%)	H	23,3934 $\pm$ 0,7552	22,4766 $\pm$ 0,5648	0,0209	0,0859	0,9296
	M	25,2345 $\pm$ 0,8534	24,4069 $\pm$ 0,5515			
Hb (g/dL)	H	8,0319 $\pm$ 0,2721	7,723 $\pm$ 0,2036	0,0524	0,1091	0,933
	M	8,585 $\pm$ 0,3078	8,3068 $\pm$ 0,1982			

Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

Houve diferença entre grupamentos genéticos nos valores de pH, com interação entre o grupamento genético e período pré- e pós-parto (Tabela 4 e Figura 2 (A)), sendo que ao longo das semanas foram observados valores médios de pH de sangue arterial acima dos considerados fisiológicos e encontrados por outros autores, indicando a presença de alcalemia em algumas semanas de avaliação. Enquanto Carlson e Bruss (2008) citam valores de pH de sangue de bovinos entre 7,32 – 7,44, Peiró et al., (2010) encontraram valores médios de pH de 7,42 ± 0,04, valor também encontrado por Morgante et al., (2009). Sucupira e Ortolani, (2003), trabalhando com novilhos de corte mestiços, encontraram elevada correlação no valor de pH para sangue arterial e venoso (valores médios de 7,38 ± 0,006 versus 7,34 ± 0,006 com coeficiente de correlação,  $r = 0,88$ ). O pH sanguíneo das vacas do experimento pode ter sido afetado pelo DCAD, diferença catiônica e aniônica da dieta. A manipulação da diferença catiônica e aniônica da dieta tem um impacto direto no equilíbrio ácido-básico (BAQUERO-PARRADO, 2008) e um aumento no DCAD provoca um aumento no pH (HERSOM et al., 2010). Correa et al (2009), em pesquisas com vacas de leite submetidas a dietas com diferentes níveis de DCAD, encontraram valores de pH de 7,438 (dieta basal com +150 mEq/Kg de MS) até 7,486 (dieta com +500 mEq/Kg de MS), mostrando assim, um aumento do pH sanguíneo com o aumento do DCAD. Valores de pH acima ou abaixo do referenciado no pós-parto, podem influenciar em diversas funções celulares e comprometer o performance produtivo de vacas de leite, já que afeta diretamente a disponibilidade de cálcio iônico.

No dia do parto (semana 0), ocorreu uma diminuição de pH,  $pCO_2$ , bicarbonato e excesso de base, somente em vacas puras Holandês (Figura 2 (A), (B), (C) e (D)). O desencadeamento do parto gera uma situação de estresse elevado, com efeitos sobre a fisiologia animal, tais como aumento da frequência respiratória e consequente diminuição da pressão parcial de  $CO_2$ . Nas últimas semanas do pré-parto ocorre uma diminuição da ingestão de matéria seca, gerando um aumento no catabolismo de reservas corpóreas elevando os níveis sanguíneos de beta-hidroxibutirato sanguíneos, ocasionando em muitas vacas, estados de cetose. O aumento de beta-hidroxibutirato, em conjunto com o esforço físico e as intensas contrações musculares durante parto, podem ter elevado os níveis de ácido lático e assim contribuído para a diminuição do pH sanguíneo e excesso de bases (BE) (BAQUERO-PARRADO, 2008).

Figura 2: Valores médios de pH (A), pressão de dióxido de carbono ( $p\text{CO}_2$ ) (B), concentração de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) (C) e excesso de base (BE) (D) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

Os valores de cálcio iônico no período pré e pós-parto situaram-se abaixo de 1 mmol/L, tanto para vacas da raça Holandês quanto para mestiças Holandês x Jersey (Tabela 4 e Figura 3 (D)). Para Martinez et al., (2014) e Chamberlin et al., (2013) vacas consideradas normocalcêmicas apresentam níveis de cálcio iônico acima de 1 mmol/L. O não fornecimento de dieta aniônica durante o período de transição pré-parto pode estar relacionado aos baixos níveis de cálcio iônico sanguíneo. Dietas aniônicas induzem a resorção de cálcio dos ossos, aumentando seus níveis sanguíneos (NRC, 2001). No pós-parto a demanda de cálcio aumenta em função da secreção de leite, período que coincide com baixa ingestão de matéria seca. Assim, o desequilíbrio entre o aporte e consumo de cálcio podem baixar os níveis de cálcio séricos. Abd-Allad e Bakr (2015), encontraram valores mais baixos de cálcio iônico em sangue venoso de vacas Holandês no período

pré-parto ( $0,452 \pm 0,007$  mmol/L), parto ( $0,366 \pm 0,100$  mmol/L) e sete dias pós-parto ( $0,325 \pm 0,009$  mmol/L). Estes autores atribuíram à alta demanda de cálcio para a síntese de leite como possível razão para valores diminuídos de cálcio sanguíneo. Outro fator que também pode ter contribuído na diminuição de cálcio iônico é o pH sanguíneo, visto que existe uma correlação negativa entre o pH sanguíneo e a concentração de cálcio iônico livre no soro sanguíneo. Estados de acidose e alcalose influenciam no equilíbrio químico entre cálcio e proteínas séricas e portanto, a disponibilidade de cálcio iônico ao organismo (THRALL, 2006, SWEENEY et al., 2013).

Foi observada diferença entre grupamentos genéticos para a concentração de cálcio iônico (Tabela 4), assim como uma interação entre grupamento genético e semana aninhado em período ( $P = 0,0022$ ), sendo que vacas puras Holandês apresentaram níveis mais baixos de cálcio iônico no pré-parto e no dia do parto (Figura 3 (D)). Para Radostits et al (2012), existem diferenças de suscetibilidade à hipocalcemia entre as raças. Vacas da raça Jersey apresentam geralmente maior suscetibilidade a hipocalcemia quando comparadas com outras raças. Porém, Beecher et al.(2014), encontrou diferenças de digestibilidade das diferentes frações de alimentos ingeridos e de tamanho de rúmen e trato gastrointestinal total ao comparar vacas Holandês, Jersey e Holandês-Jersey. Diferenças anatômicas em conjunto com diminuições da ingestão de matéria-seca (AIKMAN et al., 2008), talvez possam estar contribuindo para as diferenças de cálcio iônico. A maior concentração sanguínea de cálcio iônico nas vacas mestiças e a diminuição de pH, bicarbonato, pressão de  $CO_2$  e BE nas vacas Holandês, no período próximo ao parto, pode indicar uma superioridade das vacas mestiças Holandês x Jersey em relação à vacas puras Holandês que desta forma, mostram um maior potencial em driblar eventos críticos e estressores do período de transição e que afetam o desempenho das vacas de leite.

Houve efeito de grupamento genético, semana e interação grupamento genético e período para a variável excesso de base, BE (Tabela 4 e Figura 2 (D)), assim como entre grupamento genético e semana aninhada em período ( $P = 0,0010$ ). Os valores negativos indicam uma deficiência de bases, caracterizando quadros de acidose e valores positivos sugerem alcalose metabólica. Lisbôa et al., (2001) encontraram valores de BE de  $0,76 \pm 1,88$  mmol/L em bovinos machos e fêmeas, de diferentes raças e idades. Já Peiró et al., (2010) encontraram valor de BE de  $5,67 \pm 2,93$  mmol/L, valores semelhantes aos do presente trabalho. Em nenhum destes trabalhos, porém, os dados referem-se a vacas no período de transição.

Os valores médios da concentração de bicarbonato sérico encontraram-se dentro dos limites de referência ao longo de todas as semanas de avaliação (Tabela 4 e Figura 2 (C)). Carlson e Bruss (2008) citam como valores de referência 20 – 30 mEq/L. Correa et al. (2009), encontraram concentrações de bicarbonato em sangue venoso de 24,75 mM (24,75 mEq/L) para vacas recebendo dieta com 60% de concentrado e 40% de volumoso. Existe uma alta correlação entre as concentrações de bicarbonato de sangue arterial e venoso. Sucupira e Ortolani (2003) encontraram alta correlação  $r = 0,94$ , com concentrações médias de bicarbonato arterial de  $22,9 \pm 3,8$  mmol/L e venoso de  $23,7 \pm 3,9$  mmol/L para novilhos de corte. A concentração de bicarbonato no sangue arterial foi mais baixo em vacas Holandês no pré-parto que nas vacas mestiças. Esta diminuição pode ter ocorrido para compensar a diminuição do pH sanguíneo mais expressivo nas vacas Holandês. Houve efeito de semana e período analisado e interação grupamento genético com semana ( $P < 0,0001$ ).

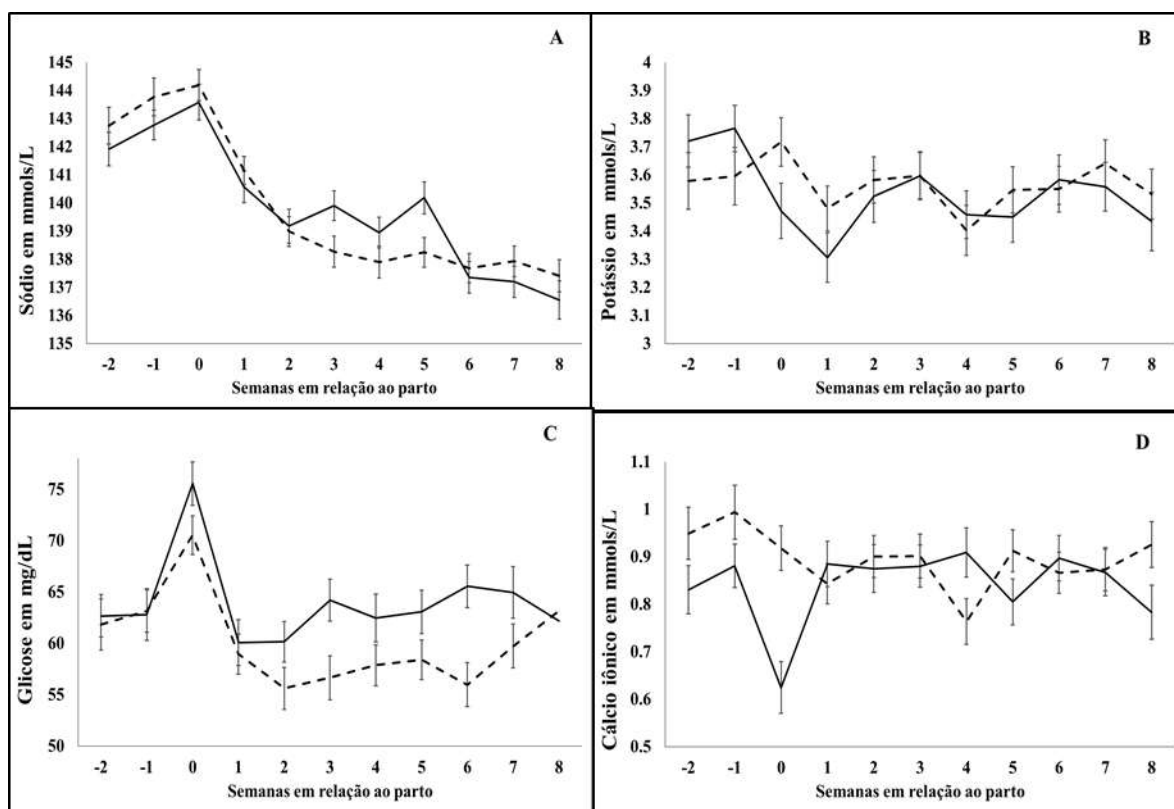
A pressão de dióxido de carbono arterial,  $pCO_2$ , ao longo das semanas manteve-se dentro dos intervalos fisiológicos (Tabela 4 e Figura 2(B)). Não houve efeito do grupamento genético, havendo influência de ordem de parto, período e semana dentro de período. Valores de 35- 44 mmHg são citados por Carlson e Bruss (2008) para sangue venoso. Já, Sucupira e Ortolani (2010), encontraram maiores valores de  $pCO_2$  para sangue venoso ao comparar com sangue arterial ( $45,2 \pm 4,4$  mmHg versus  $39,8 \pm 4,2$  mmHg;  $p < 0,0001$  e correlação,  $r = 0,56$ ). Os pulmões agem na oxigenação sanguínea e na ventilação alveolar. Desta forma, a pressão arterial de oxigênio ( $pO_2$ ) é um parâmetro utilizado para a avaliação da oxigenação pulmonar, enquanto a  $pCO_2$  é utilizada para avaliação da ventilação pulmonar (FREITAS et al., 2010).

As concentrações de glicose foram influenciadas pela ordem de parto, grupamento genético, semana e interação grupamento genético e ordem de parto e ordem de parto e semana, sendo que vacas mestiças apresentaram menores concentrações de glicose entre a segunda e sétima semanas pós-parto (Figura 3(C)). O teor de glicose sanguíneo tem poucas variações, em função dos mecanismos homeostáticos bastante eficientes do organismo. Sob condições de campo, apenas a hipoglicemia tem importância clínica e é um indicativo de algum estado patológico com importantes implicações na saúde e na produção. Para vacas da raça Holandês, os valores de glicose situam-se em torno de  $65,4 \pm 5,3$  mg/dL (GONZÁLEZ, 2009). O nível de glicose tende a ser menor no terço final da gestação devido as demandas fetais, que utiliza a glicose como fonte de energia. No parto, a glicemia aumenta, possivelmente devido ao estresse. No período posterior ao parto, os



níveis caem novamente principalmente em vacas de alta produção (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003).

Figura 3: Valores de sódio (A), potássio (B), glicose (C) e cálcio iônico (D) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



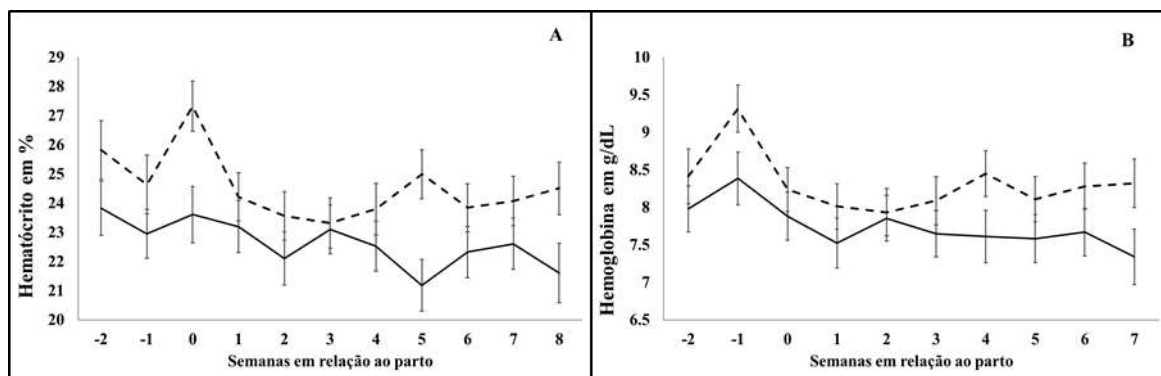
Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

As concentrações sanguíneas de sódio e potássio variaram em função do período pré e pós-parto e da semana dentro de período, sem haver diferenças entre os grupamentos genéticos (Tabela 4 e Figura 3(A) e (B)). No entanto, as concentrações médias de potássio estimadas foram inferiores às relatadas em outros trabalhos durante todo o período analisado, em ambas os grupamentos genéticos. O potássio é um eletrólito abundante no fluido intracelular e sua função envolve a regulação osmótica dos fluídos dos tecidos e balanço ácido-básico. Distúrbios ácido-básicos podem influenciar nas concentrações de potássio no fluido intracelular e extracelular. A acidose causa um movimento de  $K^+$  do fluido intracelular para o fluido extracelular resultando em hipercalemia. Já a alcalose causa um movimento de  $K^+$  do fluido extracelular para o fluido intracelular resultando em hipocalemia (SATTLER e FECTEAU, 2014). Correa et al., (2009) encontraram

valores de potássio de 3,96 mmol/L para vacas recebendo dieta basal com DCAD = + 150 mEq/Kg, não determinando diferença nos valores de potássio com o aumento do DCAD. Peiró et al., (2010) encontraram  $4,19 \pm 0,33$  mmol/L. Sattler e Fecteau, (2014), sugerem, porém, como valores limítrofes de concentrações de potássio de 2,2 a 2,5 mmol/L como valores sugestivos de hipocalcemia passíveis de intervenção, correlacionando porém sempre histórico, sinais clínicos e valores séricos.

Tanto a concentração de hemoglobina como o hematócrito foi influenciado pelo grupamento genético, assim como pela ordem de parto (Tabela 4 e Figura 4 (A) e (B)). Observa-se um decréscimo do hematócrito e da hemoglobina nos dias anteriores ao parto, aumento acentuado no parto e nova queda nos dias posteriores. Vacas mestiças apresentaram valores mais elevados de hematócrito (24,82 versus 22,93%) e hemoglobina (8,44 versus 7,87 g/dL) ao longo de todo o período. Vacas primíparas apresentaram valores mais elevados de hematócrito (24,60 versus 23,15%) e hemoglobina (8,42 versus 7,89g/dL). O hematócrito é a percentagem de eritrócitos no sangue e a hemoglobina, tendo como função o transporte de oxigênio no sangue, sendo também, um dos principais tampões intracelulares e se relacionam entre si (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Em função do parto, pode haver diminuição da ingestão hídrica, bem como perda de fluídos e sangue. Uma hemoconcentração pode ser consequência do grau de desidratação, que juntamente com a contração esplênica, podem elevar os valores de hematócrito e hemoglobina. Variações de hematócrito e hemoglobina similares aos nossos e valores superiores em vacas primíparas em relação a múltíparas também foram observadas por Trajano (2013) ao estudar vacas alojadas em *Free Stall*.

Figura 4: Valores de hematócrito (A) e hemoglobina (B) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) entre 2 semanas pré-parto e oito semanas de lactação.



Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)



### 3.6 CONCLUSÃO

Os valores estimados para os indicadores do perfil hemogasométrico podem ser utilizados como parâmetros para vacas manejadas com alimentação controlada no período de transição pré e pós-parto.

Existem diferenças entre os grupamentos genéticos quanto ao perfil hemogasométrico com destaque para concentrações séricas de cálcio iônico mais elevadas em vacas mestiças Holandês x Jersey que nas vacas Holandês puras.

As vacas Holandês também apresentam diminuição de pH,  $p\text{CO}_2$ , bicarbonato e excesso de base podendo isto estar relacionado ao estresse desencadeado pelo parto, sendo também um indicativo desta raça ser mais vulnerável a condições adversas no período de transição.

O uso de analisadores clínicos portáteis a campo permite evidenciar diferenças no metabolismo e equilíbrio ácido-básico, permitindo uma avaliação mais rápida e precisa do rebanho para a consequente tomada de decisão no gerenciamento de distúrbios que acometem vacas de leite no período de transição.



## **4 CONSUMO DE ALIMENTOS, COMPORTAMENTO INGESTIVO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE VACAS LEITEIRAS**

### **FOOD INTAKE, FEEDING BEHAVIOR AND ALIMENTAR EFFICIENCY OF COWS**

#### **4.1 RESUMO**

A busca por animais mais produtivos e eficientes na conversão de alimentos e que conseguem driblar mais os efeitos estressores do período de transição são fundamentais para melhorar o desempenho na produção intensiva de leite. Os cruzamentos surgem como uma alternativa pela busca de animais mais saudáveis e rentáveis. O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar o comportamento ingestivo e a eficiência alimentar de vacas Holandês e Holandês x Jersey no pós-parto. Avaliou-se o comportamento ingestivo, o consumo de matéria seca e o leite produzido de 24 vacas (11 Holandês e 13 mestiças Holandês x Jersey) estabuladas recebendo TMR do parto até 56 dias em lactação. Vacas mestiças Holandês x Jersey apresentam consumo de matéria seca diária e eficiência alimentar similar às vacas puras Holandês. As vacas mestiças Holandês x Jersey tiveram tendência de maior eficiência alimentar para produção de leite corrigido a 4% de gordura e maior eficiência alimentar para produção de gordura. Vacas mestiças Holandês x Jersey passam mais tempo ao longo do dia se alimentando quando comparadas com as vacas Holandês, sem diferença no tempo de ruminação.

**Palavras-chave:** Cruzamentos, consumo de matéria seca, produção de leite





## 4.2 ABSTRACT

More productive and efficient animals in the feed conversion and who can dribble more stressfull transition period are critical to improving performance in intensive milk production. Crossovers arise as an alternative by the search for healthier and more profitable animals. The aim of this study was to evaluate and compare the feeding behavior and feed efficiency of Holstein and crossbreeding Holstein x Jersey cows in postpartum. We evaluated the ingestive behavior, dry matter intake and milk production of 24 cows (11 Holstein and 13 crossbred Holstein x Jersey) housed in tie stall receiving total mix ration (TMR), up to 56 days in milk. Crossbred cows Holstein x Jersey and Holstein cows have a similar dry matter intake and feed efficiency. Crossbred Holstein x Jersey cows tended to have higher feed efficiency for milk corrected to 4% fat and higher feed efficiency for fat production of. Crossbred Holstein x Jersey cows spend more time throughout the day feeding when compared to Holstein cows. Ruminations time was similar between Holstein and Holstein x Jersey cows.

**Keywords:** crossbreeding, dry matter intake, milk yield



### 4.3 INTRODUÇÃO

Na produção de leite utilizando raças especializadas tem sido observados aumentos contínuos na produção de leite, porém concomitantemente a incidência de problemas reprodutivos e doenças que afetam a produção tem aumentado, diminuindo a longevidade das vacas no rebanho, prejudicando a eficiência econômica pelo aumento dos custos com reposição de animais, medicamentos e assistência veterinária (THALER NETO, 2009).

O cruzamento entre raças especializadas pode ser uma alternativa para minimizar problemas relacionados à performance produtiva e reprodutiva em rebanhos leiteiros. Aumento no teor de sólidos, maior longevidade, melhora na reprodução e diminuição com problemas de consanguinidade são algumas potenciais vantagens no uso de cruzamentos, a partir da complementariedade de características de interesse e maior vigor híbrido, bem como, menos problemas com consanguinidade (FREYER et al., 2008; THALER NETO et al., 2013; HEINS et al., 2008).

A eficiência alimentar reflete a quantidade de leite produzido, corrigido para gordura produzida por unidade de MS consumida, existindo uma alta correlação genética entre produção de leite e eficiência alimentar. A seleção para altas produções porém, tem trazido inúmeros prejuízos. Vacas no início da lactação tem alta eficiência alimentar, mas, neste período, o consumo de alimento não satisfaz a demanda de energia de vacas de alta produção, pois o pico de produção ocorre antes de pico de consumo (GRAVERT, 1985). Com isso, pode haver intensa mobilização de reservas corporais para suprir a demanda imposta pela elevada produção, podendo isso implicar em menores eficiências reprodutivas (DOBSON et al., 2007).

Como o período de transição impacta consideravelmente sobre parâmetros produtivos, reprodutivos e na saúde da vaca leiteira, caracterizar animais mais eficientes em termos de aspectos genéticos, econômicos e de comportamento alimentar, considerando o ambiente e manejo a que são submetidos neste período crucial, importantes informações são geradas, servindo de base para decisões sobre opção de determinados grupamentos genéticos para os diferentes sistemas de produção, ajudando na identificação de vantagens ao se introduzir e implementar programas de cruzamentos (THALER NETO, 2009).

O objetivo do estudo foi avaliar e comparar o consumo, o comportamento ingestivo e a eficiência alimentar de vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey no período de transição pós-parto.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, em Lages, SC, localizado às coordenadas 27°47'06.32"S e 50°18'16.76"O, com altitude de 914 metros. Foram utilizadas 24 vacas, sendo 11 da raça Holandês (6 primíparas e 5 multíparas) e 13 mestiças Jersey x Holandês (4 primíparas e 9 multíparas). As vacas ficaram alojadas em baias individuais com acesso livre ao alimento e água. As dietas dos animais foram formuladas para atender 100% das exigências nutricionais, de acordo com o NRC (2001), sendo constituída de silagem de milho, feno de alfafa picado e concentrado composto por milho moído, farelo de soja, núcleo mineral e vitamínico e bicarbonato de sódio. A dieta era fornecida totalmente misturada (TMR) no cocho e fornecida duas vezes ao dia após a ordenha da manhã e da tarde, as 8:00h e as 16:00h. Diariamente eram determinadas as sobras do dia anterior e a quantidade ofertada para cada animal foi ajustada diariamente a fim de proporcionar sobras entre cinco e dez por cento.

Semanalmente, coletaram-se amostras de silagem, feno, concentrado e sobras de alimentos individuais de cada vaca no decorrer do experimento. Após coletadas, as amostras foram secadas em estufa com ventilação forçada a 60 °C durante 72 horas e posteriormente, moídas em peneira de 1 mm e armazenadas até a realização das análises. Para determinar o teor de matéria seca (MS), as amostras moídas foram submetidas a secagem em estufa a 105°C por 20 horas. Posteriormente 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 et al., (2002), sendo as amostras pesadas em bolsas de filtro (modelo F57, ANKOM Technology, USA). O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl (AOAC., 1995) e 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 composição química da dieta totalmente misturada, fornecida às vacas encontra-se descrita na Tabela 5 e 6.

Tabela 5: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas pré-parto

Alimento	% na MN	% na MS	% PB	% FDN	% FDA	% EE	% MM	% CNF
Silagem de milho	80,00	56,7	7,89	42,34	22,40	1,88	4,55	43,35
Feno de alfafa	8,00	16,4	21,23	45,32	30,53	3,00	9,62	20,83
Farelo de soja	5,40	12,3	46,77	17,16	9,81	2,60	6,69	26,78
Milho moído	6,00	13,1	10,1	18,26	2,60	2,76	1,72	67,15
Mistura mineral								
Bovigold	0,48	1,2					100,00	
Ureia	0,12	0,3					100,00	
TMR		100,0	15,02	35,94	19,26	2,23	6,74	40,07

\*MN: Matéria natural \*\* FDN corrigido para proteína e cinzas \*\*\*CNF carboidratos não fibrosos: 100-(FDN-PB+EE+MM)

Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

Tabela 6: Composição e constituição bromatológica da dieta totalmente misturada (TMR) fornecida às vacas em lactação

Alimento	% na MN	% na MS	%PB	%FDN	%FDA	%EE	%MM	% CNF
Silagem de milho	71,42	44,7	7,89	42,34	22,40	1,88	4,55	43,35
Feno de alfafa	7,14	12,9	21,23	45,32	30,53	3,00	9,62	20,83
Farelo de soja	9,43	18,9	46,77	17,16	9,81	2,60	6,69	26,78
Milho moído	10,71	20,6	10,1	18,26	2,60	2,76	1,72	67,15
Mistura mineral	0,86	1,9					100,00	
Bicarbonato de sódio	0,43	1,0					100,00	
TMR		100,0	17,20	31,78	16,35	2,28	7,80	40,94

\*MN: Matéria natural \*\* FDN corrigido para proteína e cinzas \*\*\*CNF carboidratos não fibrosos: 100-(FDN-PB+EE+MM)

Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

Semanalmente eram realizadas pesagens individuais dos animais em balança eletrônica e avaliações de escore de condição corporal, ECC, 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).

A avaliação de comportamento ingestivo (ruminação, alimentação e ócio) era feita uma vez por semana, das 6 horas da manhã até as 22 horas da noite com registros comportamentais a cada 10 minutos. Assumiu-se que o comportamento ingestivo foi o mesmo no intervalo de 10 minutos. Considerou-se que as vacas estavam se alimentando quando estavam apreendendo e ingerindo alimento e ruminando quando movimentos de mandíbula eram observados e quando alimento era regurgitado e mastigado. O comportamento de ócio era atribuído quando nenhum dos comportamentos anteriores era observado.

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 leite pelo método de infravermelho (*Bentley Combisystem, Bentley Instruments, Inc., U.S.A*).

Os dados foram submetidos à análise de variância, como medidas repetidas de cada vaca, considerada como efeito aleatório, no tempo, utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS, sendo previamente testados para normalidade dos resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. O modelo estatístico foi constituído pelo grupamento genético, paridade (primípara ou múltipara), semana e as interações entre grupamento genético e paridade, grupamento genético e semana, paridade e grupamento genético. Para as variáveis produção de leite e consumo de matéria seca, os valores diários foram convertidos em médias semanais. Para as análises referentes ao comportamento ingestivo das vacas foi incluído no modelo o efeito do turno do dia e as suas interações com os demais fatores. Os turnos ao longo do dia foram quatro: primeiro turno (6 - 10h), segundo turno (10 - 14h), terceiro turno (14 - 18h) e quarto turno (18 - 22h). Foram consideradas significativas as diferenças foram significativas ao nível de 5% e tendência para níveis entre 5 e 10% de erro.

A correção da produção de leite para 4% de gordura foi realizada pela equação: Produção de leite x  $[0,4 + (\% \text{ de gordura} \times 0,15)]$  (TYRRELL e REID, 1965).

Paralelamente foram geradas curvas para consumo diário de matéria seca e produção de leite para ambos grupamentos genéticos pela técnica de regressão não linear, utilizando-se o procedimento NLIN do pacote estatístico SAS, sendo utilizada a função de Wood.

#### 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As vacas Holandês produziram mais leite do que as vacas mestiças Holandês x Jersey (Tabela 7), sendo observado também, efeito de semana, de ordem de parto e interação grupo genético com ordem de parto. A composição do leite das vacas Holandês comparado ao das vacas Holandês x Jersey foi, respectivamente: gordura (3,67 versus 4,21 %;  $P = 0,0064$ ), proteína (3,08 versus 3,19 %;  $P = 0,1775$ ), lactose (4,64 versus 4,61 %;  $P = 0,6358$ ), sólidos totais (12,31 versus 12,96%;  $P = 0,0121$ ). Heins et al., (2008), comparando vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey em sistema confinado, observaram diferença entre estes grupamentos genéticos, com maior produção de leite das vacas Holandês considerando os 147 dias iniciais de lactação (4644 versus 4388 kg). A produção de leite corrigida a 4% de gordura, porém, não diferiu entre os grupamentos genéticos, sendo observado efeito de ordem de parto e semana ( $P < 0,0001$ ).

As vacas mestiças Holandês x Jersey atingiram o pico de produção antes que as vacas Holandês, cuja produção de leite ainda estava aumentando até o término da avaliação. Para as vacas mestiças, observaram-se aumentos na produção de leite diária até 30 dias de lactação e no período posterior, estabilização da produção (Figura 5(A)). Vance et al., (2012), comparando diferentes sistemas de produção e grupos genéticos, não encontraram diferenças entre vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey de dias em que as vacas atingiram o pico de produção de leite e sob confinamento e ambos os grupamentos genéticos atingiram o pico de produção em torno dos 41 dias de lactação.

Tabela 7: Médias dos quadrados mínimos  $\pm$  erros-padrão das médias e valor de P para consumo de matéria seca (CMS), CMS como % de peso vivo, produção de leite e medidas de eficiência alimentar de vacas Holandês e Holandês x Jersey no pós parto

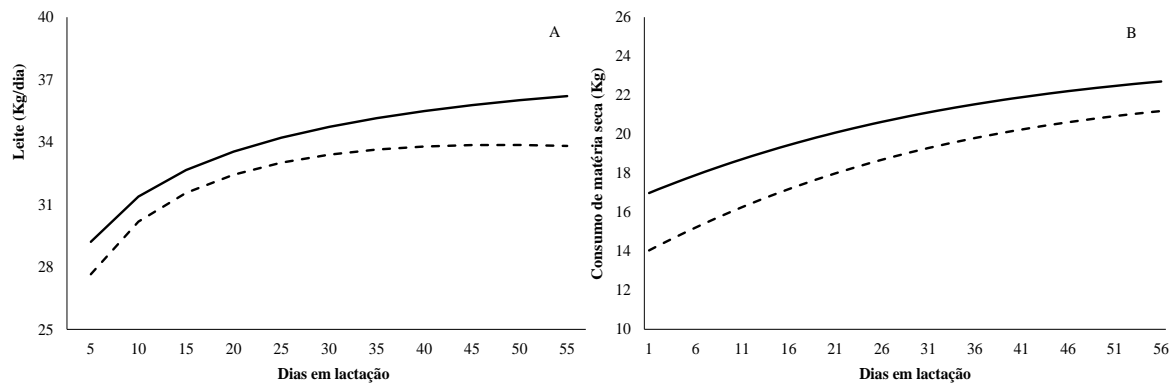
Variável	Grupamento Genético (GG)			Valor de P	
	Holandês	Holandês x Jersey	GG	semana	GG x semana
CMS (Kg de MS/dia)	20,905 $\pm$ 0,5014	18,228 $\pm$ 0,4617	0,0001	<0,0001	0,6877
CMS (% de PV)	3,687 $\pm$ 0,1236	3,731 $\pm$ 0,1219	0,7986	<0,0001	0,4004
Leite (Kg/dia)	34,326 $\pm$ 1,2357	29,055 $\pm$ 1,1166	0,0020	< 0,0001	0,3221
Leite corrigido a 4% de gordura (Kg/dia)	32,5053 $\pm$ 1,3097	29,8366 $\pm$ 1,1811	0,1331	<0,0001	0,1806
Gordura (Kg)	1,2520 $\pm$ 0,0614	1,2148 $\pm$ 0,0553	0,6538	0,0002	0,1913
Proteína (kg)	1,052 $\pm$ 0,0340	0,9246 $\pm$ 0,0307	0,0064	0,1522	0,7728
Leite (kg)/100 kg de PV	5,9762 $\pm$ 0,2069	5,9390 $\pm$ 0,2140	0,9008	<0,0001	0,0885
Leite a 4 % (kg)/100 kg de PV	5,6523 $\pm$ 0,2101	6,0722 $\pm$ 0,2173	0,1687	<0,0001	0,2528
Gordura (kg)/100 Kg de PV	0,2175 $\pm$ 0,0104	0,2472 $\pm$ 0,0107	0,0512	0,0001	0,3158
Proteína (kg)/100 Kg de PV	0,1833 $\pm$ 0,0052	0,1872 $\pm$ 0,0054	0,5999	0,0364	0,2186
Leite/kg de MS (kg/kg)	1,6443 $\pm$ 0,0667	1,658 $\pm$ 0,0617	0,8733	0,002	0,1894
Leite a 4 %/kg de MS	1,541 $\pm$ 0,0724	1,71 $\pm$ 0,0676	0,094	0,0502	0,1201
Gordura/ kg de MS	0,05882 $\pm$ 0,0034	0,06971 $\pm$ 0,0032	0,0224	0,203	0,1735
Proteína/Kg de MS	0,05063 $\pm$ 0,0018	0,05259 $\pm$ 0,0017	0,4379	<0,0001	0,6918

Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

O consumo de matéria seca diária nas primeiras 8 semanas de lactação foi aproximadamente 15% maior nas vacas puras Holandês (Tabela e Figura 5 (B)). Heins et al. (2012) e Vance et al., (2012) não encontraram diferenças de consumo de matéria seca para vacas confinadas. Já, Beecher et al., (2014) encontraram diferença de consumo de matéria seca entre vacas Holandês (16,71 kg), e mestiças Holandês x Jersey (15,96 kg), sob pastejo, embora, nestas condições, um limitante do consumo de matéria seca é a oferta de forragem. Prendiville et al., (2009), comparando também vacas Holandês e Holandês x Jersey sob pastejo, encontraram uma diferença de apenas 4% de consumo de matéria seca entre os grupamentos genéticos avaliados.



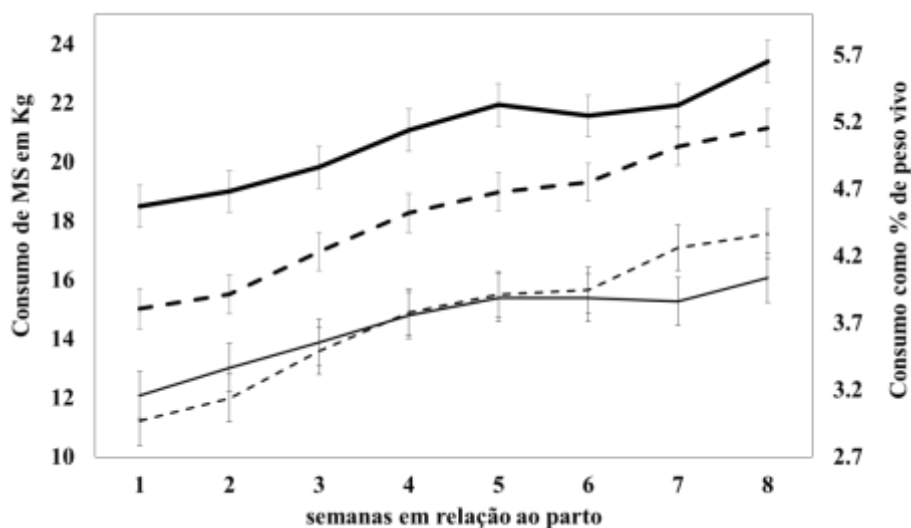
Figura 5: Produção de leite ao dia corrigido para 4% de gordura em Kg (A) e consumo de matéria seca ao dia em Kg (B), em função dos dias em lactação de vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -)



Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

O consumo relativo de matéria seca expresso em porcentagem de peso vivo (% de PV), não diferiu entre os grupamentos genéticos, havendo, porém, efeito de semana. Após a sexta semana, a diferença de consumo entre vacas mestiças Holandês x Jersey e Holandês foi diminuindo (Tabela 7 e Figura 6). Beecher et al., (2014), ao comparar vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey quanto ao consumo de matéria seca por 100 kg de peso vivo, encontraram apenas tendência de diferença entre os grupamentos genéticos. As vacas Holandês consumiram 2,98 e as Holandês x Jersey, 3,09 kg de MS/100 kg de PV. Heins et al. (2008), ao comparar o consumo relativo de MS como % de peso vivo, encontraram valores superiores aos deste trabalho, sendo o consumo das vacas Holandês 4,5% e das mestiças Holandês x Jersey 4,7% em relação ao peso vivo, porém, a avaliação do consumo foi até 150 dias de lactação e as vacas Holandês tinham um peso médio de 500 kg e as Holandês x Jersey 467 kg ( $P < 0,01$ ). O CMS aumenta gradualmente no início da lactação, podendo as vacas chegar a um pico de consumo entre as semanas 10 e 14 de lactação (NRC, 2001). Como em nosso experimento acompanhou-se as vacas apenas até os 56 dias de lactação, as vacas ainda estavam aumentando seu consumo, fato que explica valores mais baixos de consumo relativo de matéria seca em termos de porcentagem de peso vivo em relação a outros autores.

Figura 6: Consumo absoluto de matéria seca de vacas puras Holandês ( ■ ), mestiças Holandês x Jersey ( ■ ■ ) e consumo relativo de matéria seca como porcentagem de peso vivo (PV) de vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) em função das semanas em lactação

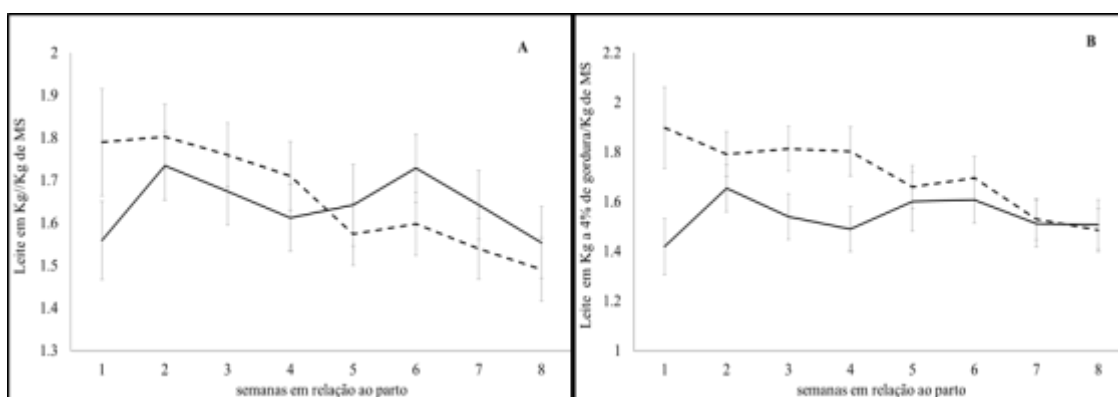


Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

Vacas mestiças Holandês x Jersey apresentaram eficiência de produção de leite similar às das puras Holandês no início da lactação, tanto quando avaliadas em relação ao consumo de matéria seca, quanto em relação ao peso vivo (Tabela 7 e Figura 7 (A) e (B)). Entretanto, quando a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura, vacas mestiças apresentaram tendência de maior eficiência alimentar ( $P = 0,094$ ), com valores médios de aproximadamente 1,71 kg de leite/kg de MS, contra 1,54 kg/kg de MS das puras Holandês. A eficiência na produção de gordura, expressa tanto em kg de gordura/kg de MS, como em kg de gordura/100 Kg de PV foi maior nas vacas Holandês x Jersey que nas vacas Holandês. Já, a produção de proteína em kg/100 kg de PV não diferiu entre grupos genéticos. Aikman et al., (2008), encontraram maiores produções de gordura (1622 versus 1323 g/dia;  $P = 0,013$ ), teores de gordura (38,5 versus 52,4 g/kg;  $P = 0,001$ ) e teores de proteína (31,0 versus 36 g/kg;  $P = 0,003$ ), respectivamente para vacas Jersey em relação às vacas Holandês. Tanto Vance et al., (2012) quanto Prendiville et al. (2009), encontraram que as vacas Holandês x Jersey produziram leite com maior teor de gordura e proteína que vacas Holandês puras. Isto pode ser considerado um reflexo do leite com

maior teor de gordura e proteína característico de vacas da raça Jersey, o que se reflete então, em maiores eficiências alimentares. O efeito de complementariedade é uma dos objetivos buscados ao se optar por cruzamentos, especialmente entre vacas Holandês e Jersey, aliando-se assim, a alta produção de leite, característico de vacas Holandês com maior produção de sólidos das vacas Jersey (THALER NETO et al., 2013; VANCE et al., 2012). A idade e a ordem de parto influenciam na eficiência alimentar. Vacas mais jovens necessitam mais energia para o crescimento em detrimento da produção de leite, diminuindo a eficiência alimentar. (HUTJENS, 2005). Ao mesmo tempo, um trato gastrointestinal proporcionalmente maior nas vacas mestiças, permite uma maior superfície absorptiva e conseqüentemente, uma maior absorção de nutrientes e maior digestibilidade (BEECHER et al., 2014). Como a digestibilidade está relacionada a uma maior eficiência alimentar, fatores relativos ao alimento e seu processamento pelo animal podem estar relacionados com parâmetros de eficiência alimentar similares, senão maiores em vacas mestiças Holandês x Jersey quando comparadas com vacas Holandês puras (HALL, 2013; HUTJENS, 2005).

Figura 7: Eficiência alimentar expresso em kg de leite/kg de MS (A) e eficiência alimentar expressa em leite corrigido a 4% de gordura/kg de MS (B) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) ao longo de oito semanas de lactação.

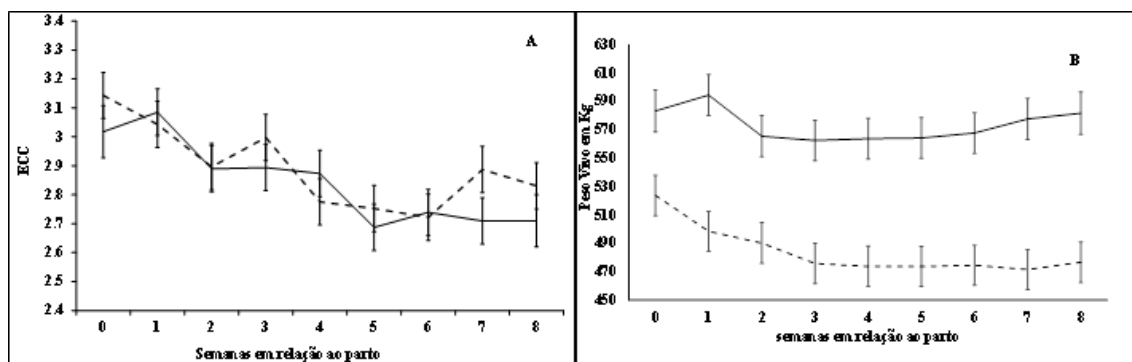


Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

Tanto as vacas Holandês quanto as vacas mestiças Holandês x Jersey perderam peso e escore de condição corporal, ECC. A variação de escore de condição corporal,  $\Delta$ ECC, foi de 0,3077 para as vacas Holandês e de 0,3093 para as mestiças do parto até a

oitava semana de lactação (Figura 8 (A) e (B)). A perda de ECC está relacionado com uma maior eficiência alimentar, já que as perdas energéticas são direcionadas para a produção de leite (HUTJENS, 2005).

Figura 8: Escore de condição corporal (ECC) (A) e peso vivo (PV) (B) em função das semanas em vacas puras Holandês (—) e mestiças Holandês x Jersey (- -) até oito semanas de lactação.



Fonte: Elaborado pela própria autora (2016)

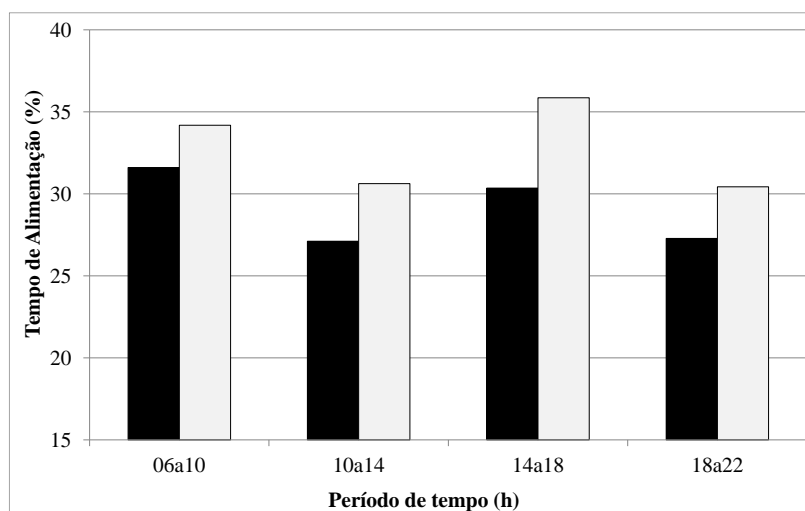
Houve tendência ( $P = 0,083$ ) das vacas mestiças Holandês x Jersey passarem mais tempo ao longo do dia se alimentando quando comparadas com as vacas Holandês (Holandês x Jersey = 314,61 versus Holandês = 279,21 minutos) havendo também, efeito de turno do dia ( $P = 0,0026$ ) (Tabela 8 e Figura 9). Nota-se, nos turnos, das 6 até as 10 horas da manhã e das 14 até as 18 horas, maior tempo dispendido para alimentação. Estes horários coincidem com o retorno das vacas da ordenha e fornecimento de comida fresca. Para Keyserlingk e Weary (2010), o fornecimento de alimento é um importante fator estimulador de consumo.

A ingestão de alimento foi mais lenta nas vacas mestiças em relação às puras Holandês (17,9056 versus 14,8171 minutos por kg de MS ingerida;  $P = 0,0229$ ). Já ao ruminarem, não houve diferença entre os grupamentos genéticos ( $H = 13,3359$  versus  $H \times J = 14,1626$  min por kg de MS;  $P = 0,2908$ ). Aikman et al., (2008), encontraram que vacas Holandês dispenderam menos tempo para se alimentarem em relação a vacas Jersey (16,6 versus 26,6 min por kg de MS;  $P = 0,001$ ) e para ruminarem (28,9 versus 37,8 min por kg de MS;  $P = 0,002$ ). Diferenças anatômicas, como tamanho de boca podem ter contribuído para a diferença de tempo de consumo de MS em min/kg de MS.

Tabela 8: Comportamento ingestivo de vacas Holandês e Holandês x Jersey no pós-parto

Variável (% do Tempo)	Grupamento genético (GG)		Valor de P		
	Holandês	Holandês x Jersey	GG	Turno	Turno x GG
Alimentando	29,0857 ± 1,6049	32,7727 ± 1,3908	0,083	0,0026	0,8008
Ruminando	33,5606 ± 1,4870	31,0640 ± 1,2890	0,2049	0,0282	0,2707
Ócio	34,5724 ± 1,8629	34,1963 ± 1,6049	0,8785	0,7347	0,8295

Figura 9: Tempo dispendido para alimentação por turnos ao longo do dia para vacas Holandês (■) e Holandês x Jersey(□)

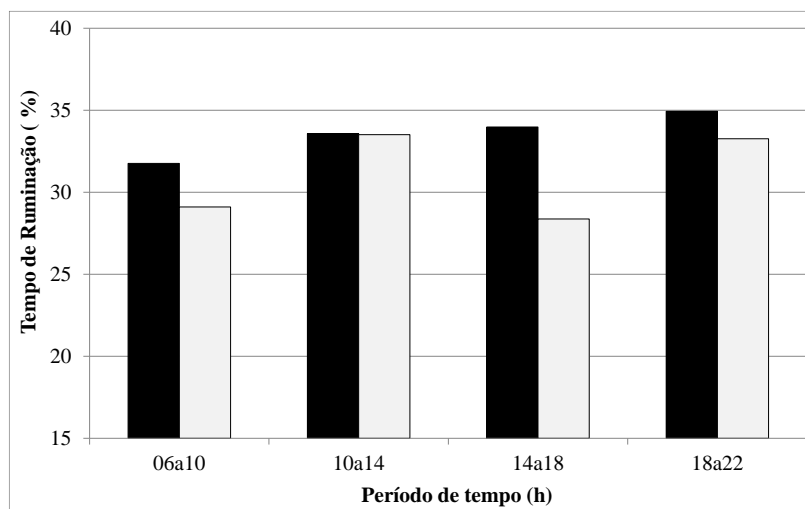


Beecher et al., (2014) observaram peso relativo do rúmen e do trato gastrointestinal total em relação ao peso vivo maior em vacas mestiças Holandês x Jersey que de vacas Holandês, existindo correlação positiva entre peso e capacidade ruminal. Uma maior capacidade ingestiva das vacas mestiças poderia explicar esta tendência de diferença no comportamento ingestivo. Diferenças anatômicas como tamanho de boca e tamanho de bocado também poderiam explicar o maior tempo que as vacas mestiças se alimentaram (AIKMAN et al., 2008). Também, animais de menor peso vivo podem apresentar menores taxas de mastigação tanto na ingestão de alimento, como para a ruminação em relação a animais maiores, o que pode provocar o aumento do tempo total diário dedicado a estas atividades (COSTA et al., 2003).

Não houve diferença entre os grupamentos genéticos no tempo de ruminação (Holandês x Jersey = 298,2144 e Holandês = 322,1817 minutos;  $P = 0,2049$ ) conforme dados da Tabela 8 e Figura 10. Houve porém, efeito de semana ( $P = 0,0016$ ), turno ( $P =$

0,0282) e interação grupamento genético e turno ( $P= 0,0001$ ). Aikman et al. (2008), encontrou maior tempo de ruminação para vacas Holandês em relação as vacas Jersey. O tempo dispendido para ruminação correlaciona-se positivamente com produção de leite e pode ser um importante parâmetro de saúde para a vaca leiteira no período de transição. Soriani et al., (2012), avaliando vacas Holandês no pré e pós-parto, encontrou que vacas que tinham menores tempos de ruminação no pré-parto, mantiveram tempos de ruminação menores no pós-parto, sendo estas vacas mais suscetíveis a doenças. Estresse, ansiedade, a presença de alguma doença além de fatores relacionados à dieta como qualidade de forragem, teor de FDN e digestibilidade, influenciam na ruminação.

Figura 10: Tempo dispendido para ruminação por turnos ao longo do dia para vacas Holandês (■) e Holandês x Jersey (□)



Para o tempo de ócio também não houve diferença entre grupamentos genéticos ( $P = 0,8785$ ), mas, efeito de semana ( $P < 0,0001$ ), tendência de efeito de ordem de parto ( $P = 0,0765$ ) e interação grupamento genético com semana ( $P= 0,0068$ ).

#### 4.6 CONCLUSÃO

Vacas mestiças Holandês x Jersey apresentam consumo de matéria seca diária similar às vacas puras Holandês, porém as vacas mestiças permanecem aumentando o consumo por um período maior no pós-parto. Este comportamento ingestivo aliado a uma estabilização mais precoce da curva de produção de leite pode proporcionar a estes animais uma recuperação mais precoce da condição corporal, com possíveis efeitos positivos sobre a saúde animal.

Vacas mestiças Holandês x Jersey apresentam eficiência alimentar para produção de leite similar às vacas Holandês puras, no início da lactação, com tendência de maior eficiência alimentar para produção de leite corrigido a 4% de gordura e maior eficiência alimentar para produção de gordura.

Vacas mestiças Holandês x Jersey passam mais tempo ao longo do dia se alimentando quando comparadas com as vacas Holandês, sem diferença no tempo de ruminação, de modo que as vacas mestiças ingerem o alimento mais lentamente.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-ALLAD, S M; BAKR, H. A. Serum parathyroid hormone levels and mineral profiles in high producing dairy cattle around calving period. **British Journal of Dairy Sciences**, v. 4, n. 1, p. 1–4, 2015.
- AIKMAN, P. C.; REYNOLDS, C. K.; BEEVER, D. E. Diet digestibility , rate of passage , and eating and rumination behavior of Jersey and Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, v. 91, p. 1103–1114, 2008.
- ALBRIGHT, J. L. Nutrition, feeding and calves - feeding behavior of dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 76, n. 38, p. 485–498, 1993.
- AULDIST, M. J.; PYMAN, M. F. S.; GRAINGER, C.; MACMILLAN, K. L. Comparative reproductive performance and early lactation productivity of Jersey x Holstein cows in predominantly Holstein herds in a pasture-based dairying system. **J. Dairy Sci.**, v. 90, n. 10, p. 4856–62, 2007.
- BAQUERO-PARRADO, J. R. Consideraciones Clínicas Y Regulación Del Equilibrio Ácido-Base En Ganado Bovino. **Rev.UDCA Actual.Divulg.Cient.**, v. 11, n. 2, p. 85–100, 2008.
- BEECHER, M.; BUCKLEY, F.; WATERS, S. M.; BOLAND, T. M.; DEIGHTON, M. H. Gastrointestinal tract size , total-tract digestibility , and rumen microflora in different dairy cow genotypes. **J. Dairy Sci.**, v. 97, p. 3906–3917, 2014.
- BLEUL, U.; LEJEUNE, B.; SCHWANTAG, S.; KAHN, W. Blood gas and acid-base analysis of arterial blood in 57 newborn calves. **Veterinary Record**, v. 161, n. 20, p. 688–691, 2007.
- CHAMBERLIN, W. G.; MIDDLETON, J. R.; SPAIN, J. N.; et al. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 96, n. 11, p. 7001–13, 2013.
- CORREA, L. B.; ZANETTI, M. A.; CLARO, G. R. DEL; PAIVA, F. A. Resposta em parâmetros sanguíneos e urinários de vacas leiteiras ao aumento no balanço catiônico-aniônico da dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p. 655–661, 2009.
- COSTA, C. O. DA; FISCHER, V.; MONKS VETROMILLA, M. A.; BAES MORENO, C.; XAVIER FERREIRA, E. Comportamento Ingestivo de Vacas Jersey Confinadas durante a Fase Inicial da Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 418–424, 2003.
- DEVRIES, T.J. ; KEYSERLINGK, M. A. G. Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 88, n. 2, p. 625–631, 2005.
- DOBSON, H.; SMITH, R. F.; ROYAL, M. D.; KNIGHT, C. H.; SHELDON, I. M. The high-producing dairy cow and its reproductive performance. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 42, n. SUPPL. 2, p. 17–23, 2007.
- EVORA, P. R. B.; GARCIA, L. V. Equilíbrio ácido-base. **Medicina**, v. 41, n. 3, p. 297–

307, 2008.

FREITAS, M. D.; FERREIRA, M. G.; FERREIRA, P. M.; et al. Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2608–2615, 2010.

FREYER, G.; KÖNIG, S.; FISCHER, B.; BERGFELD, U.; CASSELL, B. G. Invited review: crossbreeding in dairy cattle from a German perspective of the past and today. **J. Dairy Sci.**, v. 91, n. 10, p. 3725–3743, 2008.

GASPARELLI, E. R. F. **Determinação da atividade sérica de enzimas hepáticas e da concentração de uréia, creatinina, cortisol, imunoglobulina G e dos valores hemogasométricos de bezerros da raça nelore oriundos de fertilização in vivo (FV) e fertilização in vitro (FIV)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Curso de Medicina Veterinária, Araçatuba, 2007.

GIANESELLA, M.; MORGANTE, M.; CANNIZZO, C.; et al. Subacute ruminal acidosis and evaluation of blood gas analysis in dairy cow. **Veterinary Medicine International**, v. 2010, p. 1–5, 2010.

GOFF, J. P. Calcium and Magnesium Disorders. **Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice**, , n. April, p. 360–381, 2014.

GOFF, J. P.; HORST, R. L. Role of acid-base physiology on the pathogenesis of parturient hypocalcaemia (milk fever)- The DCAD theory in principal and practice. **Acta Vet. Scand.**, v. 97, n. Suppl., p. 51–56, 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D. Ferramentas de diagnóstico e monitoramento das doenças metabólicas. **Ciência Animal Brasileira**, p. 1–22, 2009.

GRANT, R J; ALBRIGHT, J. L. Behavior and Management Transition Period in Dairy. **J. Animal Sci.**, v. 73, p. 2791–2803, 1995.

GRAVERT, H. O. Genetic factors controlling feed efficiency in dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 13, p. 87–99, 1985.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11th ed. Saunders Elsevier, 2006.

HALL, M. B. What You Feed vs . What You Get : Feed Efficiency as an Evaluation Tool. In: **14th Florida Ruminant Nutrition Symposium**, p. 1–7, 2003. Disponível em: <<http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2003/Hall.pdf>>. .

HANSEN, L. B. Monitoring the worldwide genetic supply for dairy cattle with emphasis on managing crossbreeding and inbreeding. In: **8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**; Belo Horizonte, MG, Brasil, p. 1–7, 2006.

HEINS, B. J.; HANSEN, L. B.; SEYKORA, A. J.; et al. Crossbreds of Jersey×Holstein Compared with Pure Holsteins for Body Weight, Body Condition Score, Dry Matter Intake, and Feed Efficiency During the First One Hundred Fifty Days of First Lactation. **J. Dairy Sci.**, v. 91, n. 9, p. 3716–3722, 2008.

HEINS; HANSEN, L. B.; SEYKORA, A. J.; et al. Crossbreds of Jersey x Holstein compared with pure Holsteins for production, fertility, and body and udder measurements during first lactation. **J. Dairy Sci.**, v. 91, n. 3, p. 1270–8, 2008.

HERSOM, M. J.; HANSEN, G. R.; ARTHINGTON, J. D. Effect of dietary cation-anion difference on measures of acid-base physiology and performance in beef cattle. **J. Anim Sci.**, v. 88, n. 1, p. 374–382, 2010.

HUTJENS, M. F. Revisiting Feed Efficiency and Its Economic Impact. , 2005. Disponível em: <ftp://s173-183-201-52.ab.hsia.telus.net/Inetpub/wwwroot/DairyWeb/Resources/4SDNMC2005/Hutjens.pdf> . .

KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Review: Feeding behaviour of dairy cattle: Measures and applications. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 90, n. December 2009, p. 303–309, 2010.

LISBÔA, J. A. N.; BENESI, F. J.; MARUTA, C. A.; MIRANDOLA, R. M. S.; TEIXEIRA, C. M. C. Tempo de viabilidade de amostras de sangue venoso bovino destinadas ao exame hemogasométrico, quando mantidas sob conservação em água gelada. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 271–276, 2001.

MADALENA, F. E. Comparações entre o Friesian da Nova Zelândia e o Holstein internacional - Revisão bibliográfica. , p. 1–5, 2007. Disponível em: <http://www.fernandomadalema.com/site\_arquivos/701.pdf> . .

MARTINEZ, N.; RISCO, C. A; LIMA, F. S.; et al. Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. **J. Dairy Sci.**, v. 95, n. 12, p. 7158–72, 2012. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23021755> . .

MARTINEZ, N.; SINEDINO, L. D. P.; BISINOTTO, R. S.; et al. Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 97, n. 2, p. 874–887, 2014. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030213008655> . .

MERTENS, D. R.; ALLEN, M.; CARMANY, J.; et al. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217–1240, 2002.

MORGANTE, M.; GIANESELLA, M.; CASELLA, S.; et al. Blood gas analyses, ruminal and blood pH, urine and faecal pH in dairy cows during subacute ruminal acidosis. **Comparative Clinical Pathology**, v. 18, n. 3, p. 229–232, 2009.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Nat. Acad. Sci., Washington, DC; 2001.

ORTOLANI, E. L. Diagnóstico e Tratamento de Alterações Ácido-básicas em Ruminantes. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. (ed). **Anais do I Simpósio de Patologia Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; p. 17–29, 2003.

PEIRÓ, J. R.; BORGES, A. S.; GONÇALVES, R. C.; MENDES, L. C. N. Evaluation of a portable clinical analyzer for the determination of blood gas partial pressures, electrolyte concentrations, and hematocrit in venous blood samples collected from cattle, horses, and sheep. **American Journal of Veterinary Research**, v. 71, n. 5, p. 515–521, 2010.

PICCIONE, G.; CAOLA, G.; MORTOLA, J. P. Day/night pattern of arterial blood gases in the cow. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 140, n. 1, p. 33–41, 2004.

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey × Holstein-Friesian cows at pasture. **J. Dairy Sci.**, v. 92, n. 12, p. 6176–6185, 2009. Elsevier. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2292>>. .

RADOSTITS, O. M. ET AL. **Clínica Veterinária. Um Tratado de Doenças de Bovinos, Ovinos, Suínos, Caprinos e Equinos**. 9th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

RINALDI, S.; GAUDIO, A. R. DE. Strong ion difference and strong anion gap: The Stewart approach to acid base disturbances. **Current Anaesthesia and Critical Care**, v. 16, n. 6, p. 395–402, 2005.

SATTLER, N.; FECTEAU, G. Hypokalemia Syndrome in Cattle. **Vet. Clin Food Anim**, v. 30, p. 351–357, 2014. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.04.004>>. .

SAUN, R. J. VAN. Indikatoren für Risiken bei Kühen in der Transitphase – eine Übersicht zu metabolischen Profilen. **Tierärztliche Praxis Grosstiere**, v. 44, n. G, p. 118–126, 2016.

SCHNEIDER, P. L.; BEEDE, D. K.; WILCOX, C. J. Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. **J. Anim Sci.**, v. 66, n. 1, p. 112–125, 1988.

SILVA, M. A. G. Concentração de lactato, eletrólitos e hemogasometria em equinos não treinados e treinados durante testes de esforço progressivo. **Tese de Doutorado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Jaboticabal**; 2008.

SMITH, B. P. **Medicina Interna de Grandes Animais**. São Paulo: Manole, 2006.

SORIANI, N.; TREVISI, E.; CALAMARI, L. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. **J. Animal Sci.**, v. 90, n. 12, p. 4544–4554, 2012.

SRIKANDAKUMAR, A.; JOHNSON, E. H. Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian milking Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 36, n. 7, p. 685–692, 2004.

SUCUPIRA, M. C. A.; ORTOLANI, E. L. Uso de sangue arterial e venoso no exame do equilíbrio ácido-básico de novilhos normais ou com acidose metabólica. **Ciência Rural**, v. 33, p. 863–868, 2003.

SWEENEY, B.M., MARTENS, E.M., FELIPPE, M.J., OVERTON, T. R. Impact and evaluation of subclinical hypocalcemia in dairy cattle. **In: Cornell Nutrition Conference**, v. 1, p. 1–8, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1813/37973>>. .

TEIXEIRA NETO, F. J. Equilíbrio Ácido-base e Eletrolítico em Anestesiologia. In: Massone, F.. **Anestesiologia Veterinária. Farmacologia e Técnicas**. 5ª ed., Rio de

Janeiro: Guanabara Koogan. p.247–268, 2008.

THALER NETO, A. Recursos genéticos para a região Sul do Brasil. Anais do Simpósio sobre Produção Competitiva de Leite - Região Sul - INTERLEITE, Chapecó - SC; p.1–21, 2009.

THALER NETO, A.; RODRIGUES, R. S.; CÓRDOVA, H. DE 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.

TRAJANO, H. P. Parâmetros clínicos e laboratoriais de vacas leiteiras no período de transição manejadas em free stall. **Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade de Viçosa; Viçosa;**, p. 67, 2013.

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

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. **J. Dairy Sci.**, v. 95, n. 3, p. 1527–44, 2012.

WANG, S.; MCDONNELL, E. H.; SEDOR, F. A.; TOFFALETTI, J. G. pH Effects on Measurements of Ionized Calcium and Ionized Magnesium in Blood. **Arch. Pathol. Lab. Med.**, v. 126, n. August, p. 947–950, 2002.