

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AROVETERINÁRIAS – CAV
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**COMPORTAMENTO INGESTIVO, ATIVIDADE, PRODUÇÃO E
QUALIDADE DO LEITE DE VACAS HOLANDÊS E MISTIÇAS
HOLANDÊS X JERSEY EM SISTEMA BASEADO EM PASTAGEM**

ROBERTO KAPPES

**LAGES, SC,
FEVEREIRO, 2020**

ROBERTO KAPPES

**COMPORTAMENTO INGESTIVO, ATIVIDADE, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO
LEITE DE VACAS HOLANDÊS E MISTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY EM
SISTEMA BASEADO EM PASTAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: André Thaler Neto

Co-orientador: Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho

**LAGES, SC,
FEVEREIRO, 2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Kappes , Roberto
COMPORTAMENTO INGESTIVO, ATIVIDADE,
PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS
HOLANDÊS E MISTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY EM
SISTEMA BASEADO EM PASTAGEM / Roberto Kappes . --
2020.
88 p.

Orientador: André Thaler Neto
Coorientador: Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2020.

1. Cruzamento. 2. Composição do leite. 3. Monitoramento
eletrônico. 4. Parâmetros físicos do leite. I. Thaler Neto , André . II.
Mendonça Nunes Ribeiro Filho, Henrique . III. Universidade do
Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

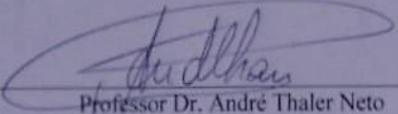
ROBERTO KAPPES

COMPORTAMENTO INGESTIVO, ATIVIDADE, PRODUÇÃO E
QUALIDADE DO LEITE DE VACAS HOLANDÊS E MISTIÇAS
HOLANDÊS X JERSEY EM SISTEMA BASEADO EM PASTAGEM

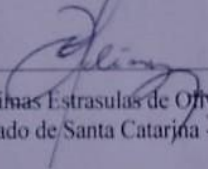
Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Ciência Animal na
Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Ciência Animal, Área de concentração: Produção animal

Banca Examinadora:

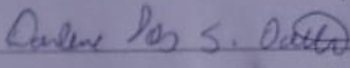
Orientador:


Professor Dr. André Thaler Neto
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro:


Professor Dr. Dimas Estrasulas de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro:


Professora Dra. Darlene dos Santos Daltro
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Lages, 18 de fevereiro de 2020

AGRADECIMENTOS

Á Deus pela vida, pelas bênçãos de cada dia, pela certeza de sua presença me protegendo e iluminando meu caminho.

Á minha família, minha mãe Delesia e meus irmãos Rudinei e Rosilei, que mesmo distante e em momentos de dificuldade me apoiaram, incentivaram e ajudaram a conquistar esse sonho.

Ao meu orientador, Professor André Thaler Neto pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, pela orientação, críticas e sugestões para realização deste trabalho.

Ao meu coorientador Professor Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho pelas sugestões na escrita deste trabalho.

Á minha grande amiga, “orientadora” e fonte de inspiração Deise Aline Knob, por ter me apresentado um mundo de grandes possibilidades, por dividir momentos únicos me auxiliando durante todo trabalho, no meu crescimento profissional e pessoal.

Agradecer aos amigos e colegas Angélica, Annie, Bruna, Bruno, Daniella, Ester, Fernanda, Gabriela, Georgia, Izabelly, Julio, Laiz, Luís, Nathallie e Rafaella, pela ajuda na execução dos experimentos, seja por chegar as 05:30 da manhã e sair depois das 22:00, ou por todos os sábados de coletas e análises.

Agradecer aos demais amigos/colegas de mestrado e doutorado que dividiam a “salinha da produção”, pelos dias de estudos, risadas, experiências vivenciadas e por se tornarem minha família Lageana.

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

Á todos, meu muito obrigado.

RESUMO

KAPPES, Roberto. Comportamento ingestivo, atividade, produção e qualidade do leite de vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey em sistema baseado em pastagem. 2020. P. 88. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2020.

Esta dissertação foi dividida em dois experimentos. No primeiro objetivamos comparar os dados gerados pelo sistema de monitoramento eletrônico da SCR da Allflex com observações visuais diretas de vacas leiteiras em pastejo, para o comportamento de ruminação. Doze vacas em lactação foram observadas durante um período diário de 16 horas, durante 11 dias. Os dados fornecidos pelo software HealthyCow24[®] foram comparados com observações visuais, utilizando-os como referência. Também avaliamos ruminação em diferentes intervalos de tempo, a cada 5, 10, 15 ou 20 minutos. A correlação de Pearson e regressão linear foram estimadas usando os procedimentos CORR e PROC REG, respectivamente do software SAS. Os dados de ruminação estimados pelo software HealthyCow24[®] e as observações visuais do tempo de ruminação foram altamente correlacionados (0,81), com um coeficiente de determinação de 0,6568 ($P < 0,0001$), com uma média de ruminação durante o período de avaliação diária de 16 horas de 263,2 e 266,9 minutos, respectivamente. Os diferentes intervalos de tempo entre a avaliação, especialmente aos 10 e 15 minutos, estão correlacionados com os determinados pelo sistema de monitoramento eletrônico da ruminação ou com o intervalo de 5 minutos. Conclui-se que sistema de monitoramento eletrônico é uma ferramenta acurada para determinar o comportamento da ruminação de vacas leiteiras em sistemas de pastagem. Observações visuais diretas com intervalos não superiores a 15 minutos são suficientes para serem utilizadas na avaliação do comportamento das vacas em pastejo sem perda da exatidão dos dados. No segundo experimento objetivamos comparar a produção, composição e parâmetros físicos do leite, parâmetros fisiológicos, peso, escore de condição corporal e comportamento ingestivo de vacas Holandês e mestiças $\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey e $\frac{3}{4}$ Holandês em pastejo. Além disso, avaliar também o efeito do índice de temperatura e umidade (ITU) sobre as variáveis supracitadas. O trabalho foi realizado no setor de bovinocultura leiteira do CAV- UDESC. Avaliamos 22 vacas em lactação, sendo 7 Holandês, 5 mestiças F1 ($\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey) e 10 mestiças R1 ($\frac{3}{4}$ Holandês), ao longo de um ano, em sistema de produção baseado em pastagem. Os dados de ruminação e atividade foram obtidos por colar com sensores de monitoramento eletrônico. Semanalmente mensurou-se a produção, composição e parâmetros físico-químicos do leite (acidez titulável, pH e estabilidade ao teste do álcool) e quinzenalmente a contagem de células somáticas. Semanalmente foram avaliados o peso, escore de condição corporal e parâmetros fisiológicos (frequência cardíaca, respiratória e temperatura retal). Com base no modelo do NRC (2001) estimamos o consumo de matéria seca (CMS). Diariamente foram obtidas informações de temperatura e umidade do ambiente, em intervalos de uma hora, com o auxílio de *data logger*. Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância como medidas repetidas no tempo, testando interação entre grupamento genético e ITU. Não houve diferença na produção de leite entre Holandês e vacas mestiças F1 e R1 Holandês x Jersey (25,4, 24,4 e 25,3, respectivamente). Vacas mestiças apresentaram maiores teores de gordura (3,75, 4,21 e 4,07, respectivamente) e proteína (3,25, 3,55 e 3,43, respectivamente). Mestiças F1 tiveram maior escore de células somáticas em relação as puras Holandês e mestiças R1 (5,11, 3,01 e 2,93, respectivamente). Vacas Holandês apresentaram maior estabilidade do leite ao teste do álcool em relação as mestiças F1 e R1 (79,1, 75,7 e 76,8, respectivamente). Mestiças R1 apresentaram maior CMS em relação as Holandês e mestiças F1 (21,30, 20,63 e 20,22, respectivamente), o tempo de ruminação foi maior para mestiças R1 e F1 em relação as Holandês (588,2, 582,7 e 538,1, respectivamente). O elevado ITU afetou negativamente a

maioria das variáveis analisadas. Vacas mestiças apresentam desempenho produtivo similar as puras Holandês, bem como boa qualidade do leite. Todos os grupamentos genéticos são afetados negativamente pelo elevado ITU.

Palavras-chave: Cruzamento, Composição do leite, Monitoramento eletrônico, Parâmetros físicos do leite.

ABSTRACT

KAPPES, Roberto. Ingestive behavior, activity, milk yield and quality of Holstein and crossbred Holstein x Jersey cows in a grazing system. 2020. P. 88. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2020.

This dissertation was divided into two experiments. With the first we aimed to compare the data generated by the electronic monitoring system of SCR by Allflex with direct visual observations of dairy cows grazing, for the rumination behavior. Twelve lactating cows were observed during a daily period of 16 hours, for 11 days. The data provided by the HealthyCow24® software were compared with visual observations, using them as a reference. We also evaluate rumination at different time intervals, every 5, 10, 15 or 20 minutes. Pearson's correlation was estimated using the CORR procedure of the SAS software. The rumination data estimated by the HealthyCow24® software and the visual observations of rumination time were highly correlated (0.81), with a coefficient of determination of 0.6568 ($P < 0.0001$), with an average rumination time during the 16-hour daily assessment period of 263.2 and 266.9 minutes, respectively. The different time intervals between the assessment, especially at 10 and 15 minutes, are correlated with those determined by the electronic rumination monitoring system or with the 5-minute interval. We concluded that electronic monitoring system is an accurate tool to determine the behavior of rumination of dairy cows in pasture systems. Direct visual observations at intervals of no more than 15 minutes are sufficient to be used to evaluate the behavior of grazing cows without loss of data accuracy. In the second experiment, we aimed to compare milk yield and composition and physical parameters of milk, physiological parameters, body weight, body condition score and ingestive behavior of Holstein and crossbred $\frac{1}{2}$ Holstein x Jersey and $\frac{3}{4}$ Holstein cows in grazing system. In addition, also evaluate the effect of the temperature humidity index (THI) on the variables mentioned above. The work was carried out in the CAV-UDESC dairy cattle sector. We evaluated 22 lactating, 7 Holstein, 5 crossbred F1 ($\frac{1}{2}$ Holstein x Jersey) and 10 crossbred R1 ($\frac{3}{4}$ Holstein), over a year, in a pasture-based production system. Rumination and activity data were obtained with electronic monitoring sensors. The milk yield and composition as well as the physicochemical parameters of milk (titratable acidity, pH and stability to the alcohol test) were measured weekly and the somatic cell count biweekly. Body weight, body condition score and physiological parameters (heart frequency, respiratory frequency and rectal temperature) were evaluated weekly. Based on the NRC model (2001), we estimate dry matter intake (DMI). Information on temperature and humidity of the environment was obtained daily, at hourly intervals, with a data logger. The data for each variable were subjected to analysis of variance as repeated measures over time, testing the interaction between genetic group and THI. There was no difference for milk yield between Holstein and crossbred F1 and R1 Holstein x Jersey cows (25.4, 24.4 and 25.3, respectively). Crossbred cows showed higher fat (3.75, 4.21 and 4.07, respectively) and protein (3.25, 3.55 and 3.43, respectively) level. F1 crossbred Holstein x Jersey cows present higher somatic cell score in comparison to the Holstein and crossbred R1 cows (5.11, 3.01 and 2.93, respectively). Holstein cows showed higher milk stability to the alcohol test compared to crossbred F1 and R1 cows (79.1, 75.7 and 76.8, respectively). R1 crossbreeds Holstein x Jersey cows had higher DMI in comparison to Holstein and F1 crossbreeds cows (21.30, 20.63 and 20.22, respectively). Rumination time was higher for R1 and F1 crossbreeds in comparison to Holstein cows (588.2, 582, 7 and 538.1, respectively). The high THI negatively affected most of the variables analyzed. Crossbred cows show similar productive performance to pure

Holstein cows, as well as good milk quality. All genetic groups are negatively affected by the high THI.

Key words: Crossbreeding, Electronic monitoring, Milk composition, Physical milk parameters.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figure 1. Average rumination time, in minutes, of each 2-hour period (from 6 am to 10 pm) by electronic rumination system (—) and visually observed (ever 5 minutes) (- - -). 60

CAPÍTULO III

Figura 1. Índice de temperatura e umidade máximo (—) e médio (- - -) do dia da coleta, representado pela semana da coleta, iniciando no primeiro dia de setembro até o último dia de agosto, dentro das 5 classes do ITU, seguro, leve, desconforto, alerta e perigo. 68

Figura 2. Tempo médio (\pm erro padrão da média) de ruminação e unidade de atividade para vacas Holandês, mestiças F1 ($\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey) e mestiças R1 ($\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Jersey) nas classes seguro, leve, desconforto, alerta e perigo do índice de temperatura e umidade no período de duas horas.. 73

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| Table 1. Descriptive statistics of feeding behavior of lactating cows. | 55 |
| Table 2. Correlation between the variables that represent the feeding behavior of lactating cows determined by the electronically rumination system and observed visually (every 5 minutes). | 56 |
| Table 3. Correlation of the rumination time (in minutes) determined by the electronic monitoring systems and observations made visually at different time intervals (every 5, 10, 15 or 20 minutes). | 57 |
| Table 4. Correlation of the idle time (in minutes) determined by visual observations made at different time intervals (every 5, 10, 15 or 20 minutes). | 58 |
| Table 5. Correlation of the feeding time (in minutes) determined by visual observations made at different time intervals (every 5, 10, 15 or 20 minutes). | 59 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----|
| Tabela 1. Análise descritiva das variáveis dias em lactação (DEL), ordem de parto, produção e atributos físico-químicos do leite, escore de células somáticas (ECS), peso vivo, escore de condição corporal (ECC), parâmetros fisiológicos, tempo de ruminação e atividade dos grupamentos genéticos Holandês, mestiças F1 e R1. | 69 |
| Tabela 2. Médias ajustadas ao modelo \pm erro padrão para produção de leite, parâmetros físico-químicos do leite, escore de células somáticas (ECS), peso vivo, escore de condição corporal (ECC), variáveis fisiológicas, consumo de matéria seca (CMS), ruminação e atividade para vacas da raça Holandesa e mestiças Holandês x Jersey de primeira (F1) e segunda (R1) geração. | 701 |
| Tabela 3. Médias ajustadas ao modelo \pm erro padrão para produção de leite, parâmetros físico-químicos do leite, escore de células somáticas, peso vivo, escore de condição corporal, variáveis fisiológicas, consumo de matéria seca, ruminação e atividade para as 5 classes do índice de temperatura e umidade, seguro, leve, desconforto, alerta e perigo. | 72 |

LISTA DE ABREVIATURAS

CCS= Contagem de Células Somáticas

CMS= Consumo de Matéria Seca

ECS= Escore de Células Somáticas

F1= $\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey

FC= Frequência cardíaca

FR= Frequência Respiratória

ITU= Índice de Temperatura e Umidade

LCG= Leite corrigido para gordura

LCE= Leite corrigido para energia

MC= Massa corporal

MS= Matéria Seca

NUL= Nitrogênio ureico do leite

OP= Ordem de parto

R1= $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Jersey

RBQL= Rede Brasileira de qualidade do leite

URA= Umidade Relativa do Ar

T= Temperatura

°C= Graus Celsius

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO..... | 25 |
| CAPITULO I..... | 27 |
| 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 27 |
| 1.1. CRUZAMENTO ENTRE RAÇAS LEITEIRAS ESPECIALIZADAS..... | 27 |
| 1.1.1. COMPORTAMENTO INGESTIVO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR..... | 31 |
| 1.2. MONITORAMENTO ELETRÔNICO DO COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS..... | 32 |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 34 |
| CAPITULO II..... | 43 |
| SHORT COMMUNICATION: EVALUATION OF A SYSTEM FOR MONITORING DAIRY COWS RUMINATION IN A GRAZING BASED SYSTEM..... | 43 |
| Short communication: Evaluation of a system for monitoring dairy cows rumination in a grazing based system..... | 44 |
| CAPITULO III..... | 61 |
| INFLUÊNCIA DO GRUPAMENTO GENÉTICO E DAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO, CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS HOLANDÊS E MISTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY EM PASTEJO..... | 61 |
| INFLUÊNCIA DO GRUPAMENTO GENÉTICO E DAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO, CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS HOLANDÊS E MISTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY EM PASTEJO..... | 62 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 88 |

INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda pelo mercado consumidor de leite no Brasil, ocorreu nos últimos anos uma intensificação nos sistemas de produção, acompanhado da inserção de novas tecnologias no mercado que dão suporte e auxiliam o produtor na tomada de decisão (VÁZQUEZ DIOSDADO et al., 2015). Essas tecnologias são chamadas de “pecuária 4.0”, visando aumentar a eficiência produtiva dos rebanhos, a partir do monitoramento individual dos animais (BORCHERS et al., 2016). Esses dispositivos, tais como colares de monitoramento eletrônicos, fornecem dados sobre o comportamento animal, baseando-se nestes para indicar possíveis problemas de saúde e atividades ligadas a reprodução (BENAISSA et al., 2017; MOLFINO et al., 2017).

Anteriormente à tecnificação dos sistemas, o melhoramento genético deu um importante avanço para o aumento da produtividade animal. Inicialmente o rebanho Holandês foi amplamente selecionado para produção leiteira, devido às políticas de pagamento pela produção em volume de leite produzido. Com essa prática, características produtivas e funcionais de grande importância como teores de sólidos e desempenho reprodutivo não foram selecionadas de forma tão intensificada, sendo este problema agravado pela correlação genética negativa desfavorável entre a produção de leite e estas características. Em função desta realidade, diversos estudos foram realizados nos últimos anos visando reduzir esses problemas. Dentre as diversas áreas de pesquisa, a utilização do cruzamento de vacas da raça Holandês com outras raças especializadas na produção de leite, com destaque para a raça Jersey, tem se mostrado como uma ferramenta que pode associar um adequado desempenho produtivo com melhorias no desempenho reprodutivo e de composição do leite em relação à raça Holandês. A utilização da raça Jersey nestes sistemas de cruzamento deve-se principalmente ao seu elevado teor de sólidos e pelo desempenho reprodutivo superior ao da raça Holandês, sanando assim essas deficiências dentro dos rebanhos Holandês, a partir da heterose e complementariedade entre estas raças (LOPEZ-VILLALOBOS; GARRICK; HOLMES; et al., 2000).

A produção leiteira no Brasil tem se tornado cada vez mais especializada, e com a implantação de novas normas de qualidade do leite no país, a partir das Instruções Normativas 76 e 77/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018), tivemos importantes avanços nos últimos anos em termos de qualidade. No entanto, o Brasil por estar situado em uma região tropical e subtropical enfrenta nos períodos mais quentes do ano elevadas temperaturas, causando um impacto negativo na produção de leite, em quantidade e qualidade. Elevadas temperaturas impactam diretamente em diversos mecanismos fisiológicos

e metabólicos que culminam na redução do consumo de matéria seca (CMS) (KADZERE et al., 2002). A partir disso, ocorre uma redução na produção de leite, alterações composicionais e físicas do leite (BERNABUCCI et al., 2010), culminando no descarte do leite pelas indústrias, pela não conformidade da matéria prima, gerando grandes prejuízos a toda a cadeia leiteira.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de um sistema de monitoramento em vacas leiteiras em sistema a pasto, bem como, a observação comportamental em diferentes intervalos. Além disso, objetivamos avaliar a produção, a qualidade físico-química do leite e comportamento ingestivo de vacas Holandês e mestiças F1 e R1 Holandês x Jersey em sistema de pastejo. Objetivamos ainda, avaliar a influência de diferentes classes de índice de temperatura e umidade (ITU) sobre a produção, qualidade físico-química do leite, parâmetros fisiológicos bem como, comportamentos de ruminação e atividade.

CAPITULO I

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. CRUZAMENTO ENTRE RAÇAS LEITEIRAS ESPECIALIZADAS

Por muito tempo a raça Holandês foi amplamente selecionada para produção em volume de leite e características morfológicas, o que de forma indireta reduziu o desempenho em outras características produtivas e funcionais de interesse, como teor de sólidos e desempenho reprodutivo, já que possui correlação genética contrária a estas (ABE; MASUDA; SUZUKI, 2009). Em contrapartida, a raça Jersey destaca-se por elevados teores de sólidos e bom desempenho reprodutivo. A partir disso, com a utilização desse cruzamento é possível unir em um único indivíduo todas essas características de interesse, através da heterose e complementariedade entre as raças e como benefício adicional, promover uma redução na consanguinidade em nível de rebanhos (LOPEZ-VILLALOBOS; GARRICK; HOLMES; et al., 2000; WEIGEL; BARLASS, 2003).

A consanguinidade é definida como a probabilidade de 2 alelos serem idênticos por descendência comum ocorrendo com o acasalamento de indivíduos aparentados, sendo recomendado que os níveis de consanguinidade dos rebanhos não ultrapassem 6,25% (HANSEN, 2007). A heterose é definida como com a diferença entre o desempenho médio das gerações cruzadas em relação a média das raças puras que deram origem (FALCONER; MACKAY, 1996; GAMA, 2002). Já a complementariedade é um fenômeno no qual consegue-se reunir em um único animal cruzado características das duas raças distintas as quais a originaram (FALCONER; MACKAY, 1996).

A heterose para características produtivas e funcionais em cruzamentos de raças leiteiras especializadas vêm sendo estudada ao longo de algumas décadas. Penasa et al., (2010) citaram que a heterose para a produção de leite atingiu valores de 2,4% a 5,3%. Touchberry, (1969) em um trabalho com cruzamentos entre Holandês e Guernsey obtiveram uma heterose de 11,4% para renda/vaca/ano e 14,9% para renda/vaca/lactação. McAllister et al., (1994) cruzando Holandês e Ayrshire obtiveram heterose de 16,6% para rendimento de leite ao longo da vida produtiva e 20,6% para retorno líquido anual. Sørensen et al., (2008) estimaram que a heterose para cruzamentos entre Holandês e Jersey seja de 10 a 15% para longevidade, 10,1% para taxa de permanência no rebanho e 10% de taxa de prenhez. Foram encontradas uma heterose de 10% para fertilidade no cruzamento entre Holandês e Sueca Vermelha (CLASEN et al., 2020) e 21,2% para mérito econômico (SØRENSEN et al., 2008).

Apesar de haver estudos com cruzamentos, anteriores ao de Lopez-Villalobos et al., (2000a) este trouxe avanços importantes. Em seu trabalho na Nova Zelândia, avaliando a rentabilidade por vaca/ha/ano, os autores encontraram valores de 505, 430 e 398 NZ\$ para mestiças, Jersey e Holandês, respectivamente. A produção em litros por ano foi de 3402, 2706 e 3161, gordura (kg/ano) foi de 154, 147 e 156 e proteína (kg/ano) foi de 121, 107 e 114, para Holandês, Jersey e mestiças, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos por Lopez-Villalobos et al., (2000a), uma série de pesquisas sobre cruzamentos entre raças especializadas começaram a ser desenvolvidos em diversos países. Weigel e Barlass, (2003) em seu estudo nos Estados Unidos, objetivando avaliar as principais vantagens da utilização dos cruzamentos entre Holandês com demais raças especializadas na produção de leite, entrevistaram produtores que utilizavam esses sistemas de cruzamento em suas propriedades. Como principais vantagens os produtores relataram maior longevidade, altas taxas de concepção, aumento nos teores de sólidos no leite, melhorias na saúde e maior rentabilidade do rebanho mestiço. Anderson et al., (2007) compararam vacas mestiças Holandês x Jersey em relação as Holandês puras e observaram uma produção de 5,5 kg de leite/dia a menos, no entanto com teores de sólidos significativamente maiores. Heins et al., (2008), comparando os mesmos grupamentos genéticos em sistema de confinamento obtiveram produção por lactação de 7.147 e 7.705 kg de leite, novamente com maiores teores de sólidos para as mestiças.

Em trabalhos irlandeses com vacas a pasto, comparando Holandês, Jersey e mestiças F1, observou-se produção de 18, 14,2 e 17,1 kg/vaca/dia respectivamente (PRENDIVILLE; PIERCE; BUCKLEY, 2010). Vance et al., (2012) em trabalhos realizados na Inglaterra, comparando mestiças Holandês x Jersey com Holandês em sistema a pasto obtiveram uma produção de 32,5 e 35,6 kg/dia. Em confinamento a produção foi de 42 e 50,1 kg/dia, respectivamente.

Trabalhos realizados no sul do Brasil vêm comparando diferentes grupamentos genéticos. Avaliando a produtividade de vacas Holandês e mestiças Holandês x Jersey em sistema á pasto, Thaler Neto; Rodrigues; Córdova, (2013) obtiveram uma produção de 9509,7 e 8966,0 kg em 305 dias de lactação, para Holandês e mestiças respectivamente. No trabalho de Felipe; Gomes; Thaler Neto, (2017) também em sistema á pasto a produção média diária foi de 24,9 e 23,8 kg, para Holandês e mestiças, respectivamente.

Todos os trabalhos avaliando esse sistema de cruzamento têm demonstrado uma superioridade da raça Holandês em produção de volume de leite. No entanto a produção das vacas mestiças Holandês x Jersey é de aproximadamente 93% da quantidade do leite das vacas

puras Holandês (AULDIST et al., 2007; HEINS; HANSEN; SEYKORA; JOHNSON; et al., 2008; LOPEZ-VILLALOBOS; GARRICK; HOLMES; et al., 2000). Outros estudos têm demonstrado uma menor diferença das mestiças, sendo que no trabalho de Thaler Neto; Rodrigues; Córdova, (2013) foi de 94% e no trabalho de Prendiville; Pierce; Buckley, (2010) foi de 95% em ralação as puras Holandês.

A maior parte dos trabalhos publicados comparam vacas $\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey com puras Holandês e, em alguns trabalhos, puras Jersey. Quando realizado retrocruzamento em animais mestiços, utilizando sêmen de touros Holandês, as vacas $\frac{3}{4}$ Holandês, em condições de produção à base de pastagem na Nova Zelândia, observou-se uma taxa de lotação de 11% menor em relação às mestiças, devido seu maior tamanho corporal e conseqüentemente maior consumo de matéria seca, porém teve um acréscimo de 10% na produção de leite, 8% para produção de gordura e 21% na produção de proteína (LOPEZ-VILLALOBOS; GARRICK; BLAIR; et al., 2000b). No trabalho de Bjelland et al., (2011), acasalando vacas Holandês puras com touros $\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey não provados para produção de leite, obtendo vacas $\frac{3}{4}$ Holandês, a produção total representou cerca de 91% do total da raça Holandês, a qual foi de 11456 e 12645kg/lactação, respectivamente. Felipe; Gomes; Thaler Neto, (2017) em seu trabalho realizado no Sul do Brasil obtiveram uma produção respectiva de 23,8; 24,8 e 24,9 kg/dia para $\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey, $\frac{3}{4}$ Holandês e Holandês, não diferindo entre os grupamento genéticos.

Apesar da produção em volume de leite ser menor para vacas mestiças, estas compensam com um aumento nos teores de sólidos, em especial de gordura. Esse incremento na produção de sólidos se torna vantajoso, tendo em vista, em muitos países o pagamento pelo leite ser com base na produção de sólidos. No Brasil, nos últimos anos, a maioria das indústrias passaram a pagar bonificação pelos maiores teores de sólidos. Dos estudos supracitados os teores de gordura no leite de vacas mestiças superaram as vacas puras Holandês em 0,25 a 0,35 pontos percentuais, enquanto para proteína essa superioridade foi de 0,05 a 0,20 pontos percentuais. Porém, quando se avalia a produção total de gordura durante os 305 dias de lactação, a maioria dos trabalhos não demonstra diferença entre os grupamentos genéticos, conforme visto no trabalho de Heins et al., (2008), no qual obteve uma produção de gordura de 274 vs. 277 kg e proteína 223 vs. 238 kg para mestiças e Holandês, respectivamente. Resultado diferente foi encontrado no trabalho de Thaler Neto; Rodrigues; Córdova, (2013) no qual a produção de gordura aos 305 dias foi de 227,24 vs. 242,66 kg ($P < 0,01$), sem diferença para a produção de proteína de 289,20 vs. 288,17 kg ($P > 0,05$), para Holandês e mestiças, respectivamente. A partir disso, quando se avalia a produção de leite corrigida para sólidos as

mestiças se sobressaem em relação as raças puras, conforme visto no trabalho de Prendiville; Pierce; Buckley, (2009) no qual as mestiças tiveram uma produção de 17,5 kg/vaca/dia, em relação as Holandês 16,9 kg/vaca/dia e Jersey 15,7 kg/vaca/dia.

Quanto às características físicas do leite a literatura ainda é bastante limitada quando comparando os dois grupamentos genéticos. No trabalho de Pelizza, (2015) comparando vacas mestiças Holandês x Jersey em relação as puras Holandês nas três primeiras semanas de lactação encontraram valores de pH do leite de 6,63 e 6,61, acidez titulável 17,5 e 17,44 e estabilidade ao teste do álcool 73,36 e 74,68 para Holandês e mestiças, respectivamente, sendo que todos parâmetros estavam dentro do que é proposto pela legislação vigente (BRASIL, 2019).

No que se refere a qualidade do leite, a contagem de células somáticas (CCS) tem um impacto muito significativo, sendo responsável por redução principalmente nos teores de lactose do leite (ALESSIO et al., 2016), diminuição da produção de leite (GONÇALVES et al., 2018), além de diversas outras alterações que acarretam em grandes prejuízos em nível de propriedade e indústria. Em relação ao escore de células somáticas (ECS) e incidência de mastite, Heins et al., (2011) não observaram diferença entre mestiças e Holandês. Já no trabalho de Vance et al., (2012) na Inglaterra, vacas mestiças obtiveram maior ECS em relação as puras Holandês, porém com menor incidência de mastite clínica. Prendiville; Pierce; Buckley, (2010) observaram maior média de CCS para mestiças (132) intermediário para Jersey (119) e menor para Holandês (114), porém com menor incidência de mastite clínica para as mesmas (14,1%) em relação as Holandês (16,5%) e Jersey (17,6%). O trabalho de Dal Pizzol et al., (2017) mostrou resultados diferentes, na qual, as vacas mestiças obtiveram uma menor média de ECS (2,48) em relação as puras Holandês (3,74) durante todas as lactações avaliadas. Apesar de haver uma certa superioridade das mestiças em relação as Holandês para os casos clínicos de mastite, não existe evidência científica dessa maior resistência. Os trabalhos de Bannerman, et al., (2008a,b) comparam vacas Holandês e Jersey em quadros clínicos de infecção por *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, não observando diferença entre os grupamentos genéticos, na resposta imune frente ao quadro clínico. Da mesma forma, no trabalho de Sewalem et al., (2006), as vacas Jersey apresentaram CCS maior que vacas Holandês, porém o risco de abate por alta CCS não diferiu entre ambas raças. A maior CCS das vacas mestiças observada em alguns trabalhos pode ser justificada por características morfológicas da glândula mamária, na qual vacas mestiças apresentam maior profundidade de úbere (8,61 e 5,45 cm) e maior *udder clearance* (62,17 e 56,53 cm) em relação as vacas Holandês, sendo estes fatores predisponentes (PARIZZOTO FILHO et al., 2017).

Esses resultados demonstram que a utilização de cruzamentos entre raças especializadas, em especial Holandês e Jersey, em fazendas comerciais pode ser uma opção para melhorar a rentabilidade em função de melhorias nos teores de sólidos no leite, saúde da glândula mamária, fertilidade e longevidade. No entanto, mais estudos precisam ser realizados avaliando a adaptação e comportamento desses animais nas condições subtropicais, no intuito de auxiliar técnicos e produtores na tomada de decisão na implantação de programas de cruzamento, bem como medidas de manejo desses animais.

1.1.1. COMPORTAMENTO INGESTIVO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR

A eficiência alimentar tem sido utilizada como forma de avaliar a habilidade do animal em converter a energia consumida em produtos, neste caso, em leite (VANSAUN; WHITE, 2018). Essa eficiência pode variar entre diferentes raças, podendo ser maior para produção em volume de leite ou para sólidos (LENGERT, 2016). Avaliando o consumo de matéria seca e eficiência alimentar em sistema a pasto, Prendiville; Pierce; Buckley, (2009) observaram que as vacas Holandês obtiveram um consumo de matéria seca total maior do que as Jersey, sem diferença para mestiças (16,9, 14,7 e 16,2 kg de MS/dia, respectivamente), porém quando avaliado em relação aos 100 kg de peso vivo, as vacas Jersey tiveram um consumo maior, intermediário para mestiças e menor para Holandês (3,99, 3,63 e 3,39 kg de MS, respectivamente). Além disso vacas Jersey e mestiças obtiveram maior eficiência alimentar para produção de sólidos do leite por 100 kg de peso corporal e produção de sólidos por kg de matéria seca ingerida, em relação as vacas Holandês. Um estudo avaliando o consumo de matéria seca (CMS) e a eficiência alimentar de vacas confinadas no período de transição demonstrou que o CMS total das vacas Holandês é maior (20,9 kg de MS) em relação as mestiças ½ Holandês x Jersey (18,22 kg de MS), porém em relação ao % de peso vivo não houve diferença entre Holandês (3,68%) e mestiças (3,73%), da mesma forma que não houve efeito de grupamento genético para eficiência alimentar, em kg de matéria seca por litro de leite produzido, no entanto as vacas mestiças foram mais eficientes para produção de gordura por kg de MS consumida (LENGERT, 2016).

Comparando vacas Jersey e Holandês quanto ao CMS, comportamento ingestivo e digestibilidade em confinamento, Aikman; Reynolds; Beever, (2008) observaram que vacas Jersey tiveram maior consumo em relação ao peso vivo, com refeições mais uniformes ao longo do dia, taxa de passagem do alimento mais rápida, atribuída a menor tamanho corporal e consequentemente menor trato digestivo, e apresentaram maior digestibilidade da fibra em

detergente neutro, sendo está relacionada a maior tempo de ruminação por kg de matéria seca ingerida. Neste mesmo trabalho vacas Holandês passaram 8 a 10,4 horas por dia ruminando enquanto vacas Jersey 7,4 a 9 horas por dia. No trabalho de Lengert, (2016) com vacas confinadas, as vacas mestiças tiveram uma tendência de passar mais tempo se alimentando em relação as vacas Holandês (314,6 vs. 279,2 min, respectivamente), no entanto a velocidade de ingestão foi maior para vacas Holandês do que mestiças (17,9 vs. 14,81 min/kg/MS ingerida, respectivamente) estando relacionado ao maior tamanho corporal e conseqüentemente maior tamanho de bocado. No entanto o tempo destinado a ruminação não diferiu entre os grupamentos genéticos

Em um estudo realizado por Beecher et al., (2014), avaliando tamanho do trato gastrointestinal (TGI), digestibilidade, perfil microbiológico ruminal e CMS em vacas Holandês, Jersey e mestiças Holandês x Jersey, encontraram um maior peso total de TGI para vacas Holandês, porém em relação ao peso corporal foi maior para Jersey e mestiças. O CMS em relação ao peso vivo tendeu a ser maior para as vacas Jersey, intermediário para as mestiças e menor para as Holandês, sem diferença para a produção diária de sólidos no leite. Porém maior eficiência na produção de sólidos para as vacas Jersey. Quanto à digestibilidade da matéria seca, foi maior em vacas Jersey quando comparada a vacas Holandês, segundo os autores podendo estar relacionada a diferente microbiota ruminal das vacas Jersey.

No trabalho de Vance et al., (2012), comparando vacas Holandês com mestiças em relação ao consumo de forragem obtiveram valores similares (16,1 e 16,3 kg/MS vaca dia, respectivamente). Em estudo similar, Vance et al., (2010) avaliando o CMS em pastejo não observaram diferença entre Holandês e mestiças Holandês x Jersey (17,0 e 16,3 kg/vaca/dia, respectivamente). Em relação ao comportamento ingestivo, vacas mestiças permaneceram mais tempo em pastejo, com menor frequência de pastejo.

1.2. MONITORAMENTO ELETRÔNICO DO COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS

Nos últimos anos diversos dispositivos têm sido desenvolvidos para monitoramento remoto em animais de produção (VÁZQUEZ DIOSDADO et al., 2015), com intuito de melhorar o manejo dos animais individualmente e da propriedade, aumentando a eficiência produtiva do rebanho (BORCHERS et al., 2016). Essas tecnologias têm monitorado comportamento, sendo principalmente atividade, ruminação e ócio (MOLFINO et al., 2017). A partir de informações sobre mudanças comportamentais, obtém-se indicadores sobre nutrição, saúde, desconforto e atividade reprodutiva, sendo a ruminação o principal comportamento

levado em consideração (BENAISSA et al., 2017; MOLFINO et al., 2017).

A ruminação é um processo essencial na fisiologia digestiva dos ruminantes (REITER et al., 2018), caracterizado pela regurgitação, mastigação, salivação e redeglutição do bolo alimentar, promovendo a redução no tamanho da partícula dos alimentos, auxiliando na digestão da fibra (SCHIRMANN et al., 2009; VÁZQUEZ DIOSDADO et al., 2015). O número de ruminações e mastigações por bolo alimentar está associado a fatores nutricionais como a digestibilidade, consumo e teor de fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos (SCHIRMANN et al., 2009). No entanto, a ruminação pode ser influenciada por fatores ambientais e fisiológicos, os quais também refletem no consumo de alimentos (REITER et al., 2018). O aumento no tempo de ruminação é associado com maior produção de saliva, aumentando o pH ruminal, melhorando a saúde ruminal (REITER et al., 2018; SCHIRMANN et al., 2009), enquanto a diminuição é interpretada como indicador de estresses, doença (SCHIRMANN et al., 2009), manifestação de estro ou no momento do parto (REITER et al., 2018).

Outro comportamento bastante importante levado em consideração na determinação de indicadores reprodutivos ou de saúde, é a atividade. Vacas que permanecem por muito tempo sem movimentação podem indicar conforto e bem-estar ou alguma mudança na saúde (BORCHERS et al., 2016). No entanto, aumentos de atividade podem ser indicativos de algum desconforto e estresse (BENAISSA et al., 2017), bem como manifestação de estro ou no momento do parto (REITER et al., 2018; VÁZQUEZ DIOSDADO et al., 2015; PHAL et al., 2015). Porém, mudanças acentuadas de comportamento ou até mesmo em relação aos dias anteriores podem ser usados para identificar essas condições específicas de cio ou algum desconforto. Além disso, os comportamentos de atividade e ruminação são utilizados sinergicamente para prever com maior precisão e confiabilidade informações sobre as vacas (REITER et al., 2018).

Tradicionalmente a observação visual ou até mesmo por vídeo tem sido utilizada como padrão-ouro na avaliação do comportamento das vacas dentro do rebanho e identificar animais com alguma enfermidade ou manifestação de estro (BENAISSA et al., 2017; BURFEIND et al., 2011). No entanto essa prática demanda muito tempo e mão de obra qualificada (BURFEIND et al., 2011; SCHIRMANN et al., 2009). A partir disso, diferentes sensores têm sido desenvolvidos para o monitoramento do comportamento de vacas leiteiras, os quais em diversos estudos em sistemas de confinamento (BENAISSA et al., 2017; MARTISKAINEN et al., 2009; REITER et al., 2018; SCHIRMANN et al., 2009, 2012) e em sistema a pasto (ELISCHER et al., 2013; GONZÁLEZ et al., 2015; KAMPHUIS et al., 2012) tem demonstrado

ser eficaz, substituindo os métodos de observação visual. Além disso, trazem a vantagem de ter um monitoramento em tempo real e contínuo desses comportamentos, com armazenamento dos dados coletados (BORCHERS et al., 2016).

Nos estudos com sensores de movimentação e ruminação todas as vacas avaliadas recebem um colar cervical, no qual é acoplado um dispositivo, tal como o Hi-Tag (SCR, da Allflex®). O dispositivo contém um microfone que diferencia e capta os sons da regurgitação e redeglutição, contabilizando o tempo em que o bolo alimentar permaneceu na boca do animal sendo ruminado. A diferença de tempo entre a regurgitação e a redeglutição é contabilizada como tempo de ruminação, apenas quando esse período é superior a 30 segundos (BURFEIND et al., 2011; SCHIRMANN et al., 2009). Já a atividade é determinada por um acelerômetro de três eixos (RAHMAN et al., 2016). Cada um dos eixos é um sensor que captam a movimentação em uma determinada direção, através da mudança na aceleração. O eixo X, capta movimentos laterais para direita e esquerda, o eixo Y, capta a movimentação para frente e para trás e o eixo Z, movimentos de rotação lateral do pescoço (VÁZQUEZ DIOSDADO et al., 2015). Com base nos dados de ruminação e atividade são fornecidos indicadores de saúde e de atividade reprodutiva. Para os indicadores de saúde são levados em consideração uma diminuição do tempo de ruminação e de atividade, já indicadores de estro e/ou parto são baseados no aumento da atividade e diminuição da ruminação, sendo comprovada essa relação no estudo de (REITER et al., 2018; SCHIRMANN et al., 2009).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, H.; MASUDA, Y.; SUZUKI, M. Relationships between reproductive traits of heifers and cows and yield traits for Holsteins in Japan. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 8, p. 4055–4062, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1896>>.

ABENI, F.; GALLI, A. Monitoring cow activity and rumination time for an early detection of heat stress in dairy cow. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, n. 3, p. 417–425, 2017.

AHLBORN-BREIER, G.; HOHENBOKEN, W. D. Additive and Nonadditive Genetic Effects on Milk Production in Dairy Cattle: Evidence for Major Individual Heterosis. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 2, p. 592–602, 1991. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78206-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78206-4)>.

AIKMAN, P. C.; REYNOLDS, C. K.; BEEVER, D. E. Diet digestibility, rate of passage, and eating and rumination behavior of Jersey and Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 3, p. 1103–1114, 2008.

ALESSIO, D. R. M. et al. Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows1. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2641–2652, 2016.

- ANDERSON, T. et al. C Lactating S : Performance of Jersey and Jersey- Holstein Crossbred Versus Holstein Cows in a Wisconsin Confinement Dairy Herd. **The Professional Animal Scientist**, v. 23, n. 5, p. 541–545, 2007. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1532/S1080-7446\(15\)31017-2](http://dx.doi.org/10.1532/S1080-7446(15)31017-2)>.
- AULDIST, M. J. et al. Comparative Reproductive Performance and Early Lactation Productivity of Jersey × Holstein Cows in Predominantly Holstein Herds in a Pasture-Based Dairying System. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 10, p. 4856–4862, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-869>>.
- BANNERMAN, D. D. et al. Comparison of Holstein and Jersey innate immune responses to Escherichia coli intramammary infection. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 6, p. 2225–2235, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1013>>.
- BANNERMAN, Douglas D. et al. Evaluation of breed-dependent differences in the innate immune responses of Holstein and Jersey cows to Staphylococcus aureus intramammary infection. **Journal of Dairy Research**, v. 75, n. 3, p. 291–301, 2008.
- BEECHER, M. et al. Gastrointestinal tract size, total-tract digestibility, and rumen microflora in different dairy cow genotypes. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 6, p. 3906–3917, 2014.
- BENAISSA, S. et al. On the use of on-cow accelerometers for the classification of behaviours in dairy barns. **Research in Veterinary Science**, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.10.005>>.
- BERNABUCCI, U. et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167–1183, 2010.
- BERTOCCHI, L. et al. Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. **Animal**, v. 8, n. 4, p. 667–674, 2014.
- BJELLAND, D. W. et al. Production , reproduction , health , and growth traits in backcross Holstein × Jersey cows and their Holstein contemporaries 1. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 5194–5203, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4300>>.
- BORCHERS, M. R. et al. A validation of technologies monitoring dairy cow feeding, ruminating, and lying behaviors. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 9, p. 7458–7466, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10843>>.
- BOURAOUI, R. et al. TECHNICAL NOTE : DESIGN OF A LARGE VARIABLE TEMPERATURE CHAMBER FOR HEAT STRESS STUDIES IN RABBITS Rabbit meat production has traditionally been typical of Mediterranean countries located in. **Anim. Res.**, v. 51, n. June, p. 479–491, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 76 e 77 de 30 de novembro de 2018. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/11/2018&jornal=515&pagina=9&totalArquivos=318> e <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/11/2018&jornal=515&pagina=10&totalArquivos=318>.
- BURFEIND, O. et al. Technical note: Evaluation of a system for monitoring rumination in heifers and calves. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 1, p. 426–430, 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030210007101>>.

CLASEN, J. B. et al. Economic consequences of dairy crossbreeding in conventional and organic herds in Sweden. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 1, p. 514–528, 2020.

COLLIER, R. J.; RENQUIST, B. J.; XIAO, Y. A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10367–10380, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13676>>.

DAL PIZZOL, J. G. et al. Comparação entre vacas puras Holandês e mestiças Holandês x Jersey quanto à sanidade, imunidade e facilidade de parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 4, p. 955–961, 2017.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 709–715, 1999.

DE VASCONCELOS, A. M. et al. Adaptive profile of dairy cows in a tropical region. **International Journal of Biometeorology**, 2019.

ELISCHER, M. F. et al. Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6412–6422, 2013.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. Introduction to quantitative genetics. Fourth Edition, Logman, 1996.

FELIPPE, E. W.; GOMES, I. P. D. O.; THALER NETO, A. Comparação de vacas mestiças Holandês x Jersey com vacas puras quanto à eficiência produtiva e reprodutiva. **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 2, p. 48–54, 2017.

FERGUSON, J. D.; GALLIGAN, D. T.; THOMSEN, N. Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 9, p. 2695–2703, 1994. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)>.

FILHO, R. P. et al. Características de tipo e condição corporal em vacas Holandês E mestiças Holandês X Jersey. **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 2, p. 55–65, 2017.

GAMA, L. T.. Melhoramento Genético Animal. Escolar Editora. 2002.

GANAIÉ, A. H. et al. Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines. **Journal of Veterinary Science and Technology**, v. 4, n. 1, p. 423–430, 2013.

GANTNER, V. et al. Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. **Mljekarstvo**, v. 61, n. 1, p. 56–63, 2011.

GÓMEZ, Y. et al. Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. **Journal of Dairy Science**, p. 1–9, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11589>>.

GONÇALVES, J. I et al. Milk losses associated with somatic cell counts by parity and stage of lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4357–4366, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13286>>.

GONZÁLEZ, L. A. et al. Behavioral classification of data from collars containing motion sensors in grazing cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 110, p. 91–102, 2015.

GORNIÁK, T. et al. Impact of mild heat stress on dry matter intake, milk yield and milk composition in mid-lactation Holstein dairy cows in a temperate climate. **Archives of Animal**

Nutrition, v. 68, n. 5, p. 358–369, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/1745039X.2014.950451>>.

GREGORINI, P. et al. Restricting time at pasture: Effects on dairy cow herbage intake, foraging behavior, hunger-related hormones, and metabolite concentration during the first grazing session. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 9, p. 4572–4580, 2009.

HEINS, B. J.; HANSEN, L. B.; SEYKORA, A. J.; JOHNSON, D. G.; et al. Crossbreds of Jersey×Holstein Compared with Pure Holsteins for Production, Fertility, and Body and Udder Measurements During First Lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 3, p. 1270–1278, 2008. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030208713857>>.

HEINS, B. J.; HANSEN, L. B.; SEYKORA, A. J.; HAZEL, A. R.; et al. Crossbreds of Jersey x 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. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3716–3722, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1094>>.

HEINS, B. J. et al. Short communication: Jersey × Holstein crossbreds compared with pure Holsteins for production, mastitis, and body measurements during the first 3 lactations. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 1, p. 501–506, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3232>>.

JENSEN, H. B. et al. Distinct composition of bovine milk from Jersey and Holstein-Friesian cows with good, poor, or noncoagulation properties as reflected in protein genetic variants and isoforms. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 12, p. 6905–6917, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5675>>.

KADZERE, C. T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: A review. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 1, p. 59–91, 2002.

KAMPHUIS, C. et al. Field evaluation of 2 collar-mounted activity meters for detecting cows in estrus on a large pasture-grazed dairy farm. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 6, p. 3045–3056, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4934>>.

KÖNYVES, T. et al. Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of holstein-frisian cows in different year seasons. **Thai Journal of Veterinary Medicine**, v. 47, n. 1, p. 15–23, 2017.

KVIDERA, S. K. et al. Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 2360–2374, 2017.

LENGERT, A. H. **Perfil hemogasométrico, comportamento ingestivo e eficiência alimentar de vacas Holandês versus mestiças Holandês-Jersey no periparto**. 2016. 77 f. 2016.

LIN, S. xin et al. Effects of stocking density on oxidative stress status and mammary gland permeability in early lactating dairy cows. **Animal Science Journal**, v. 90, n. 7, p. 894–902, 2019.

LOPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D. J.; BLAIR, H. T.; et al. Possible effects of 25 years of selection and crossbreeding on the genetic merit and productivity of New Zealand dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 154–163, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74866-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74866-1)>.

LOPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D. J.; HOLMES, C. W.; et al. Profitabilities of some

mating systems for dairy herds in New Zealand. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 144–153, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74865-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74865-X)>.

MACHADO, S. C. et al. Seasonal variation, method of determination of bovine milk stability, and its relation with physical, chemical, and sanitary characteristics of raw milk. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 4, p. 340–347, 2017.

MARÉCHAL, C. Le et al. Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products-A review. **Dairy Science and Technology**, v. 91, n. 3, p. 247–282, 2011.

MARQUES, L. et al. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (lina) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. **Revista brasileira de agrociencia**, v. 13, n. 1, p. 91–97, 2007.

MARTELLO, L. S. et al. Alternative body sites for heat stress measurement in milking cows under tropical conditions and their relationship to the thermal discomfort of the animals. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, n. 6, p. 647–652, 2010.

MARTISKAINEN, P. et al. Cow behaviour pattern recognition using a three-dimensional accelerometer and support vector machines. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 119, n. 1–2, p. 32–38, 2009.

MCALLISTER, A. J. et al. The Influence of Additive and Nonadditive Gene Action on Lifetime Yields and Profitability of Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 8, p. 2400–2414, 1994.

MIGLIOR, F. et al. Genetic analysis of milk urea nitrogen and lactose and their relationships with other production traits in Canadian holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 5, p. 2468–2479, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-487>>.

MIN, L. et al. Long-term heat stress induces the inflammatory response in dairy cows revealed by plasma proteome analysis. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 471, n. 2, p. 296–302, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.01.185>>.

MITLÖHNER, F. M. et al. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1189–1193, 2001.

MOALLEM, U. et al. Performance of high-yielding dairy cows supplemented with fat or concentrate under hot and humid climates. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 7, p. 3192–3202, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2979>>.

MOLFINO, J. et al. Evaluation of an activity and rumination monitor in dairy cattle grazing two types of forages. **Animal Production Science**, v. 57, n. 7, p. 1557–1562, 2017.

MORETTI, R. et al. Heat stress effects on Holstein dairy cows' rumination. **Animal**, v. 11, n. 12, p. 2320–2325, 2017.

MULLER, C. J. C.; BOTHA, J. A. Effect of summer climatic conditions on different heat tolerance indicators in primiparous Friesian and Jersey cows. **South African Journal of Animal Science**, v. 23, n. 3–4, p. 98–103, 1993. Disponível em: <<https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/138482>>.

NARDONE, A. et al. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, n. 1–3, p. 57–69, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>>.

OLIVEIRA, D. S.; TIMM, C. D. Composição do leite com instabilidade da caseína. **Ciencia e**

Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 2, p. 259–263, 2006.

PAHL, C. et al. Feeding characteristics and rumination time of dairy cows around estrus. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 148–154, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8025>>.

PELIZZA, A. Características De Produção E Composição Do Leite E Do Perfil Metabólico De Vacas Da Raça Holandês E Mestiças Holandês X Jersey No Período Do Periparto. **Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina; Lages**, p. 1–126, 2015.

PENASA, M. et al. Heterosis effects in a black and white dairy cattle population under different production environments. **Livestock Science**, v. 131, n° 1, p. 52–57, 2010.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 8645–8657, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-12651>>.

PRENDIVILLE, R. et al. Comparative grazing behavior of lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows and its association with intake capacity and production efficiency. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 764–774, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2659>>.

PRENDIVILLE, R. et al. Serum Proteins , Hemoglobins and Erythrocyte Enzymes of Brazilian Cayapo Indians Author (s): F . M . Salzano , J . V . Neel , L . R . Weitkamp and J . P . Woodall Published by : Wayne State University Press Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/4146>. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 44, n. 3, p. 443–458, 2011.

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F 1 cross with regard to milk yield , somatic cell score , mastitis , and milking characteristics under grazing conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 6, p. 2741–2750, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2791>>.

PRENDIVILLE, R. et al. An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein-Friesian , Jersey , and Jersey × Holstein-Friesian cows at pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 6176–6185, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2292>>.

QIAO, F. et al. Kinetics of glucose transport and sequestration in lactating bovine mammary glands measured in vivo with a paired indicator/nutrient dilution technique. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 799–806, 2005.

RAHMAN, A. et al. A comparison of autoencoder and statistical features for cattle behaviour classification. **Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks**, v. 2016- Octob, p. 2954–2960, 2016.

REITER, S. et al. Evaluation of an ear-tag-based accelerometer for monitoring rumination in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 4, p. 3398–3411, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-12686>>.

ROBERTO PARIZOTTO FILHO, R. et al. Archives of Veterinary Science. **Archieves of Veterinary Science**, v. 22, n. 2, p. 33–43, 2017.

SANZ FERNANDEZ, M. V. et al. Heat stress increases insulin sensitivity in pigs. **Physiological Reports**, v. 3, n. 8, p. 1–12, 2015.

SCHIRMANN, K. et al. Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in

Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 6, p. 3212–3217, 2012. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212002950>>.

SCHIRMANN, K. et al. Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 6052–6055, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2361>>.

SCHÜTZ, K. E.; COX, N. R.; MATTHEWS, L. R. How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 114, n. 3–4, p. 307–318, 2008.

SEWALEM, A. et al. Analysis of the relationship between somatic cell score and functional longevity in Canadian dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 9, p. 3609–3614, 2006. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72400-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72400-6)>.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1–2, p. 1–18, 2000.

SILVA, R. R. et al. Efeito Da Utilização De Três Intervalos De Observações Sobre a Precisão Dos Resultados Obtidos No Estudo Do Comportamento Ingestivo De Vacas Leiteiras Em Pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 319–326, 2008.

SØRENSEN, M. K. et al. **Invited review: Crossbreeding in dairy cattle: A Danish perspective.** **Journal of Dairy Science**. [S.l.]: Elsevier. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1273>>. , 2008

SORIANI, N.; PANELLA, G.; CALAMARI, L. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5082–5094, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6620>>.

SPIERS, D. E. et al. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. **Journal of Thermal Biology**, v. 29, n. 7- 8 SPEC. ISS., p. 759–764, 2004.

STONE, A. E. et al. Influence of breed, milk yield, and temperature-humidity index on dairy cow lying time, neck activity, reticulorumen temperature, and rumination behavior. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 2395–2403, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11607>>.

STUMPF, M. T. et al. Severe feed restriction increases permeability of mammary gland cell tight junctions and reduces ethanol stability of milk. **Animal**, v. 7, n. 7, p. 1137–1142, 2013.

TAO, S. et al. Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function 1. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 6, p. 5642–5654, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13727>>.

TAPKI, I.; ŞAHİN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99, n. 1–2, p. 1–11, 2006.

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

THOM, E. C. The Discomfort Index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57–61, 1959.

TOUCHBERRY, R. W. Crossbreeding Effects in Dairy Cattle : The Illinois Experiment , 1949

to 1969 1. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 2, p. 640–667, 1969. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77801-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77801-1)>.

VANCE, E. R.; FERRIS, C. P.; ELLIOTT, C. T.; KILPATRICK, D. J. A comparison of the feeding and grazing behaviour of primiparous Holstein-Friesian and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows. p. 45–61, 2012.

VANCE, E. R. et al. Comparison of the performance of Holstein-Friesian and Jersey × Holstein-Friesian crossbred dairy cows within three contrasting grassland-based systems of milk production. **Livestock Science**, v. 151, n. 1, p. 66–79, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.10.011>>.

VANCE, E. R.; FERRIS, C. P.; ELLIOTT, C. T.; MCGETTRICK, S. A.; et al. Food intake, milk production, and tissue changes of Holstein-Friesian and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-input total confinement system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1527–1544, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4410>>.

VANCE, E. R. et al. Food intake and feeding behaviour of Holstein-Friesian and Jersey × Holstein-Friesian crossbred dairy cows. **Advances in Animal Biosciences**, v. 1, n. 1, p. 141–141, 2010.

VANRADEN, P. M.; SANDERS, A. H. Economic merit of crossbred and purebred US dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 3, p. 1036–1044, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73687-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73687-X)>.

VANSAUN, R.; WHITE, R. **Feed efficiency in lactating cows and relationship to income over feed costs**. . [S.l.: s.n.]. , 2018

VÁZQUEZ DIOSDADO, J. A. et al. Classification of behaviour in housed dairy cows using an accelerometer-based activity monitoring system. **Animal Biotelemetry**, v. 3, n. 1, p. 1–14, 2015a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s40317-015-0045-8>>.

WEIGEL, K. A.; BARLASS, K. A. Results of a Producer Survey Regarding Crossbreeding on US Dairy Farms. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 12, p. 4148–4154, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74029-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74029-6)>.

WENG, X. et al. Effects of heat stress and dietary zinc source on performance and mammary epithelial integrity of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 2617–2630, 2018.

WHEELOCK, J. B. et al. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 644–655, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2295>>.

ZANIN, E.; HENRIQUE, D. S.; FLUCK, A. C. Avaliação de equações para estimar o consumo de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 18, n. 1, p. 76–88, 2017.

ZIMBELMAN, R. B. et al. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. **Proceedings of the ...**, p. 158–169, 2009. Disponível em: <http://animal.cals.arizona.edu/swnmc/Proceedings/2009/14Collier_09.pdf>.

CAPITULO II

Artigo submetido na revista Livestock Science no dia 08/04/2020

SHORT COMMUNICATION: EVALUATION OF A SYSTEM FOR MONITORING DAIRY COWS RUMINATION IN A GRAZING BASED SYSTEM

**Short communication: Evaluation of a system for monitoring dairy cows
rumination in a grazing based system**

Roberto Kappes^{A*}, Deise Aline Knob^A, Angelica Leticia Scheid^A, Daniella Thais de Castro Bessani^A, Luís Henrique Schaitz^A, Laiz Perazzoli^A, Dileta Regina Moro Alessio^B, André Thaler Neto^A

^A Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - Centro de Ciências Agroveterinárias - Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, Lages – SC. Brasil.

^B Centro Universitário Leonardo da Vinci, Indaial, Santa Catarina, Brasil.

* Corresponding author: Roberto Kappes, e-mail: roberto_kappes2.8@hotmail.com

Abstract: Several devices have been developed in the last years with the objective of continuous monitoring of rumination behavior, thus being able to predict diseases or discomfort of dairy cows, for example. We aimed to compare the data generated by the SCR by Allflex rumination monitoring system and the ones generated from direct visual observations of dairy cows in a pasture system. We also evaluated different time intervals, every 5, 10, 15 or 20 minutes. Twelve lactating cows were observed over a daily period of 16 hours for 11 days. The data provided by HealthyCow24[®] software were compared with visual observations, using these as a reference. Pearson correlation and linear regression were performed using the SAS software. Rumination data estimated by HealthyCow24[®] software and visual observations of rumination time were highly correlated (0.81), with a coefficient of determination of 0.6568 ($P < 0,0001$), and an average of rumination time over the 16-hour daily evaluation period of 263.2 and 266.9 minutes, respectively. The different time intervals between evaluation,

especially at 10 and 15 minutes, are correlated with the determined by the electronic rumination monitoring system or to the 5 minutes interval. An electronic monitoring system is an accurate tool for determining rumination behavior for dairy cows in pasture systems. Visual direct observations with intervals no longer than 15 minutes are sufficient to evaluate cows' behavior without loss of data accuracy.

Key-words: activity time, feeding time, HealthyCow24[®], Idle.

Introduction

Visual or video observations have been used as the gold standard for determining animal behavior (Elischer et al., 2013). This practice requires time and qualified labor and also, usually, it does not cover all animals in the herd and is not carried out continuously (Burfeind et al., 2011; Schirmann et al., 2009). In dairy farms, it can be used to detect animals in estrus or with some disease (Benaissa et al., 2017; Burfeind et al., 2011). In the research area, it is important to measure, mainly, the ingestive behavior (Schirmann et al., 2009; Volpi et al., 2018). The use of longer observation intervals is an alternative to reduce the observation time and labor, but it also reduces the accuracy of the data (Mitlöhner et al., 2001).

Different sensors have been developed for the constant ingestive behavior monitoring of dairy cows, proving to be effective in confinement systems (Benaissa et al., 2017; Martiskainen et al., 2009; Reiter et al., 2018; Schirmann et al., 2012, 2009) and pasture system (Elischer et al., 2013; González et al., 2015; Kamphuis et al., 2012). In pasture systems, ingestive behavior also allows predicting nutritional conditions related to forage (Melo et al., 2016). Rumination is the main behavior considered as an indicator of health, well-being and reproductive activity of cows (Reiter et al., 2018; Schirmann et al., 2009), in which subtle changes are considered for the diagnosis of these situations (Elischer et al., 2013).

The objective of this research was to evaluate the rumination time by an electronic monitoring system from SCR by Allflex using commercially available cervical collars. Compare them with direct visual observations of the behavior of rumination of dairy cows in pasture-based systems. Determine whether different intervals for recording each behavior by direct visual observations are correlated with each other and with the electronic monitoring system. This study hypothesizes that the values obtained by visual observation are close to the values obtained by the HealthyCow24[®] software (SCR by Allflex), demonstrating that this electronic monitoring device is also efficient in systems based on pastures.

Materials and methods

The research was carried out in the dairy cattle unit of the University of Santa Catarina State (UDESC - CAV), located in the city of Lages – SC, Brazil (latitude–27°48'58", longitude 50°19'34", an altitude of 950 meters above the sea level). The ethical committee of the same university approved all the procedures with the animals under protocol number 9139070619. For the research we used 12 lactating cows, each of them had a monitoring neck collar (Heatime[®], SCR/Allflex). The average milk yield was $24.7 \pm 4,7$ kg/milk/day, and the average days in milk of the cows used in the research was 138 ± 88 days. Cows were kept in a pasture-based system with concentrate supplementation, being the base of the feeding a mixed pasture of millet (*Pennisetum americanum*), sorghum (*Sorghum bicolor*) and sudangrass (*Sorghum sudanense*). Cows also received 6 kg/cow/day of concentrate (70% ground corn, 25% soybean meal, 5% mineral mix). Milking of the cows took place 2 times a day, the first one at 7:00 am and the second one at 3:00 pm. After having been milked cows received individually the concentrate in the feed parlor and subsequently had access to the pasture. Cows had free access to water 24 hours a day.

All cows had the cervical monitoring neck collar for at least 6 months before the start of the research. Cows were observed during 11 consecutive days, from 6:00 am to 10:00 pm,

totaling 16 uninterrupted hours per day. As HealthyCow24[®] electronic monitoring system software provides the sum of rumination time in a two-hour interval, we also determinate the same evaluation time by visual measurements (8 periods of 2 hours each). Every 5 minutes the behavior of each cow was recorded at the exact moment of observation, without taking into account previous behaviors.

The cows' behaviors recorded were: rumination, activity, feeding (grazing or concentrate intake) and idle. The description of each evaluated behavior was as proposed by Vázquez Diosdado et al. (2015) being that:

Feeding: cows located in the feed parlor or pasture trough, eating food (concentrate or pastures).

Idle: Cows without any activity, lying down or standing (on all four paws).

Activity: cows walking during grazing or just walking between 2 places.

Rumination: cows regurgitating, chewing and/or swallowing the alimentary bolus.

Six independent observers conducted direct visual observations. Observers were trained for two days before the study began to ensure correct and consistent interpretation of cow behavior. During the training, every cow behavior that should be recorded was demonstrated, avoiding mistakes at the time of the observations for the research. Besides the observes training, cows could also be used to the presence of them, which remained at a sufficient distance to avoid interfering with the cow behavior. Each observer takes notes about the behavior of four different cows simultaneously. The same cows were used throughout the observational period. Each day the observer evaluated different cows, avoiding errors caused by the observer. The cows were all kept together in the same pasture. Each cow was identified according to its herd number and the number was also painted on both sides of the thorax and rump area, with specific inks to facilitate the identification at a certain distance.

The spreadsheets in which the behaviors of cows were noted, contained the sequenced times, indicating the respective behavior at each time in a five minutes interval. Before the start of observations, the timers of all observers were synchronized with the same time as HealthyCow24[®], software, avoiding errors in the timing of each behavior.

At the end of the 11 experimental days, the time spent by each behavior was summed over a two hours interval (8 periods during the day, 6:00 to 8:00 a.m., 8:00 to 10:00 a.m. and so subsequently). The intervals were the same used by the HealthyCow24[®] software to provide the electronic rumination data. We performed the sum of the minutes spent ruminating in each period four different times, considering visual observations made every 5, 10, 15 or 20 minutes.

The relations between the variables evaluated by the electronic monitoring system and by the visual direct observations were estimated by Pearson correlation, using the CORR procedure of SAS, as well as for the correlation between the different interval times by direct visual observations. We also performed a regression analysis using the REG procedure.

Results and discussion

In each the two hours periods cows ruminated in average $32,70 \pm 24.30$ or $34,84 \pm 27.79$ minutes when evaluated by electronic device or visual observations in 5 minutes interval (Table 1), with Pearson correlation between these methods of 0.81 ($P < 0.0001$; Table 2) and a linear regression equation of rumination determined electronically = $8,003 + 0,709 * \text{rumination visual observations}$ ($P < 0,0001$; $R^2 = 0.6568$). The model is significant to explain the data variation, and expresses a positive relation, as the rumination time (minutes) determined electronically increase, the rumination time determined by direct visual observations also increased. The Pearson correlation value was very similar to the one reported by Molfino et al. (2017), who also made an evaluation in a pasture system and found a correlation of 0.80, but Smith et al. (2016) estimated higher correlation (0.87). Other researches, evaluating electronic rumination monitoring systems but with cows kept in confinement systems found higher correlation values

than the ones found in our research, 0.86 (Martiskainen et al., 2009), 0.93 (Schirmann et al., 2009) and 0.99 (Reiter et al., 2018). This higher correlation can be related to the methods used in these researches to evaluate the visual rumination time. They determine the exact time that the alimentary bolus remained in the mouth been chewed, so the total rumination time was determined exactly, with the use of timers. In our research, we determined the cow behavior every five minutes and then sum the results, method that is usually used in researches on dairy cows' behavior in pasture-based systems, which can be less precise because the exact time of rumination is not available.

The correlation between rumination determined electronically and visual observation of activity + feeding (grazing) was negatively charged (-0.56), but highly significant ($P < 0.0001$), contrary to each other, because while the animal is ruminating, it is not performing another activity simultaneously (Schirmann et al., 2012).

In the first period evaluated, from 6 am to 8 am, the cows had an average rumination time of approximately 50 minutes, in both evaluation methods (Figure 1). In a part of this period, around 7 am, the first milking of the day took place, which affects the behavior of cows, reducing the rumination time (Gómez et al., 2017). In the next period (8 to 10 am) the rumination time decreased, considering that at this time cows had already finished milking and receive concentrate supplementation in the feed parlor. After eating the concentrate they returned to the pasture and as natural behavior, they are starting grazing, remaining to graze until around the end of the third period (10 to 12 am).

In period 4 (12 am to 2 pm), cows increase rumination time (around 50 minutes) compared to the previous period. It is the hottest time of the day, and so cows reduce grazing activity, remaining in the shade ruminating. In the following period (2 to 4 pm) there was a reduction in rumination time again (around 35 minutes). At this period the second milking of the day was performed, with subsequent concentrate supplementation in the feed parlor. This

lower rumination time lasted in the two subsequent periods since after have been milked is the period in which the animals have high grazing activity (Damasceno et al., 1999). In the eighth period (8 to 10 pm), the rumination time increased, with an average of more than one hour of rumination time.

During the 16 hours evaluated daily, the visually determined rumination time was 266.9 minutes, while the time registered by the HealthyCow24[®] software was 263.29 minutes. The average daily rumination time (24 hours) determined by the software was 538 minutes, so the cows ruminated 48.9% of the total time in the period from 6 am to 10 pm and 51.1% in 8 hours (10 pm to 6 am). The night time with the highest rumination frequencies (Damasceno et al., 1999), possible because animals prefer the cooler periods of the day to ruminate (Van Soest, 1994; Damasceno et al., 1999).

To study different behavioral assessment strategies, we made observations at different time intervals (5, 10, 15 and every 20 minutes), to correlate them to the rumination time estimated by the electronic monitoring system, and/or to the observations made every 5 minutes. As the interval between the evaluated times increases, the correlation value decreases. For the rumination data the observation intervals of 10 and 15 minutes decreased slightly (Table 3), while the interval of 20 minutes had a more marked reduction, however, all intervals had a high correlation (<0.0001).

For the idle data, the 10, 15 and 20 minutes evaluated intervals were correlated with the 5 minutes interval, as this behavior is not provided by the software (Table 4). Again, the correlation value of the 10 and 15 minutes intervals had a slight decrease, while the 20 minutes interval had a more marked reduction.

Similar to the idleness data, the time spent with feeding (grazing and concentrate) evaluated at different time intervals was correlated with the 5-minute interval (Table 5), as this behavior is not provided by the software either. All intervals were highly correlated with each

other (<0.0001), however, the 20-minute interval was more markedly reduced than the 10- and 15-minutes intervals.

For the three variables analyzed (rumination, idle and feeding time) all observation intervals were highly correlated, similar to found by (Silva et al., 2008). The fact that even making evaluations at different time intervals, especially every 10 and 15 minutes, the data still have a high correlation with the electronic rumination data or the ones made every 5 minutes is possibly due to grazing behavior, in which ruminants remain in the same activity for long periods, usually longer than the intervals used for evaluation. A similar relation was observed by Mitlöhner et al. (2001) where 1 until 15 minutes interval between each evaluation of the cow behavior were high correlated (about 0.80), however, when the intervals were longer (every 30 or 60 minutes) the correlation decreased. This long period of the same activity may be due to a previous feeding restriction, in which the animals are grazing afterward, followed by long periods of rumination and idleness (Gregorini et al., 2009). So, for visual observations of rumination, idle and feeding times even an interval of 10 and 15 minutes between every evaluation can provide accurate information about these behaviors in a certain period.

Conclusion

The SCR by Allflex electronic rumination monitoring system shown to be efficient in measuring the rumination time of grazing cows. Visual direct observations with intervals no longer than 15 minutes are sufficient to be used for evaluating cows' behavior without loss of data accuracy.

Acknowledgments

We would like to thank the Ordemilk and Allflex® that kindly donate the cervical neck collar monitoring system for the realizations of this research. This study was financed by the

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

References

- Benaissa, S., Tuytens, F.A.M., Plets, D., de Pessemier, T., Trogh, J., Tanghe, E., Martens, L., Vandaele, L., Van Nuffel, A., Joseph, W., Sonck, B., 2017. On the use of on-cow accelerometers for the classification of behaviours in dairy barns. *Res. Vet. Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.10.005>
- Burfeind, O., Schirmann, K., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M., Weary, D.M., Heuwieser, W., 2011. Technical note: Evaluation of a system for monitoring rumination in heifers and calves. *J. Dairy Sci.* 94, 426–430. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3239>
- Damasceno, J.C., Baccari, F., Targa, L.A., 1999. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada 1. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 34, 709–715. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x1999000400024>
- Elischer, M.F., Arceo, M.E., Karcher, E.L., Siegford, J.M., 2013. Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 96, 6412–6422. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6790>
- Gómez, Y., Terranova, M., Zähler, M., Hillmann, E., Savary, P., 2017. Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. *J. Dairy Sci.* 1–9. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11589>
- González, L.A., Bishop-Hurley, G.J., Handcock, R.N., Crossman, C., 2015. Behavioral classification of data from collars containing motion sensors in grazing cattle. *Comput.*

- Electron. Agric. 110, 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.10.018>
- Gregorini, P., Clark, C.E.F., Jago, J.G., Glassey, C.B., Mcleod, K.L.M., Romera, A.J., 2009. Restricting time at pasture : Effects on dairy cow herbage intake , foraging behavior , hunger-related hormones , and metabolite concentration during the first grazing session. *J. Dairy Sci.* 92, 4572–4580. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2322>
- Kamphuis, C., DelaRue, B., Burke, C.R., Jago, J., 2012. Field evaluation of 2 collar-mounted activity meters for detecting cows in estrus on a large pasture-grazed dairy farm. *J. Dairy Sci.* 95, 3045–3056. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4934>
- Martiskainen, P., Järvinen, M., Skön, J.P., Tiirikainen, J., Kolehmainen, M., Mononen, J., 2009. Cow behaviour pattern recognition using a three-dimensional accelerometer and support vector machines. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 119, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.005>
- Melo, J.C., Alexandrino, E., Paula Neto, J.J. de, Rezende, J.M. de, Silva, A.A.M., Silva, D.V. da, Oliveira, A.K.R., 2016. Comportamento ingestivo de bovinos em capim-piatã sob lotação intermitente em resposta a distintas alturas de entrada Ingestive behavior cattle in piatã-grass under intermittent stocking with distinct entry heights INTRODUÇÃO A estrutura da planta forrage. *Rev. Bras. Saúde e Produção Anim.* 17, 385–400.
- Mitlöhner, F.M., Morrow-Tesch, J.L., Wilson, S.C., Dailey, J.W., McGlone, J.J., 2001. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79, 1189–1193.
- Molfino, J., Clark, C.E.F., Kerrisk, K.L., Garcíá, S.C., 2017. Evaluation of an activity and rumination monitor in dairy cattle grazing two types of forages. *Anim. Prod. Sci.* 57, 1557–1562. <https://doi.org/10.1071/AN16514>
- Reiter, S., Sattlecker, G., Lidauer, L., Kickinger, F., Öhlschuster, M., Auer, W., Schweinzer, V., Klein-Jöbstl, D., Drillich, M., Iwersen, M., 2018. Evaluation of an ear-tag-based accelerometer for monitoring rumination in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101, 3398–3411.

<https://doi.org/10.3168/jds.2017-12686>

Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D.M., Heuwieser, W., von Keyserlingk, M.A.G., 2012.

Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 3212–3217. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4741>

Schirmann, K., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., Veira, D.M., Heuwieser, W., 2009.

Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 6052–6055. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2361>

Silva, R.R., Prado, I.N. Do, Carvalho, G.G.P. De, Santana Junior, H.A. De, Silva, F.F. Da, Dias,

D.L.S., 2008. Efeito Da Utilização De Três Intervalos De Observações Sobre a Precisão Dos Resultados Obtidos No Estudo Do Comportamento Ingestivo De Vacas Leiteiras Em Pastejo. *Ciência Anim. Bras.* 9, 319–326.

Smith, D., Rahman, A., Bishop-Hurley, G.J., Hills, J., Shahriar, S., Henry, D., Rawnsley, R.,

2016. Behavior classification of cows fitted with motion collars: Decomposing multi-class classification into a set of binary problems. *Comput. Electron. Agric.* 131, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.10.006>

Vázquez Diosdado, J.A., Barker, Z.E., Hodges, H.R., Amory, J.R., Croft, D.P., Bell, N.J.,

Codling, E.A., 2015. Classification of behaviour in housed dairy cows using an accelerometer-based activity monitoring system. *Anim. Biotelemetry* 3, 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40317-015-0045-8>

Volpi, D., Alves, F.V., Saraiva, E.F., Vigas, V.P., Arguelho, A. da S., Zopollatto, M., Almeida,

R.G. de, 2018. Validação da bioacústica como alternativa à avaliação visual para monitoramento do comportamento ingestivo de bovinos em pastagens. *embrapa gado corte* 32.

Table 1. Descriptive statistics of feeding behavior of lactating cows.

| Variable | N | Mini mum | Average | Maxim um | SD |
|--|------|-------------|---------|-------------|-------|
| Rumination electronically (min in a 2 hours period) | 1031 | 0 | 32.70 | 118 | 24.3 |
| Rumination visual observations every 5 minutes (min in a 2 hours period) | 1031 | 0 | 34.84 | 120 | 27.79 |
| Feeding visual observations every 5 minutes | 1029 | 0 | 46.37 | 120 | 37.61 |
| Idle visual observations every 5 minutes | 1031 | 0 | 34.14 | 120 | 26.05 |

N= observations number; SD= standard deviation.

Table 2. Correlation between the variables that represent the feeding behavior of lactating cows determined by the electronically rumination system and observed visually (every 5 minutes).

| | Rumination electronically (min) | Rumination visual observation (min) | Activity + feeding visual observation (min) | Idle visual observation (min) |
|---|---------------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| Rumination electronically (min) | 1.00000 | 0.8106 <0.0001 | -0,5646 <0,0001 | -0,0483 =0,1205 |
| Rumination visual observation (min) | -- | 1.00000 | -0.7224 <0.0001 | -0.0222 0.4768 |
| Activity + feeding visual observation (min) | -- | -- | 1.00000 | -0.6752 <0.0001 |
| Idle visual observation (min) | -- | -- | -- | 1.00000 |

Table 3. Correlation of the rumination time (in minutes) determined by the electronic monitoring systems and observations made visually at different time intervals (every 5, 10, 15 or 20 minutes).

| | Rumination electronically | Visual observation n 5 min | Visual observation n 10 min | Visual observation 15 min | Visual observatio n 20 min |
|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Rumination electronically | 1.00000 | 0.81010 <0.0001 | 0.79209 <0.0001 | 0.78444 <0.0001 | 0.74450 <0.0001 |
| Visual observation 5 min | -- | 1.00000 | 0.98233 <0.0001 | 0.96666 <0.0001 | 0.92042 <0.0001 |
| Visual observation 10 min | -- | -- | 1.00000 | 0.96063 <0.0001 | 0.93516 <0.0001 |
| Visual observation 15 min | -- | -- | -- | 1.00000 | 0.91716 <0.0001 |
| Visual observation 20 min | -- | -- | -- | -- | 1.00000 |

Table 4. Correlation of the idle time (in minutes) determined by visual observations made at different time intervals (every 5, 10, 15 or 20 minutes).

| | Idle 5 min | Idle 10 min | Idle 15 min | Idle 20 min |
|-------------|------------|----------------|----------------|----------------|
| Idle 5 min | 1.00000 | 0.93106 | 0.92443 | 0.87379 |
| | | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| Idle 10 min | -- | 1.00000 | 0.89806 | 0.90903 |
| | | | <0.0001 | <0.0001 |
| Idle 15 min | -- | -- | 1.00000 | 0.86088 |
| | | | | <0.0001 |
| Idle 20 min | -- | -- | -- | 1.00000 |

Table 5. Correlation of the feeding time (in minutes) determined by visual observations made at different time intervals (every 5, 10, 15 or 20 minutes).

| | Feeding 5 min | Feeding 10 min | Feeding 15 min | Feeding 20 min |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Feeding 5 min | 1.00000 | 0.96364 | 0.96366 | 0.93178 |
| | | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| Feeding 10 min | -- | 1.00000 | 0.96495 | 0.95602 |
| | | | <0.0001 | <0.0001 |
| Feeding 15 min | -- | -- | 1.00000 | 0.94097 |
| | | | | <0.0001 |
| Feeding 20 min | -- | -- | -- | 1.00000 |

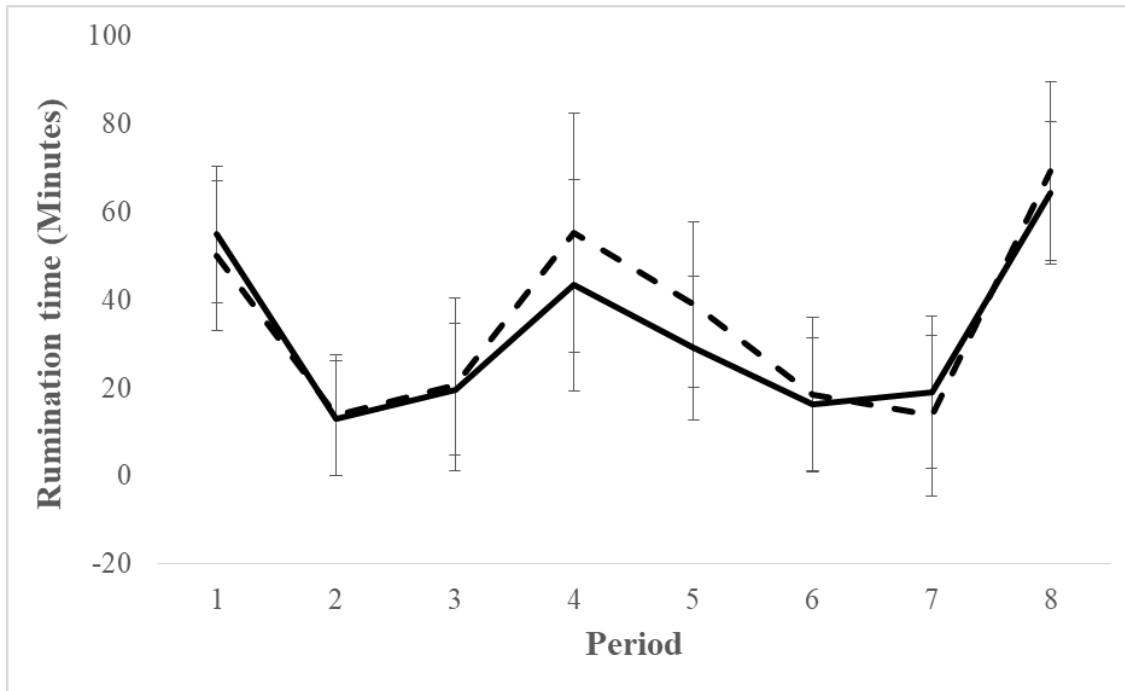


Figure 1. Average rumination time, in minutes, of each 2-hour period (from 6 am to 10 pm) by electronic ruminator system (—) and visually observed (ever 5 minutes) (- - -).

CAPITULO III

**INFLUÊNCIA DO GRUPAMENTO GENÉTICO E DAS CONDIÇÕES
DE TEMPERATURA E UMIDADE SOBRE O COMPORTAMENTO
INGESTIVO, CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS, PRODUÇÃO E
QUALIDADE DO LEITE DE VACAS HOLANDÊS E MISTIÇAS
HOLANDÊS X JERSEY EM PASTEJO**

**INFLUÊNCIA DO GRUPAMENTO GENÉTICO E DAS CONDIÇÕES DE
TEMPERATURA E UMIDADE SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO,
CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS
HOLANDÊS E MISTIÇAS HOLANDÊS X JERSEY EM PASTEJO**

Roberto Kappes¹, Deise Aline Knob¹, Angelica Leticia Scheid¹, Bruno Emanuel Barreta²,
Laiz Perazzoli², Bruna Bergamaschi Mendes², André Thaler Neto¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - Centro de Ciências Agroveterinárias - Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, Lages – SC. Brasil.

²Graduandos do curso de Medicina veterinária do Centro de Ciências Agroveterinárias - Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, Lages – SC. Brasil.

* Corresponding author: Roberto Kappes, email: roberto_kappes2.8@hotmail.com

RESUMO: Objetivamos avaliar o desempenho produtivo, qualidade físico-química do leite, parâmetros fisiológicos e comportamento ingestivo de vacas Holandês e mestiças de primeira (F1- ½ Holandês x Jersey) e segunda geração (R1- ¾ Holandês x ¼ Jersey), em sistema baseado em pastagem ao longo de um ano, bem como a influência do índice de temperatura e umidade (ITU) sobre essas variáveis. Foram utilizadas 22 vacas multíparas Holandês (7), F1 (5) e R1 (10). Semanalmente a produção de leite foi avaliada e juntamente uma amostra de leite composta das duas ordenhas do dia foi coletada. A amostra de leite foi usada para determinar os teores de gordura, proteína, lactose, caseína, sólidos totais e nitrogênio ureico do leite, assim como do pH, acidez titulável, teste do álcool e quinzenalmente para análise da contagem de células somáticas (CCS). Na mesma ocasião as vacas foram pesadas, escore de condição corporal foi avaliado e foram medidas a frequência cardíaca, respiratória e temperatura retal. O consumo de matéria seca foi estimado semanalmente com base nas informações de peso vivo, dias em lactação e produção de leite corrigida para gordura a 4%. As informações de tempo de ruminação e atividade a partir de colar de monitoramento eletrônico foram obtidas diariamente. Realizamos o cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU) com base nas informações de temperatura e umidade, obtidos a partir de um *data logger*. A partir destes foram criadas 5 classes de ITU: seguro, leve, desconforto, alerta e perigo. Para a realização da análise estatística o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS foi usado. Não houve interação entre grupamento genético e classes de ITU. Não houve diferença na produção de leite entre Holandês e mestiças F1 e R1 (25,4, 24,4 e 25,3, respectivamente). Vacas mestiças apresentaram maiores teores de gordura (3,75, 4,21 e 4,07, respectivamente) e proteína (3,25, 3,55 e 3,43, respectivamente). Mestiças F1 tiveram maior escore de células somáticas em relação as puras Holandês e mestiças R1 (5,11, 3,01 e 2,93, respectivamente). Vacas Holandês apresentaram maior estabilidade do leite ao teste do álcool em relação as mestiças F1 e R1 (79,1, 75,7 e 76,8,

respectivamente). Mestiças R1 apresentaram maior CMS estimado em relação as Holandês e mestiças F1 (21,30, 20,63 e 20,22, respectivamente). O tempo de ruminação foi maior para mestiças R1 e F1 em relação as Holandês (588,2, 582,7 e 538,1, respectivamente). Vacas mestiças apresentam desempenho produtivo similar as puras Holandês, bem como boa qualidade do leite. Todos os grupamentos genéticos foram afetados negativamente pelo elevado ITU. O elevado ITU afetou negativamente a maioria das variáveis analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade, consumo de matéria seca, escore de células somáticas, ruminação.

ABSTRACT: We aimed to evaluate the productive performance, physic-chemical milk parameters, physiological parameters, and ingestive behavior of Holstein and first (F1) and second (R1) generation of crossbred Holstein x Jersey cows, in a grazing a system over a year, as well as the influence of temperature and humidity index (THI) on these variables. Twenty-two multiparous cows from the three genetic groups were used. Weekly, milk yield was evaluated and a composed milk sample of the two daily milking of each cows was collected. The milk samples were used to determine fat, protein, lactose, casein, total solids and urea nitrogen in milk level, as well as, pH, titratable acidity, and stability to the alcohol test. Biweekly, somatic cell count (SCC) was evaluated. On the same occasion, the cows were weighed and the body condition score was assessed and heart frequency, respiratory frequency and rectal temperature were measured. Weekly, dry matter intake was estimated based on the information of body weight, days in milk and milk yield corrected to 4% fat. Daily we accessed the information of rumination time and activity from the electronic monitoring necklace. We performed the temperature and humidity index (THI) calculation based on temperature and humidity information, obtained from a data logger. For the statistical analysis we created 5 THI class: safe, light, discomfort, alert and danger. To perform the statistical analysis, the MIXED procedure of the SAS statistical package was used. There was no interaction between genetic group and THI class. There was no difference in milk yield between Holstein and crossbred F1 and R1 Holstein x Jersey cows (25.4, 24.4 and 25.3, respectively). Crossbred cows had higher fat (3.75, 4.21 and 4.07, respectively) and protein levels (3.25, 3.55 and 3.43, respectively). F1 crossbreds cows had a higher somatic cell score in compare to Holstein and crossbred R1 cows (5.11, 3.01 and 2.93, respectively). Milk of Holstein cows showed higher stability to the alcohol test in comparison to crossbred F1 and R1 Holstein x Jersey cows (79.1, 75.7 and 76.8, respectively). R1 crossbred cows had the highest estimated DM in comparison to Holstein and F1 crossbreds Holstein x Jersey cows (21.30, 20.63 and 20.22, respectively). The rumination time was higher for crossbred R1 and F1 cows than for Holstein cows (588.2, 582.7 and 538.1, respectively). The higher THI had a negative impact over the most variable. Crossbred cows show similar productive performance as the Holstein ones as of the as well as good milk quality. All genetic groups were negatively affected by high THI.

KEYWORDS: Activity, dry matter intake, somatic cell score, rumination.

INTRODUÇÃO

A utilização dos cruzamentos das raças Holandês e Jersey é uma ferramenta que tem como vantagem a heterose individual máxima na primeira geração (F1), bem como a complementariedade entre as raças utilizadas (LOPEZ-VILLALOBOS et al., 2000), na qual, tem-se um acréscimo na produção de leite e aumento nos teores de sólidos no leite em relação a média das raças puras (LOPEZ-VILLALOBOS et al., 2000), melhorias na saúde, facilidade de parto (DAL PIZZOL et al., 2017; FELIPPE; GOMES; THALER NETO, 2017), fertilidade (HEINS et al., 2008a) e longevidade (AHLBORN-BREIER; HOHENBOKEN, 1991; HEINS et al., 2011). Além disso, reduz o impacto da elevada pressão de seleção no rebanho Holandês, sanando deficiências principalmente nos teores de sólidos e desempenho reprodutivo (LOPEZ-VILLALOBOS et al., 2000; HEINS et al., 2008b).

Além de fatores ligados ao grupamento genético, manejo e alimentação, outro importante fator que impacta diretamente o desempenho e comportamento animal são as condições climáticas (BERNABUCCI et al., 2010; BERTOCCHI et al., 2014), especialmente em sistemas de pastejo, devido ao efeito direto da temperatura e radiação solar sobre os animais (NARDONE et al., 2010). Nas regiões de clima tropical e subtropical as temperaturas facilmente ultrapassam a zona de conforto térmico animal, embora as alterações climáticas tenham se tornado preocupantes também em regiões de clima temperado (BERNABUCCI et al., 2010). Nessas condições são desencadeadas uma série de alterações fisiológicas e metabólicas que comprometem a produtividade e a qualidade do leite (BERNABUCCI et al., 2010; TAO et al., 2018), principalmente devido a diminuição no consumo de matéria seca (CMS), como forma de reduzir o calor metabólico (KADZERE et al., 2002; COLLIER; RENQUIST; XIAO, 2017).

O avanço no melhoramento genético para obter animais cada vez mais produtivos trouxe como consequência animais mais vulneráveis as influências do ambiente, tendo em vista a dificuldade de combinar características adaptativas e produtivas em um único animal (BERNABUCCI et al., 2010). O melhoramento genético está relacionado também a capacidade de ingestão dos animais, o que em situação de estresse térmico tem um impacto ainda maior (KADZERE et al., 2002). Para a expressão do potencial genético máximo de um animal é preciso que o mesmo esteja dentro de sua zona termoneutra, o que é um desafio mesmo em sistemas de confinamentos (NARDONE et al., 2010; TAO et al., 2018).

Objetivamos com o presente trabalho comparar o desempenho produtivo, qualidade físico-química do leite, parâmetros fisiológicos e o comportamento ingestivo de vacas Holandês

e mestiças ½ Holandês x Jersey (F1) e ¾ Holandês (R1) em sistema baseado em pastagem ao longo de um ano e avaliar o efeito do índice de temperatura e umidade sobre as variáveis avaliadas, em especial no tempo de ruminação e atividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de bovinocultura de leite do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina CAV-UDESC. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética de uso e experimentação animal da mesma instituição, sob número de protocolo 9139070619. Foram usadas 22 vacas multíparas em lactação, 7 da raça Holandês, 5 mestiças F1 (½ Holandês x Jersey) e 10 mestiças R1 (¾ Holandês ¼ Jersey) oriundas do cruzamento rotacionado entre Holandês e Jersey, no período de setembro de 2018 a agosto de 2019. Todas as vacas multíparas em lactação participaram do experimento, independentemente do DEL (dias em lactação) no momento do início do experimento (setembro/2018). A partir desta data, novas vacas entravam no experimento a partir da data do parto. Cada vaca permanecia no experimento até o momento da secagem ou até a data final da pesquisa (agosto/2019).

Duas ordenhas diárias foram realizadas. A primeira as 07:00 horas, utilizando ordenhadeira mecânica com extratores automáticos DeLaval®. Após o final da ordenha as vacas recebiam concentrado em cochos separados por canzís de contenção individual. Posteriormente as vacas tinham livre acesso ao pasto com água *ad libitum* e disponibilidade de sombra, permanecendo nos piquetes até as 15:00 horas, horário da segunda ordenha do dia na qual o mesmo manejo da manhã era realizado. As vacas foram mantidas em pastagem de *Pennisetum americanum* e *Pennisetum clandestinum Hochst* no final da primavera, verão e parte do outono e *Lolium multiflorum* e *Festuca arundinacea* no outono, inverno e parte da primavera. O concentrado fornecido após a ordenha era composto de milho moído, farelo de soja, mistura mineral e vitamínica, sendo fornecido 6 kg/vaca/dia independentemente do nível de produção, separado em duas vezes. Em períodos de baixa disponibilidade (08/09 a 29/09, 01/12 a 29/12 e 07/07 a 31/08) ou ausência de forragem (20/05 a 06/07) foi fornecido silagem de milho, como suplemento ou volumoso único, respectivamente.

Trinta dias antes do período experimental as vacas foram equipadas com colares de monitoramento eletrônico da SCR da Allflex® para adaptação e cadastramento no programa *HealthyCow24 – SCR*. Os colares contêm em seu dispositivo um microfone e um acelerômetro de três eixos para captar as informações, assim como microprocessador e transponder, que

processam e emitem as informações para o computador central. Este dispositivo fica localizado no lado esquerdo do pescoço, atrás da mandíbula, captando os sons de regurgitação e redeglutição, através do microfone, contabilizando como ruminância apenas quando a diferença desse tempo seja superior a 30 segundos. O acelerômetro de três eixos capta a movimentação em três direção, frontal, lateral e rotação de pescoço. A velocidade da movimentação para cada uma das direções gera unidades de atividade, as quais são somadas e contabilizadas ao longo das duas horas. Para fins deste artigo as unidades de atividade serão tratadas apenas como atividade e as informações de ruminância e atividade contabilizadas em intervalos de duas horas.

Uma vez por semana, durante todo o experimento, foi determinada a produção de leite individual (litros/dia) utilizando medidores da marca Waikato®. Na mesma ocasião coletou-se todo o leite do coletor da respectiva ordenha, com previa homogeneização, obtendo uma amostra composta do dia ao término da segunda ordenha para análise físico-química do leite. Parte dessa amostra era transferida para um frasco de 40 mL, contendo conservante bactericida bronopol (2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol) para posterior análise por espectrometria infravermelha de transformada de Fourier no equipamento Dairy Spec (Bentley instruments) para determinação da composição, gordura, proteína, lactose, caseína, sólidos totais e nitrogênio ureico do leite (NUL). Para análise de CCS, quinzenalmente as amostras foram encaminhadas a um laboratório participante da rede brasileira de laboratórios de qualidade de leite (RBQL), na qual foram determinadas por citometria de fluxo.

Ao final de cada dia de coleta, as amostras de leite foram analisadas para estabilidade ao teste do álcool, acidez titulável e pH. Para tal, foram adicionados 2 ml de leite e 2 ml de álcool em uma placa de Petri, sob um fundo preto e homogeneizado, considerando a amostra estável na concentração alcoólica anterior a formação de coágulos. As concentrações de álcool variaram de 56 a 86% v/v com intervalos de 2%. A titulação da acidez foi realizada pelo método Dornic, sendo transferidos 10 ml da amostra de leite para um béquer, em seguida adicionadas 3 gotas de solução de fenolftaleína a 1% com solução Dornic (0,11 N ou N/9) até aparecimento de coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos. O pH foi mensurado por potenciometria, com peagâmetro KASVI® modelo K39-00PHC.

No mesmo dia das coletas de amostras de leite, as vacas foram pesadas em balança digital eletrônica após a ordenha da manhã. Realizamos também a avaliação visual do escore de condição corporal (ECS) utilizando escala variando de 1 (vaca extremamente magra) a 5 (vacas extremamente gordas) (FERGUSON; GALLIGAN; THOMSEN, 1994). Posteriormente, foi realizada avaliação da frequência cardíaca, com auxílio de um estetoscópio, na região ventral do terceiro ao quinto espaço intercostal esquerdo, por um minuto. A frequência

respiratória (FR) foi medida observando movimentos costais durante 1 minuto. A temperatura retal foi aferida com um termômetro clínico (G Tech) cuidadosamente inserido no reto.

Para estimar o consumo de matéria seca (CMS) utilizamos a equação descrita pelo National Research Council (NRC, 2001). A partir das informações de leite corrigido para 4% de gordura; massa corporal/kg; semana de lactação, estimou-se o consumo de matéria seca pelo modelo do NRC (2001): $CMS = 0,372 \times LCG + 0,0968 \times PV^{0,75} \times \{1 - e^{-0,192 \times (DEL + 3,67)}\}$ onde:

CMS = consumo de matéria seca, kg/d;

LCG = leite corrigido para 4% de gordura;

PV = peso vivo, kg;

DEL = dias em lactação;

e = base dos logaritmos naturais.

Para avaliar a interferência ambiental sobre o desempenho dos animais, foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), utilizando os dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar, através de um *Data Logger* Akrom[®] modelo KR420. O *Data Logger* foi instalado na área central do setor e programado para coleta de dados em intervalos de uma hora. Para o cálculo seguiu-se o modelo proposto por Thom, (1959):

$$ITU = (0,8 \times TA + (UR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$$

Em que; TA = temperatura do ar (°C) e UR = umidade relativa do ar (%).

Para avaliar a relação entre o ITU com os indicadores de desempenho produtivo, qualidade físico-química do leite e parâmetros fisiológicos foram utilizados os dados do ITU máximo do dia em que foram realizadas as avaliações. Para avaliar o efeito do ITU sobre a atividade e ruminação foi calculado o ITU médio a cada duas horas, corresponde aos horários dos dados fornecidos pelo software de monitoramento individual de ruminação e atividade, em todos os dias ao longo de um ano. Para fins de análises, foram criadas 6 classes de ITU, de acordo com Moretti et al., (2017), sendo essas: segura (<68), leve ($68 \leq < 72$), desconforto ($72 \leq < 75$), alerta ($75 \leq < 79$), perigo ($79 \leq < 84$) e emergência (≥ 84), sendo que não observamos valores de ITU correspondentes a classe emergência.

Os dados foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas no tempo, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS, sendo a estrutura de covariância definida a partir do critério de informação de Akaike (AIC). Os dados foram previamente testados para normalidade dos resíduos pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov. O modelo estatístico incluiu os efeitos de grupamento genético (Holandês, mestiças ½ Holandês x Jersey e ¾ Holandês), paridade (segundo, terceiro e quarto ou mais partos), dias em lactação

(DEL), classe de ITU (segura, leve, desconforto, alerta, perigo e emergência) e as interações entre as variáveis ITU e grupamento genético. Para avaliar o efeito de ITU sobre ruminção e atividade em intervalos de duas horas o procedimento estatístico utilizado foi similar ao já descrito, sendo o modelo composto pelas variáveis: grupamento genético, classe de ITU, paridade e a interação entre grupamento genético e classe de ITU. Foram consideradas significativas as diferenças ao nível de 5% e tendência ao nível de 10%.

RESULTADOS

Não observamos interação entre grupamento genético e classes de ITU para nenhuma das variáveis testadas. Em função disso, os resultados serão apresentados considerando somente os fatores principais (grupo genético e classes do índice de temperatura e umidade).

O ambiente experimental foi caracterizado pela temperatura média de $17,9 \pm 5,7$ °C e um índice de temperatura e umidade (ITU) médio de $62,9 \pm 8,3$ ao longo do ano de avaliação. A variação do ITU ao longo do período experimental está demonstrada na Figura 1, na qual estão representados os valores máximos e médios do dia da coleta dos dados, representado pelos meses das coletas. Na Tabela 1 são apresentados os dados da estatísticas descritiva de cada variável avaliada.

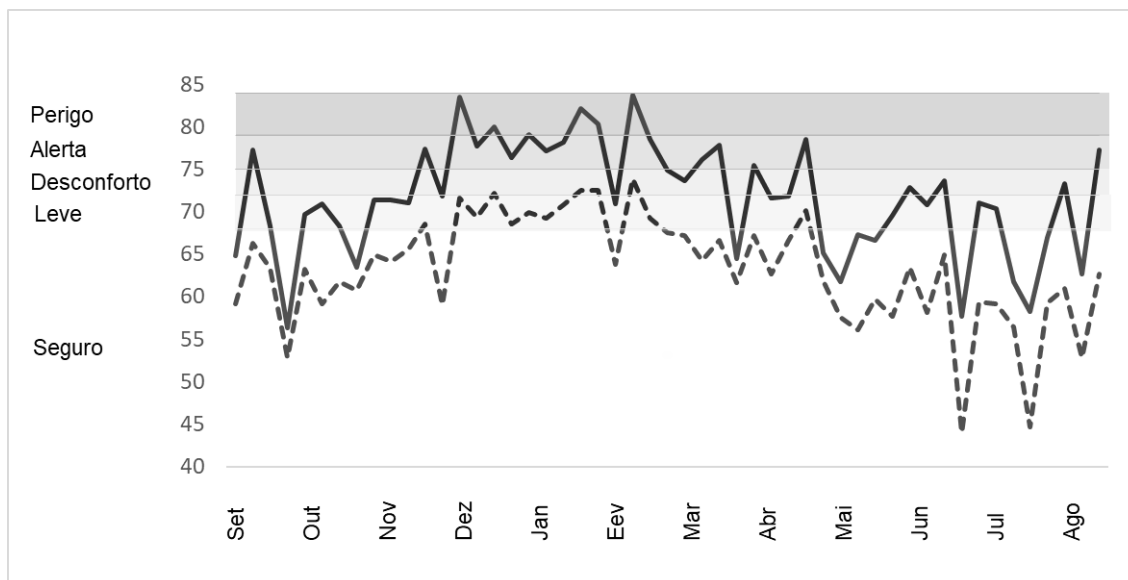


Figura 1. Índice de temperatura e umidade máximo (—) e médio (- - -) no dia da coleta, em cada semana ao longo do ano, indicando as classes do ITU, seguro, leve, desconforto, alerta e perigo.

Tabela 1. Análise descritiva, número de avaliações (N), média, mínimo, máximo e desvio padrão (DP) das variáveis dias em lactação, ordem de parto, produção e atributos físico-químicos do leite, escore de células somáticas, peso vivo, escore de condição corporal, parâmetros fisiológicos, tempo de ruminação e atividade dos grupamentos genéticos Holandês, mestiças F1 (½ Holandês x Jersey) e R1 (¾ Holandês x ½ Jersey).

| Variáveis | N | Média | Mínimo | Máximo | DP |
|-------------------------------|-----|-------|--------|--------|-------|
| Dias em lactação | 465 | 144,6 | 6,0 | 305,0 | 86,7 |
| Ordem de parto | 465 | 3,0 | 2,0 | 4,0 | 0,8 |
| Produção de leite | 465 | 25,2 | 10,0 | 52,0 | 6,8 |
| Gordura (%) | 465 | 4,0 | 2,4 | 6,1 | 0,5 |
| Proteína (%) | 465 | 3,4 | 2,6 | 4,4 | 0,3 |
| Lactose (%) | 465 | 4,6 | 3,7 | 5,2 | 0,2 |
| Caseína (%) | 303 | 2,6 | 1,1 | 3,9 | 0,3 |
| Escore de células somáticas | 162 | 3,5 | 0,1 | 8,9 | 2,0 |
| pH | 465 | 6,7 | 6,1 | 7,3 | 0,2 |
| Álcool | 465 | 77,8 | 66,0 | 86,0 | 4,2 |
| Acidez titulável | 458 | 15,6 | 11,0 | 20,0 | 1,7 |
| Peso corporal | 465 | 591,2 | 440,0 | 782,0 | 51,6 |
| Escore de condição corporal | 465 | 3,3 | 2,5 | 4,7 | 0,5 |
| Frequência respiratória (min) | 406 | 32,1 | 16,0 | 70,0 | 8,1 |
| Frequência cardíaca (min) | 397 | 83,4 | 56,0 | 116,0 | 10,5 |
| Temperatura retal (°C) | 389 | 38,7 | 37,2 | 40,4 | 0,4 |
| Ruminação | 436 | 578,8 | 397,0 | 912,0 | 90,6 |
| Atividade | 442 | 703,2 | 387,0 | 1302,0 | 166,7 |

Não houve diferença na produção de leite (kg/dia) e leite corrigido para energia (kg/dia) para as vacas Holandês, mestiças F1 e R1 ($P=0,53$) e ($P=0,21$) respectivamente (Tabela 2). Vacas mestiças F1 e R1 tiveram uma produção equivalente a 96 e 99,7%, respectivamente, em relação as puras Holandês. Observou-se uma redução na produção de leite (2,2 kg/dia, $P=0,03$) e leite corrigido para energia (3,54 kg/dia, $P=0,0011$) comparando os dias em que o ITU máximo correspondeu às classes de ITU segura e perigo (Tabela 3). A produção de leite por 100 kg de peso vivo foi maior para mestiças F1 em relação às mestiças R1 ($P=0,08$), enquanto que para produção de leite corrigido para energia por 100 kg de peso vivo vacas mestiças F1 foram superiores as puras Holandês e mestiças R1 ($P=0,01$). Vacas mestiças apresentaram maiores teores de gordura e sólidos totais ($P<0,0001$). Em relação aos teores de proteínas e caseína, vacas mestiças F1 apresentaram valores maiores, intermediário para mestiças R1 e menor para Holandês ($P<0,0001$). Os teores de lactose foram menores para mestiças F1 ($P=0,02$). Com base no aumento dos valores de ITU, todos os constituintes do leite diminuiram, exceto o teor de gordura a qual apresentou tendência a diminuir ($P=0,08$). Vacas mestiças F1 apresentaram maior ECS ($P=0,0002$) em relação aos demais grupamentos genéticos, não

diferindo com o aumento das classes de ITU ($P=0,26$). Foi observada uma menor estabilidade do leite ao teste do álcool para mestiças em relação as vacas Holandês ($P<0,0001$). Essa menor estabilidade também foi observada quando houve um aumento do ITU ($P<0,0001$).

Mestiças F1 apresentaram menor peso corporal ($P<0,0001$), aproximadamente 65 kg a menos. O ECC foi maior para mestiças R1 ($P=0,04$). Com o aumento nas classes de ITU houve uma diminuição do peso ($P=0,04$) e ECC ($P=0,0001$). Não observamos diferença entre os grupamentos genéticos para as variáveis frequência respiratória ($P=0,51$), frequência cardíaca ($P=0,71$) e temperatura retal ($P=0,61$). Houve um aumento na frequência respiratória (11 movimentos respiratórios por minutos) e temperatura retal ($0,55\text{ }^{\circ}\text{C}$) com o aumento do ITU ($P<0,0001$) e uma tendência para aumento da frequência cardíaca ($P=0,07$).

Houve diferença no CMS estimado para os diferentes grupamentos genéticos, sendo superior para vacas mestiças R1, não diferindo entre mestiças F1 e Holandês ($P=0,03$). Observou-se uma redução de 1,3 kg de MS/dia estimada com o aumento do ITU da classe seguro para perigo.

Foi observada menor tempo de ruminação por dia e por kg de MS ingerida para vacas Holandês ($P=0,0002$ e $P=0,0009$, respectivamente), ocorrendo uma redução acentuada na ruminação com o aumento do ITU (Figura 2). A atividade foi maior para mestiças R1 e menor para Holandês, estas não diferindo das mestiças F1 ($P=0,02$), havendo aumento na atividade conforme aumento do ITU ($P<0,0001$) (Tabela 3 e Figura 2).

Tabela 2. Médias ajustadas ao modelo \pm erro padrão para produção de leite, parâmetros físico-químicos do leite, escore de células somáticas (ECS), peso vivo, escore de condição corporal (ECC), variáveis fisiológicas, consumo de matéria seca (CMS), ruminação e atividade para vacas da raça Holandesa e mestiças Holandês x Jersey de primeira (F1) e segunda (R1) geração.

| | Grupamento Genético | | | valor de P |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|
| | H | F1 | R1 | |
| Produção de leite | 25,44 \pm 0,5 | 24,49 \pm 0,7 | 25,37 \pm 0,4 | 0,53 |
| LCE ¹ | 26,90 \pm 0,6 | 27,93 \pm 0,8 | 28,19 \pm 0,4 | 0,21 |
| Kg de leite por 100 kg de PV | 4,34 \pm 0,1ab | 4,58 \pm 0,1a | 4,17 \pm 0,1b | 0,08 |
| LCE (kg)/100kg de PV | 4,58 \pm 0,1b | 5,22 \pm 0,2a | 4,64 \pm 0,1b | 0,08 |
| Gordura (%) | 3,75 \pm 0,05b | 4,21 \pm 0,07a | 4,07 \pm 0,04a | <0,0001 |
| Proteína (%) | 3,25 \pm 0,02c | 3,55 \pm 0,03a | 3,43 \pm 0,01b | <0,0001 |
| Lactose (%) | 4,67 \pm 0,02a | 4,57 \pm 0,02b | 4,67 \pm 0,01a | 0,02 |
| Caseína (%) | 2,41 \pm 0,03c | 2,76 \pm 0,04a | 2,65 \pm 0,02b | <0,0001 |
| Sólidos totais (%) | 12,47 \pm 0,06b | 13,14 \pm 0,09a | 12,99 \pm 0,05a | <0,0001 |
| Gordura (kg/dia) | 0,95 \pm 0,02b | 1,02 \pm 0,03ab | 1,03 \pm 0,02a | 0,03 |
| Proteína (kg/dia) | 0,81 \pm 0,01 | 0,86 \pm 0,02 | 0,85 \pm 0,01 | 0,13 |
| Gordura + proteína (kg/dia) | 1,77 \pm 0,04b | 1,89 \pm 0,05ab | 1,88 \pm 0,03a | 0,05 |
| Gordura+proteína (kg)/100 kg de PV | 0,13 \pm 0,003b | 0,16 \pm 0,004a | 0,14 \pm 0,002b | 0,0003 |
| Nitrogênio ureico do leite | 12,17 \pm 0,4 | 12,78 \pm 0,5 | 12,71 \pm 0,3 | 0,40 |
| Escore de células somáticas | 3,01 \pm 0,3b | 5,11 \pm 0,4a | 2,93 \pm 0,2b | 0,0002 |
| Álcool | 79,16 \pm 0,4a | 75,74 \pm 0,5b | 76,87 \pm 0,3b | <0,0001 |
| pH | 6,71 \pm 0,02ab | 6,76 \pm 0,02a | 6,68 \pm 0,01b | 0,07 |
| Acidez | 15,27 \pm 0,2b | 14,63 \pm 0,2c | 16,11 \pm 0,1a | <0,0001 |
| Peso vivo | 603,24 \pm 4,4a | 538,20 \pm 6,0b | 604,79 \pm 3,4a | <0,0001 |
| Escore de condição corporal | 3,24 \pm 0,04b | 3,21 \pm 0,06b | 3,37 \pm 0,03a | 0,04 |
| Frequência respiratória (minuto) | 35,21 \pm 0,74 | 34,20 \pm 1,03 | 34,28 \pm 0,58 | 0,51 |
| Frequência cardíaca (minuto)C | 84,45 \pm 1,1 | 82,97 \pm 1,5 | 83,92 \pm 0,8 | 0,71 |
| Temperatura retal (°C) | 38,79 \pm 0,04 | 38,86 \pm 0,06 | 38,81 \pm 0,03 | 0,61 |
| Ruminação (min) | 538,17 \pm 8,8b | 582,79 \pm 11,8a | 588,24 \pm 6,8a | 0,0009 |
| Ruminação por kg/MS | 26,08 \pm 0,5b | 29,27 \pm 0,8a | 27,90 \pm 0,4a | 0,03 |
| CMS (kg/vaca/dia) ² | 20,63 \pm 0,2b | 20,22 \pm 0,3b | 21,30 \pm 0,2a | 0,0002 |
| Atividade ³ | 708,05 \pm 13,8b | 744,86 \pm 18,8ab | 756,31 \pm 11,0a | 0,02 |

¹ Leite corrigido para energia

² Consumo de matéria seca

³ Unidades de atividade fornecidas pelo Heatime®, SCR/Allflex

*Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa $P \leq 5\%$.

Tabela 3. Médias ajustadas ao modelo \pm erro padrão para produção de leite, parâmetros físico-químicos do leite, escore de células somáticas, peso vivo, escore de condição corporal, variáveis fisiológicas, consumo de matéria seca, ruminação e atividade para as 5 classes do índice de temperatura e umidade, seguro, leve, desconforto, alerta e perigo.

| | Classes de Índice de Temperatura e Umidade | | | | | P valor |
|--|--|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| | Seguro | Leve | Desconforto | Alerta | Perigo | |
| Produção de leite | 26,6 \pm 0,5a | 24,8 \pm 0,5b | 24,9 \pm 0,8ab | 24,9 \pm 0,6b | 24,3 \pm 0,9b | 0,0228 |
| Leite corrigido para energia | 29,9 \pm 0,5a | 27,3 \pm 0,6b | 27,5 \pm 0,9b | 27,3 \pm 0,7b | 26,4 \pm 1,0b | 0,0011 |
| Kg de leite por 100 kg de PV | 4,54 \pm 0,1a | 4,20 \pm 0,1b | 4,33 \pm 0,2ab | 4,38 \pm 0,1ab | 4,36 \pm 0,2ab | 0,1500 |
| LCE (kg)/100kg de PV | 5,11 \pm 0,1a | 4,65 \pm 0,1b | 4,76 \pm 0,2ab | 4,81 \pm 0,1ab | 4,73 \pm 0,2ab | 0,0271 |
| Gordura (%) | 4,14 \pm 0,04a | 4,01 \pm 0,1ab | 3,94 \pm 0,1b | 4,00 \pm 0,1ab | 3,95 \pm 0,1ab | 0,0795 |
| Proteína (%) | 3,47 \pm 0,02a | 3,41 \pm 0,02b | 3,45 \pm 0,03ab | 3,42 \pm 0,02ab | 3,30 \pm 0,04c | 0,0053 |
| Lactose (%) | 4,69 \pm 0,01a | 4,67 \pm 0,02ab | 4,68 \pm 0,03ab | 4,57 \pm 0,02c | 4,59 \pm 0,03bc | 0,0024 |
| Caseína (%) | 2,68 \pm 0,02a | 2,52 \pm 0,03c | 2,66 \pm 0,04ab | 2,58 \pm 0,04bc | 2,59 \pm 0,05abc | 0,0021 |
| Sólidos totais (%) | 13,16 \pm 0,05a | 12,89 \pm 0,06b | 12,87 \pm 0,09bc | 12,81 \pm 0,08bc | 12,62 \pm 0,11c | 0,0001 |
| Gordura (kg/dia) | 1,09 \pm 0,02a | 0,98 \pm 0,02b | 0,98 \pm 0,03b | 0,98 \pm 0,03b | 0,95 \pm 0,04b | 0,0010 |
| Proteína (kg/dia) | 0,91 \pm 0,01a | 0,83 \pm 0,01b | 0,84 \pm 0,02b | 0,83 \pm 0,02b | 0,78 \pm 0,02b | 0,0004 |
| Gordura + proteína (kg/dia) | 2,01 \pm 0,03a | 1,82 \pm 0,04b | 1,83 \pm 0,05b | 1,82 \pm 0,04b | 1,74 \pm 0,07b | 0,0004 |
| Gordura+proteína (kg)/100 kg de PV | 0,15 \pm 0,002a | 0,14 \pm 0,003b | 0,14 \pm 0,005ab | 0,14 \pm 0,003ab | 0,14 \pm 0,006b | 0,0246 |
| Nitrogênio ureico do leite | 12,2 \pm 0,3ab | 13,1 \pm 0,4a | 12,7 \pm 0,5ab | 11,8 \pm 0,4b | 12,9 \pm 0,6ab | 0,1214 |
| Escore de células somáticas | 3,6 \pm 0,2a | 4,1 \pm 0,3a | 3,2 \pm 0,5a | 4,1 \pm 0,3a | 3,5 \pm 0,5a | 0,2627 |
| Álcool | 78,6 \pm 0,3a | 78,5 \pm 0,4ab | 77,3 \pm 0,5bc | 76,8 \pm 0,5c | 75,1 \pm 0,7d | <0,0001 |
| pH | 6,7 \pm 0,01b | 6,7 \pm 0,02b | 6,7 \pm 0,02c | 6,6 \pm 0,02c | 6,8 \pm 0,03a | <0,0001 |
| Acidez | 15,4 \pm 0,13b | 15,03 \pm 0,15c | 15,3 \pm 0,22bc | 15,9 \pm 0,19a | 15,01 \pm 0,27bc | 0,0055 |
| Peso vivo | 586,1 \pm 3,7ab | 592,8 \pm 4,2a | 583,7 \pm 6,2ab | 574,5 \pm 5,1b | 573,3 \pm 7,5b | 0,0410 |
| Escore de condição corporal | 3,38 \pm 0,03a | 3,39 \pm 0,04a | 3,32 \pm 0,06a | 3,13 \pm 0,05b | 3,13 \pm 0,07b | 0,0001 |
| Frequência respiratória (minuto) | 29,7 \pm 0,6c | 29,3 \pm 0,7c | 35,2 \pm 1,1b | 37,8 \pm 1,0ab | 40,8 \pm 1,2a | <0,0001 |
| Frequência cardíaca (minuto)C | 82,8 \pm 0,9b | 81,9 \pm 1,0b | 82,8 \pm 1,6ab | 86,9 \pm 1,5a | 84,3 \pm 1,8ab | 0,0745 |
| Temperatura retal (°C) | 38,6 \pm 0,03b | 38,6 \pm 0,04b | 38,7 \pm 0,07b | 39,0 \pm 0,06a | 39,1 \pm 0,08a | <0,0001 |
| Ruminação (min) | 581 \pm 7a | 576 \pm 9ab | 578 \pm 12ab | 555 \pm 10b | 557 \pm 15ab | 0,2126 |
| Ruminação por kg/MS | 27,4 \pm 0,4a | 27,3 \pm 0,5a | 28,4 \pm 0,7a | 27,5 \pm 0,5a | 28,2 \pm 0,8a | 0,6124 |
| Consumo de matéria seca (kg/vaca/dia) ² | 21,5 \pm 0,2a | 20,8 \pm 0,2b | 20,6 \pm 0,3b | 20,4 \pm 0,3b | 20,2 \pm 0,4b | 0,0071 |
| Atividade | 603 \pm 11c | 689 \pm 13b | 723 \pm 20b | 815 \pm 16a | 851 \pm 23a | <0,0001 |

*Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa $P \leq 5\%$.

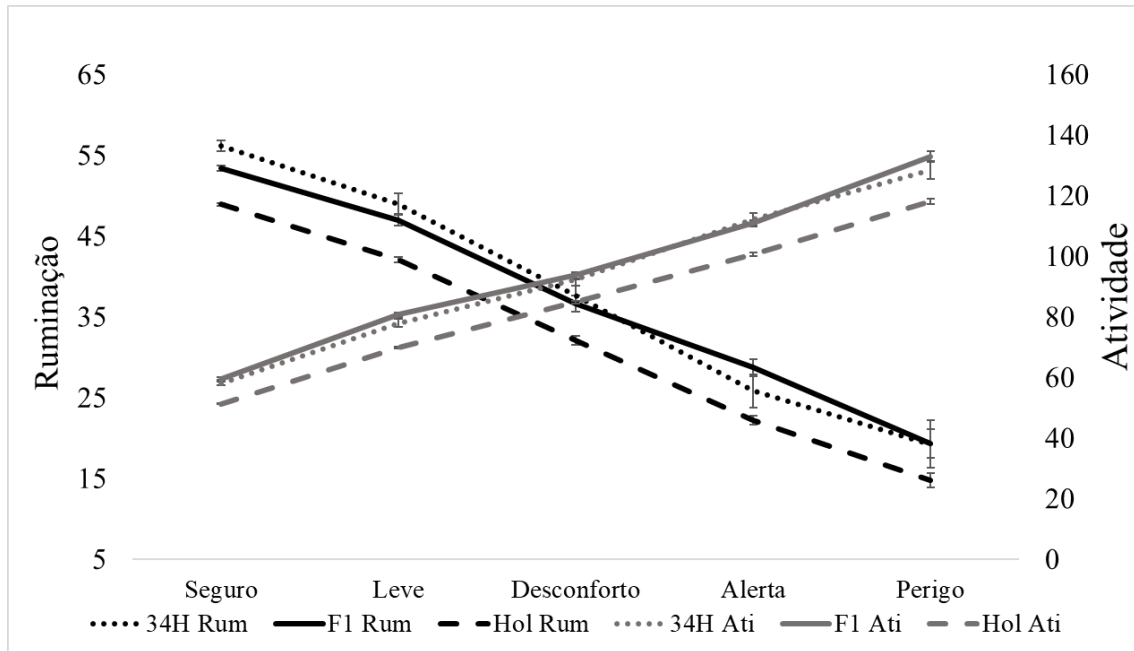


Figura 2. Tempo médio (\pm erro padrão da média) de ruminação e unidade de atividade para vacas Holandês, mestiças F1 ($\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey) e mestiças R1 ($\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Jersey) nas classes seguro, leve, desconforto, alerta e perigo do índice de temperatura e umidade no período de duas horas.

DISCUSSÃO

Utilizamos os dados de ITU para melhor caracterizar as condições ambientais. Os maiores valores de ITU foram observados no verão, condição esperada. No entanto, na primavera e outono também foram observados picos mais elevados de ITU, não sendo característico das estações. Além disso, pelo valor médio é possível observar que dificilmente os valores de ITU atingem a classe desconforto, mesmo no verão, devido às baixas temperaturas noturnas. Nesse sentido, a simples análise de estação não caracteriza adequadamente as condições ambientais, pelas variações dentro de cada estação e pelas particularidades da região do estudo.

A ausência de diferença na produção de leite entre os três grupamentos genéticos (Tabela 2), diferiu de outros trabalhos, nos quais a raça Holandês obteve maior produção (HEINS et al., 2008a; PRENDIVILLE; PIERCE; BUCKLEY, 2009; VANCE et al., 2012a, 2013). No entanto, os resultados foram similares aos de Felipe, Gomes, Thaler Neto, (2017), os quais também não observaram diferença entre os três grupamentos genéticos avaliados. Bjelland et al., (2011) comparando vacas $\frac{3}{4}$ Holandês oriunda do cruzamento entre vacas Holandês com touros F1 Holandês x Jersey não provados, observaram uma produção de 11456 e 12645 kg/vaca/lactação, respectivamente, as quais produziram 91% do total das puras

Holandês. Apesar de não diferir entre grupamentos, a produção das vacas mestiças F1 representou 96% da produção total das puras Holandês, semelhante ao que foi encontrado em outros trabalhos (AULDIST et al., 2007; HEINS et al., 2008a; LOPEZ-VILLALOBOS et al., 2000). Isso é atribuído ao vigor híbrido e complementariedade que influenciam positivamente na produção e teores de sólidos do leite (AHLBORN-BREIER; HOHENBOKEN, 1991).

A maior produção de leite corrigido para energia por 100 kg de peso vivo, para mestiças F1, está de acordo com o trabalho de Prendiville et al., (2009). Observamos ainda que a produção de leite por 100 kg de peso vivo semelhante entre Holandês e mestiças F1, estas, superior a mestiças R1. Estas informações demonstram a maior eficiência de produção para mestiças F1 (PRENDIVILLE et al., 2009), podendo estar associada a maior capacidade de consumo por unidade de peso corporal, como observado no trabalho de Beecher et al., (2014).

Salientamos o elevado teor de gordura e proteína nos três grupamentos genéticos, observado em nosso estudo, valores estes levemente superiores aos de Felipe; Gomes; Thaler Neto (2017), em condições experimentais semelhantes. A superioridade das vacas mestiças em relação as Holandês para o teor de gordura (Tabela 2) também foi observado em outros trabalhos similares (ANDERSON et al., 2007; AULDIST et al., 2007; PRENDIVILLE; PIERCE; BUCKLEY, 2009; VANCE et al., 2012a; THALER NETO; RODRIGUES; CÓRDOVA, 2013), atribuído a heterose e complementariedade, reflexo da maior composição do leite associado a raça Jersey (AIKMAN; REYNOLDS; BEEVER, 2008). O maior teor de proteína para mestiças F1, intermediário para mestiças R1 e menor para Holandês, diferiu do trabalho de Felipe, Gomes, Thaler Neto, (2017) que não observaram diferença para esta característica entre os três grupamentos genéticos. Nos trabalhos de Auldíst et al., 2007 e Prendiville; Pierce; Buckley, (2009), foram observadas diferenças superior ($P < 0,0001$) para teores de proteínas para mestiças F1 em relação as Holandês (3,84 vs. 3,49% e 3,40 vs. 3,26%, respectivamente).

A ausência de diferença para produção de gordura e gordura + proteína, entre vacas mestiças F1 em relação as puras Holandês e mestiças R1 demonstra o potencial produtivo deste grupamento genético. Salientamos, no entanto, a superioridade das vacas mestiças R1 em relação as puras Holandês, que diferiram de outros trabalhos como o de Bjelland et al., (2011) e Felipe; Gomes; Thaler Neto, (2017). No entanto a superioridade das vacas mestiças F1 em relação aos demais grupamentos, para produção de gordura + proteína por 100 kg de peso vivo, demonstra a eficiência destas para a produção de sólidos, corroborando com o trabalho de Prendiville; Pierce; Buckley, (2009) e Vance et al., (2012b), atribuídos a complementariedade e vigor híbrido.

Apesar da diferença para o teor de lactose entre os grupamentos, todos apresentavam valores dentro do que é proposto pela IN 76/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018). Vacas mestiças F1 apresentaram menor teor de lactose em relação as demais (Tabela 2), podendo ser justificado pelo maior escore de células somáticas (ECS) deste grupamento. No estudo de Alessio et al., (2016) foi observado uma redução no teor de lactose com o aumento do ECS, devido a uma redução na síntese de lactose pelas células epiteliais, bem como a passagem da lactose do alvéolo mamário para corrente sanguínea pelo aumento da permeabilidade das *tigh junctions*.(SCHNEEBERGER; LYNCH, 1992)

Nos trabalhos de Heins et al., (2008a) e Prendiville et al., (2010a) não foram observadas diferenças no ECS entre mestiças F1 Holandês x Jersey e puras Holandês. Dal Pizzol, et al., (2014) observaram que vacas mestiças F1 Holandês x Jersey apresentaram menor ECS em relação as puras Holandês (3,74 vs. 2,84, respectivamente, $P < 0,0001$). Entretanto, nosso resultado corrobora com o de Vance et al., (2012b), no qual vacas mestiças apresentaram maior ECS, o qual pode ser justificado pela baixa heterose para esta característica (PRENDIVILLE et al., 2010a). VanRaden; Sanders, (2003) também observaram uma baixa heterose geral para ECS (0,016), sendo positiva (desfavorável), além disso, o aumento da produção em decorrência do vigor híbrido pode aumentar o estresse no úbere causando um pequeno aumento líquido do ECS. Bjelland et al., (2011) encontraram maior ECS para vacas $\frac{3}{4}$ Holandês x Jersey em relação as puras Holandês, diferindo do nosso estudo. O maior ECS para mestiças F1 pode ser justificado ainda pela conformação da glândula mamária, de acordo com Parizotto Filho et al., (2017) vacas mestiças apresentam maior profundidade e *udder clearance*, fatores predisponentes para aumento da contagem de células somáticas (CCS).

Os parâmetros físicos do leite dos três grupamentos genéticos avaliados estão em conformidade ao que é proposto pela IN 76/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018). A menor estabilidade do leite ao teste do álcool de vacas mestiças em relação às puras Holandês diferiram do que era esperado. O leite de vacas Jersey tendem apresentar maior estabilidade de coagulação ao teste do álcool em relação as puras Holandês, pelo seu maior teor de proteína total, quantidade da variante B da κ -caseína e outros componentes como caseína, cálcio e fósforo, que fornecem maior resistência as moléculas de caseína (JENSEN et al., 2012). No entanto, apesar do maior teor de proteína total e caseína no leite de vacas mestiças F1, a menor estabilidade do leite ao teste do álcool pode estar relacionada ao maior ECS, o que foi encontrado nos trabalhos de Marques et al., (2007) e Oliveira, et al., (2013); Oliveira, et al., (2011), os quais identificaram maior contagem de células somáticas no leite instável ($P < 0,05$), quando comparado com o valor médio obtido para o leite estável. No

entanto, Machado et al., (2017) e Zanela et al., (2009) não observaram relação entre maior CCS e instabilidade do leite. Mestiças R1 não diferiram das puras Holandês em relação ao ECS e apresentaram menor estabilidade.

Com o aumento da CCS pode ocorrer um aumento na permeabilidade vascular, elevando as concentrações de plasminas no leite, causando hidrólise das moléculas de caseína, reduzindo assim a estabilidade das mesmas (OLIVEIRA; TIMM, 2006; MARÉCHAL et al., 2011). Além disso, pode aumentar a passagem de cálcio sanguíneo, permanecendo na forma solúvel no leite, observando-se uma redução na estabilidade das proteínas e conseqüentemente uma diminuição na estabilidade ao teste do álcool (MACHADO et al., 2017). Com o aumento da passagem de minerais como cálcio, fosforo e sódio pelas *tigh junctions* tem-se um aumento no pH do leite e conseqüentemente uma redução da acidez titulável (MARÉCHAL et al., 2011). Observamos em nosso estudo que mestiças F1 apresentaram menor acidez titulável em relação aos demais grupamentos apesar dos maiores teores de proteínas e caseína, podendo ser causado por essa relação acima descrita.

A maior produção de leite nas classes mais baixa de ITU, está de acordo com Gantner et al., (2011), os quais observaram uma redução de até 0,9 litros de leite/dia quando o ITU atingia valores acima do limite crítico estabelecido (>72). O mesmo foi encontrado por Zimelman et al., (2009), os quais observaram reduções na produção de leite a partir de um ITU de 68, sendo observada uma perda diária de até 2,2 litros nas classes mais altas de ITU. Com o aumento da temperatura, houve uma redução nos teores de sólidos em geral, conseqüentemente, uma diminuição da produção diária dos mesmos, corroborando com os achados de Bouraoui et al., (2002), Gantner et al., (2011) e Wheelock et al., (2010) os quais observaram uma redução nos teores de gordura, proteína e lactose. Esse fato pode ser atribuído ao menor consumo de matéria seca (CMS), como relatado em outros trabalhos (BOURAOUI et al., 2002; BERNABUCCI et al., 2010; WHEELLOCK et al., 2010; GANTNER et al., 2011; GORNIK et al., 2014; KÖNYVES et al., 2017) como forma de reduzir o calor metabólico gerado pela fermentação ruminal (TAPKI; ŞAHIN, 2006; GORNIK et al., 2014), o mesmo observado em nosso estudo. A redução no CMS é responsável por até 50% da diminuição da produção e alterações na composição (WHEELLOCK et al., 2010). Além disso, em situações de estresse térmico são relatados aumento nos fatores de necrose tumoral- α (TNF- α) (MIN et al., 2016) e lipopolissacarídeos (LPS) pelo aumento da permeabilidade intestinal, (SANZ FERNANDEZ et al., 2015) os quais ativam o sistema imune que consome glicose como forma de geração de energia, reduzindo assim a disponibilidade para síntese do leite (WHEELLOCK et al., 2010; SANZ FERNANDEZ et al., 2015; KVIDERA et al., 2017).

Apesar de não ser tão acentuada a diminuição no consumo, observamos efeitos na estabilidade do leite ao teste do álcool, tendo em vista ser um dos fatores responsáveis pela diminuição da estabilidade, como relatado por Stumpf et al., (2013) onde foi observado que vacas sob restrição alimentar de 50% apresentaram uma menor estabilidade no leite ao teste do álcool, justificado pelo aumento da permeabilidade vascular. Além disso, altas temperaturas, estresse e estresse oxidativo também aumentam a permeabilidade vascular da glândula mamária (TAO et al., 2018; WENG et al., 2018; LIN et al., 2019), ocorrendo assim a passagem de psalminas e substâncias que alteram o equilíbrio salino do leite ocorrendo facilmente a precipitação ao teste do álcool (STUMPF et al., 2013). Essa relação ficou bem evidente em nosso trabalho, o qual diminuiu ($<0,0001$) a estabilidade do leite ao teste do álcool com o aumento do ITU.

Em relação aos parâmetros fisiológicos, não houve diferença entre grupamentos genéticos para frequência cardíaca e respiratória e temperatura retal (Tabela 2), embora tenha sido relatada diferenças entre as raças Holandês e Jersey por Martello et al., (2010) e Muller, Botha, (1993). Podemos atribuir o nosso achado a similaridade na produção de leite entre os grupamentos genéticos, tendo em vista vacas com maior produtividade apresentarem aumento destes indicadores fisiológicos (SPIERS et al., 2004). Entretanto, observamos aumentos em todos os indicadores com o aumento do ITU, resultados estes que corroboram com os de Zimbelman et al., (2009) e Spiers et al., (2004). O aumento da frequência respiratória é o principal mecanismo compensatório na dissipação de calor através da evaporação, afim de manter a homeotermia (MARTELLO et al., 2010; COLLIER; RENQUIST; XIAO, 2017; DE VASCONCELOS et al., 2019). Esse aumento da frequência respiratória ocorre pela estimulação direta do calor sobre os receptores periféricos, que transmitem impulsos diretos ao hipotálamo o qual estimula o aumento da ventilação (GANAIE et al., 2013). O aumento da temperatura retal ocorre, pois com o aumento do ITU as trocas de calor ficam dificultadas, acumulando assim a temperatura corporal (GANAIE et al., 2013).

O peso corporal das vacas mestiças F1 foi menor em relação aos outros grupamentos genéticos (Tabela 2), resultado esperado tendo em vista o menor tamanho corporal da raça Jersey, corroborando com os achados de Lopez-Villalobos et al., (2000), Prendiville; Pierce; Buckley (2009) e Vance et al., (2012) embora o peso corporal encontrado em nosso trabalho tenha sido superior. Apesar de não haver trabalhos incluindo animais $\frac{3}{4}$ Holandês, a ausência de diferença de peso entre Holandês já era esperado, pelo maior grau de sangue das mesmas influenciar positivamente no peso corporal. Em relação ao escore de condição corporal (ECC), mestiças F1 não diferiram das puras Holandês, sendo superior para mestiças R1, diferindo de

diversos outros trabalhos (AULDIST et al., 2007; HEINS et al., 2008b; PRENDIVILLE et al., 2011; VANCE et al., 2012b), os quais encontraram maior ECC para mestiças em relação as puras Holandês. No entanto, a ausência de diferença entre F1 e Holandês pode estar relacionado à similaridade do nível de produção destas, e pelas diferenças na eficiência de produção entre os grupamentos genéticos, observado pela produção de leite por 100 kg de peso vivo (Tabela 2). Quando comparando as duas variáveis em relação ao ITU, observou-se uma relação inversa, ou seja, com o aumento do ITU houve uma diminuição no peso corporal e ECC, podendo estar relacionado ao CMS, que também diminuiu.

A estimativa de CMS foi feita a partir da equação do National Research Council (NRC, 2001), com base no trabalho de Zanin; Henrique; Fluck, (2017) no qual foi o melhor preditor de consumo observado. Observamos em nosso trabalho um maior CMS para mestiças R1 (21,30 kg/vaca/dia) em relação as puras Holandês (20,63 kg/vaca/dia) e mestiças F1 (20,22 kg/vaca/dia), as quais não diferiram entre si (Tabela 2). Prendiville; Pierce; Buckley, (2009) também não observaram diferença no CMS entre vacas Holandês e mestiças F1, porém com valores menores (16,9 e 16,2 kg/dia, respectivamente), no entanto podendo estar relacionado ao menor peso das vacas nesse estudo em relação ao nosso. Heins et al., (2008a) obtiveram valores superiores ao encontrado em nosso trabalho, porém, neste trabalho, as vacas estavam confinadas recebendo ração total misturada (RTM), sendo que o consumo foi semelhante entre vacas mestiças F1 e Holandês puras (22 e 22,7 kg, respectivamente). Vance et al., (2012a) observaram um consumo similar para mestiças F1 (H x J) em relação as puras Holandês em sistema de pastejo, de aproximadamente 16,1 vs. 16,3 kg de MS/dia, respectivamente e em confinamento o consumo foi de 21% maior que em pastejo, entretanto sem diferença entre os grupamentos. Vance et al., (2010) também observaram consumo similar entre os grupamentos em pastejo, apesar do menor peso corporal das vacas mestiças. Apesar de vacas Jersey apresentarem menor peso corporal e menor produção, estas apresentaram maior ingestão por unidade de peso vivo Prendiville; Pierce; Buckley, (2009), pelo seu maior trato digestivo em relação ao peso corporal (AIKMAN; REYNOLDS; BEEVER, 2008) o que pode ser observado também nas vacas mestiças. Além disso, o nível de produção de leite corrigido para energia foi bastante expressivo, tornado assim o consumo maior.

A redução do CMS com o aumento do ITU ocorre porque em altas temperaturas o centro de resfriamento rostral do hipotálamo estimula o centro de saciedade medial, o qual inibe o centro de apetite lateral, ocorrendo uma redução no CMS (SILANIKOVE, 2000; KADZERE et al., 2002). Com essa redução no CMS tem-se ainda uma redução no incremento calorico a

partir da fermentação da digesta e do metabolismo (TAPKI; ŞAHIN, 2006; GORNIK et al., 2014; COLLIER; RENQUIST; XIAO, 2017).

O tempo médio de ruminação menor para Holandês em relação às mestiças, bem como o menor tempo de ruminação por kg de MS ingerido, diferiu do trabalho de Prendiville; Pierce; Buckley, (2010b), o qual observou maior tempo de ruminação para vacas Holandês em relação às mestiças F1, o que pode ser atribuído ao maior consumo de forragem. Aikman; Reynolds; Beever, (2008), comparando vacas Holandês e Jersey em sistema de confinamento, observaram um maior tempo de ruminação por kg de MS para vacas Jersey, atribuindo ao seu menor tamanho corporal, conseqüentemente menor tamanho da boca. Vacas mestiças R1, apesar de tamanho corporal semelhante às puras Holandês, podemos atribuir o maior tempo de ruminação ao maior CMS.

Na Tabela 3 foram consideradas o ITU máximo do dia da coleta, com isso, a diminuição da ruminação conforme aumento do ITU não foi muito expressiva, pois as vacas conseguem compensar o menor CMS e tempo de ruminação nas horas mais frescas do dia, normalmente a noite (SORIANI; PANELLA; CALAMARI, 2013; ABENI; GALLI, 2017). Quando avaliado a relação entre ruminação em intervalos de duas horas, com ITU correspondente ao mesmo período, essa relação de diminuição fica mais evidente (Figura 2), observada nos três grupamentos genéticos do estudo. A diminuição do tempo de ruminação com o aumento da temperatura ambiental tem sido reportada por diversos trabalhos (TAPKI; ŞAHIN, 2006; BERNABUCCI et al., 2010; MOALLEM et al., 2010; SORIANI; PANELLA; CALAMARI, 2013; MORETTI et al., 2017), sendo relacionado a menor taxa de passagem da digesta, reduzindo a ingestão, ruminação e motilidade do trato gastrointestinal (SILANIKOVE, 2000; ABENI; GALLI, 2017). No entanto, são relatados efeitos diretos sobre o tempo de ruminação, que desencadeia um menor CMS e conseqüentemente menor produção de leite (MOALLEM et al., 2010; SORIANI; PANELLA; CALAMARI, 2013). Moretti et al., (2017), relataram que o estresse térmico ativa mecanismos fisiológicos e metabólicos, que culminam na redução do CMS, e este é o fator inicial para redução do tempo de ruminação. Outro mecanismo plausível que justifica foi apontado por Soriani; Panella; Calamari, (2013), os quais citaram que a mastigação e a ruminação são prejudicadas pela respiração ofegante quando o ITU estiver elevado, diminuindo a taxa de passagem e reduzindo também o CMS. Embora houve um aumento na frequência respiratória com aumento do ITU em nosso estudo, não podemos atribuí-lo como fator determinante na redução do tempo de ruminação, pois essa avaliação foi realizada apenas uma vez ao dia.

Outro fator que está diretamente relacionado ao menor tempo de ruminação nas classes mais altas de ITU é que as vacas normalmente ruminam nos períodos noturnos, que coincidem com as classes mais baixa de ITU (SORIANI; PANELLA; CALAMARI, 2013; ABENI; GALLI, 2017). Embora não esteja completamente elucidado o fator inicial, a relação entre as variáveis diminuição do CMS, tempo de ruminação e produção de leite já estão bem estabelecidas e corroboram com nossos achados.

Vacas mestiças R1 apresentaram maior atividade que vacas Holandês, estas não diferindo das mestiças F1 (Tabela 2). Stone et al., (2017) observaram menor unidade de atividade em seu trabalho (112,1 a 506,6), comparado ao nosso (488 a 1233), estando relacionado ao sistema de confinamento o qual a redução na locomoção é evidente. No mesmo trabalho comparando vacas Holandês, Jersey e mestiças (oriundas do cruzamento de Holandês com Jersey, Sueco Vermelho, e Pardo Suíço), observaram maior unidade de atividade para vacas mestiças. Em nosso trabalho, podemos de certa forma atribuir a maior atividade ao sistema de produção, que demanda maior tempo de pastejo. No entanto não podemos atribuí-lo como único argumento, pois a literatura ainda é muito escassa.

Quando avaliado a atividade em relação ao aumento do ITU (Tabela 3) e (Figura 2) observamos também um aumento na atividade ($<0,0001$), contrariando a hipótese anterior e outros estudos que observam diminuição da atividade em períodos de estresse térmico (POLSKY; VON KEYSERLINGK, 2017). A partir disso, sugerimos que o aumento da atividade conforme aumento do ITU esteja relacionado ao aumento da frequência respiratória e ofegação. Esses movimentos, mesmo que sutis contabilizam no aumento da atividade, tendo em vista os colares utilizados possuem acelerômetros de três eixos altamente sensíveis a movimentos contínuos para frente e para trás, laterais e rotação de pescoço (SCHIRMANN et al., 2009; VÁZQUEZ DIOSDADO et al., 2015). Schütz; Cox; Matthews, (2008) também observaram um aumento da atividade quando ocorria aumentos nos valores ITU, justificando que vacas em estresse térmico ficam inquietas pelo desconforto, indicando ainda que as áreas de sombreamento não forneciam condições adequadas de resfriamento. No entanto, mais estudos devem ser realizados para compreender melhor essa relação entre atividade e ITU em vacas leiteiras.

CONCLUSÃO

Vacas mestiças $\frac{1}{2}$ Holandês x Jersey e $\frac{3}{4}$ Holandês apresentam desempenho produtivo similar às vacas puras Holandês, com maiores teores de sólidos. Vacas mestiças $\frac{3}{4}$ Holandês

apresentam maior consumo de matéria seca estimada, porém não diferem das ½ Holandês x Jersey para as variáveis tempo de ruminação e atividade. Não houve diferença entre grupamentos genéticos para os indicadores fisiológicos, frequência cardíaca, respiratória e temperatura retal.

Índices de temperatura e umidade elevados afetam negativamente a produção e qualidade físico-química do leite, peso, escore de condição corporal, frequência respiratória e temperatura retal, bem como consumo de matéria seca estimado e o tempo de ruminação e atividade. Não ocorreu interação entre grupamentos genéticos e o ITU para as variáveis analisadas, não havendo evidências de que algum grupo genético seja mais adaptado às condições de elevada temperatura e umidade. No entanto, as condições do ambiente no período experimental não apresentaram real desafio de estresse pelo calor aos animais por um período prolongado de tempo. Mais estudos são necessários para elucidar a relação entre estresse pelo calor e o desempenho dos diferentes grupamentos genéticos nessas condições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENI, F.; GALLI, A. Monitoring cow activity and rumination time for an early detection of heat stress in dairy cow. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, n. 3, p. 417–425, 2017.

AHLBORN-BREIER, G.; HOHENBOKEN, W. D. Additive and Nonadditive Genetic Effects on Milk Production in Dairy Cattle: Evidence for Major Individual Heterosis. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 2, p. 592–602, 1991. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78206-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78206-4)>.

AIKMAN, P. C.; REYNOLDS, C. K.; BEEVER, D. E. Diet digestibility, rate of passage, and eating and rumination behavior of Jersey and Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 3, p. 1103–1114, 2008.

ALESSIO, D. R. M. et al. Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows¹. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2641–2652, 2016.

ANDERSON, T. et al. C Lactating S : Performance of Jersey and Jersey- Holstein Crossbred Versus Holstein Cows in a Wisconsin Confinement Dairy Herd. **The Professional Animal Scientist**, v. 23, n. 5, p. 541–545, 2007. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1532/S1080-7446\(15\)31017-2](http://dx.doi.org/10.1532/S1080-7446(15)31017-2)>.

AULDIST, M. J. et al. Comparative Reproductive Performance and Early Lactation Productivity of Jersey × Holstein Cows in Predominantly Holstein Herds in a Pasture-Based Dairying System. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 10, p. 4856–4862, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-869>>.

BEECHER, M. et al. Gastrointestinal tract size, total-tract digestibility, and rumen microflora

in different dairy cow genotypes. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 6, p. 3906–3917, 2014.

BENAISSA, S. et al. On the use of on-cow accelerometers for the classification of behaviours in dairy barns. **Research in Veterinary Science**, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.10.005>>.

BERNABUCCI, U. et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167–1183, 2010.

BERTOCCHI, L. et al. Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. **Animal**, v. 8, n. 4, p. 667–674, 2014.

BJELLAND, D. W. et al. Production , reproduction , health , and growth traits in backcross Holstein × Jersey cows and their Holstein contemporaries 1. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 5194–5203, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4300>>.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 76 e 77 de 30 de novembro de 2018. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/11/2018&jornal=515&pagina=9&totalArquivos=318> e <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/11/2018&jornal=515&pagina=10&totalArquivos=318>.

BORCHERS, M. R. et al. A validation of technologies monitoring dairy cow feeding, ruminating, and lying behaviors. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 9, p. 7458–7466, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10843>>.

BOURAOUI, R. et al. TECHNICAL NOTE: DESIGN OF A LARGE VARIABLE TEMPERATURE CHAMBER FOR HEAT STRESS STUDIES IN RABBITS Rabbit meat production has traditionally been typical of Mediterranean countries located in. **Anim. Res.**, v. 51, n. June, p. 479–491, 2002.

COLLIER, R. J.; RENQUIST, B. J.; XIAO, Y. A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10367–10380, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13676>>.

DAL PIZZOL, J. G. et al. Contagem de células somáticas em vacas da raça Holandesa e mestiças Holandês x jersey. **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n. 1, p. 46–50, 2014.

DAL PIZZOL, J. G. et al. Comparação entre vacas puras Holandês e mestiças Holandês x Jersey quanto à sanidade, imunidade e facilidade de parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 4, p. 955–961, 2017.

DE OLIVEIRA, C. A. F. et al. Composição, contagem de células somáticas e frações de caseína em leites instáveis ao etanol. **Acta Scientiarum - Technology**, v. 35, n. 1, p. 153–156, 2013.

DE VASCONCELOS, A. M. et al. Adaptive profile of dairy cows in a tropical region. **International Journal of Biometeorology**, 2019.

ELISCHER, M. F. et al. Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from

dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6412–6422, 2013.

EVELINE E. SCHNEEBERGER AND ROBERT D. LYNCH. Structure, function, and regulation of cellular tight junctions. **American Physiological Society**, v. 262, n. 3, p. 647–661, 1992.

FELIPPE, E. W.; GOMES, I. P. D. O.; THALER NETO, A. Comparação de vacas mestiças Holandês x Jersey com vacas puras quanto à eficiência produtiva e reprodutiva. **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 2, p. 48–54, 2017.

FERGUSON, J. D.; GALLIGAN, D. T.; THOMSEN, N. Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 9, p. 2695–2703, 1994. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)>.

GANAIÉ, A. H. et al. Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines. **Journal of Veterinary Science and Technology**, v. 4, n. 1, p. 423–430, 2013.

GANTNER, V. et al. Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. **Mljekarstvo**, v. 61, n. 1, p. 56–63, 2011.

GONZÁLEZ, L. A. et al. Behavioral classification of data from collars containing motion sensors in grazing cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 110, p. 91–102, 2015.

GORNIK, T. et al. Impact of mild heat stress on dry matter intake, milk yield and milk composition in mid-lactation Holstein dairy cows in a temperate climate. **Archives of Animal Nutrition**, v. 68, n. 5, p. 358–369, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/1745039X.2014.950451>>.

HEINS, B. J. et al. Crossbreds of Jersey×Holstein Compared with Pure Holsteins for Production, Fertility, and Body and Udder Measurements During First Lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 3, p. 1270–1278, 2008a. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030208713857>>.

HEINS, B. J. et al. Crossbreds of Jersey x 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. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3716–3722, 2008b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1094>>.

HEINS, B. J. et al. Short communication: Jersey × Holstein crossbreds compared with pure Holsteins for production, mastitis, and body measurements during the first 3 lactations. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 1, p. 501–506, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3232>>.

JENSEN, H. B. et al. Distinct composition of bovine milk from Jersey and Holstein-Friesian cows with good, poor, or noncoagulation properties as reflected in protein genetic variants and isoforms. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 12, p. 6905–6917, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5675>>.

KADZERE, C. T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: A review. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 1, p. 59–91, 2002.

KAMPHUIS, C. et al. Field evaluation of 2 collar-mounted activity meters for detecting cows in estrus on a large pasture-grazed dairy farm. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 6, p. 3045–3056, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4934>>.

KÖNYVES, T. et al. Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of holstein-frisian cows in different year seasons. **Thai Journal of Veterinary Medicine**, v. 47, n. 1, p. 15–23, 2017.

KVIDERA, S. K. et al. Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 2360–2374, 2017.

LIN, S. xin et al. Effects of stocking density on oxidative stress status and mammary gland permeability in early lactating dairy cows. **Animal Science Journal**, v. 90, n. 7, p. 894–902, 2019.

LOPEZ-VILLALOBOS, N. et al. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 144–153, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74865-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74865-X)>.

MACHADO, S. C. et al. Seasonal variation, method of determination of bovine milk stability, and its relation with physical, chemical, and sanitary characteristics of raw milk. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 4, p. 340–347, 2017.

MARÉCHAL, C. Le et al. Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products-A review. **Dairy Science and Technology**, v. 91, n. 3, p. 247–282, 2011.

MARQUES, L. et al. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (lina) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. **Revista brasileira de agrociencia**, v. 13, n. 1, p. 91–97, 2007.

MARTELLO, L. S. et al. Alternative body sites for heat stress measurement in milking cows under tropical conditions and their relationship to the thermal discomfort of the animals. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, n. 6, p. 647–652, 2010.

MARTISKAINEN, P. et al. Cow behaviour pattern recognition using a three-dimensional accelerometer and support vector machines. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 119, n. 1–2, p. 32–38, 2009.

MIGLIOR, F. et al. Genetic analysis of milk urea nitrogen and lactose and their relationships with other production traits in Canadian holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 5, p. 2468–2479, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-487>>.

MIN, L. et al. Long-term heat stress induces the inflammatory response in dairy cows revealed by plasma proteome analysis. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 471, n. 2, p. 296–302, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.01.185>>.

MOALLEM, U. et al. Performance of high-yielding dairy cows supplemented with fat or concentrate under hot and humid climates. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 7, p. 3192–3202, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2979>>.

MORETTI, R. et al. Heat stress effects on Holstein dairy cows' rumination. **Animal**, v. 11, n. 12, p. 2320–2325, 2017.

MULLER, C. J. C.; BOTHA, J. A. Effect of summer climatic conditions on different heat tolerance indicators in primiparous Friesian and Jersey cows. **South African Journal of Animal Science**, v. 23, n. 3–4, p. 98–103, 1993. Disponível em: <<https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/138482>>.

NARDONE, A. et al. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, n. 1–3, p. 57–69, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>>.

OLIVEIRA, C. A. F. et al. Composição e características físico-químicas do leite instável não ácido recebido em laticínio do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 1909–1909, 2011.

OLIVEIRA, D. S.; TIMM, C. D. Composição do leite com instabilidade da caseína. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 259–263, 2006.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 8645–8657, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-12651>>.

PRENDIVILLE, R. et al. Comparative grazing behavior of lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows and its association with intake capacity and production efficiency. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 764–774, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2659>>.

PRENDIVILLE, R. et al. Serum Proteins , Hemoglobins and Erythrocyte Enzymes of Brazilian Cayapo Indians Author (s): F . M . Salzano , J . V . Neel , L . R . Weitkamp and J . P . Woodall Published by : Wayne State University Press Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/4146>. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 44, n. 3, p. 443–458, 2011.

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

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F 1 cross with regard to milk yield , somatic cell score , mastitis , and milking characteristics under grazing conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 6, p. 2741–2750, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2791>>.

QIAO, F. et al. Kinetics of glucose transport and sequestration in lactating bovine mammary glands measured in vivo with a paired indicator/nutrient dilution technique. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 799–806, 2005.

REITER, S. et al. Evaluation of an ear-tag-based accelerometer for monitoring rumination in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 4, p. 3398–3411, 2018. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-12686>>.

ROBERTO PARIZOTTO FILHO, R. et al. Archives of Veterinary Science. **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 2, p. 33–43, 2017.

SANZ FERNANDEZ, M. V. et al. Heat stress increases insulin sensitivity in pigs. **Physiological Reports**, v. 3, n. 8, p. 1–12, 2015.

SCHIRMANN, K. et al. Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 6052–6055, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2361>>.

SCHIRMANN, K. et al. Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 6, p. 3212–3217, 2012. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212002950>>.

SCHÜTZ, K. E.; COX, N. R.; MATTHEWS, L. R. How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 114, n. 3–4, p. 307–318, 2008.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1–2, p. 1–18, 2000.

SORIANI, N.; PANELLA, G.; CALAMARI, L. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5082–5094, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6620>>.

SPIERS, D. E. et al. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. **Journal of Thermal Biology**, v. 29, n. 7- 8 SPEC. ISS., p. 759–764, 2004.

STONE, A. E. E. et al. Influence of breed, milk yield, and temperature-humidity index on dairy cow lying time, neck activity, reticulorumen temperature, and rumination behavior. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 2395–2403, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11607>>.

STUMPF, M. T. et al. Severe feed restriction increases permeability of mammary gland cell tight junctions and reduces ethanol stability of milk. **Animal**, v. 7, n. 7, p. 1137–1142, 2013.

TAO, S. et al. Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function 1. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 6, p. 5642–5654, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13727>>.

TAPKI, I.; ŞAHIN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99, n. 1–2, p. 1–11, 2006.

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

THOM, E. C. The Discomfort Index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57–61, 1959.

VANCE, E. R. et al. Food intake and feeding behaviour of Holstein-Friesian and Jersey x Holstein-Friesian crossbred dairy cows. **Advances in Animal Biosciences**, v. 1, n. 1, p. 141–141, 2010.

VANCE, E. R. et al. A comparison of the feeding and grazing behaviour of primiparous Holstein-Friesian and Jersey x Holstein-Friesian dairy cows. p. 45–61, 2012a.

VANCE, E. R. et al. Food intake , milk production , and tissue changes of Holstein-Friesian and Jersey x Holstein-Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-input total confinement system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1527–1544, 2012b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4410>>.

VANCE, E. R. et al. Comparison of the performance of Holstein-Friesian and Jersey x Holstein-Friesian crossbred dairy cows within three contrasting grassland-based systems of milk production. **Livestock Science**, v. 151, n. 1, p. 66–79, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.10.011>>.

VANRADEN, P. M.; SANDERS, A. H. Economic merit of crossbred and purebred US dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 3, p. 1036–1044, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73687-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73687-X)>.

VÁZQUEZ DIOSDADO, J. A. et al. Classification of behaviour in housed dairy cows using an accelerometer-based activity monitoring system. **Animal Biotelemetry**, v. 3, n. 1, p. 1–14, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s40317-015-0045-8>>.

WENG, X. et al. Effects of heat stress and dietary zinc source on performance and mammary epithelial integrity of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 2617–2630, 2018.

WHEELOCK, J. B. et al. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 644–655, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2295>>.

ZANELA, M. B. et al. Ocorrência do leite instável não ácido no noroeste do Rio Grande do Sul. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 4, p. 1009–1013, 2009.

ZANIN, E.; HENRIQUE, D. S.; FLUCK, A. C. Avaliação de equações para estimar o consumo de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 18, n. 1, p. 76–88, 2017.

ZIMBELMAN, R. B. et al. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. **Proceedings of the ...**, p. 158–169, 2009. Disponível em: <http://animal.cals.arizona.edu/swnmc/Proceedings/2009/14Collier_09.pdf>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstra que os sistemas de monitoramento eletrônico apresentam uma boa eficiência na determinação dos comportamentos ingestivo de vacas em sistemas de pastejo. Observação visual direta, com intervalos de até 15 minutos, são suficientes para ser usado na determinação dos comportamentos ingestivo, sem perder a acurácia dos dados. Essas informações são importantes principalmente para pesquisas que avaliam comportamento animal, tendo em vista serem realizadas na sua grande maioria por observações visuais diretas.

O segundo estudo, utilizando o cruzamento entre as raças Holandês e Jersey, demonstrou ser eficiente em termos de produção, com bons desempenhos nos teores e produção de sólidos. Além disso, mestiças F1 podem ser utilizadas como matrizes nos rebanhos, tendo em vista o adequado desempenho das mestiças R1 em termos de produção, qualidade físico-químico e saúde da glândula mamária. Vacas mestiças trazem consigo a vantagem da heterose e complementariedade em todas as gerações, independentemente do nível, sendo benéfica para diversas características produtivas e funcionais. Nosso trabalho, traz ainda, importantes avanços na compreensão dos comportamentos ingestivo dos diferentes grupamentos genéticos. Podemos observar ainda, o efeito negativo das elevadas classes de ITU, sobre a produção, composição e parâmetros físicos do leite, bem como relacionados aos parâmetros fisiológicos e comportamentais. Outra importante informação é o fato de que a ausência de interação entre grupamento genético e ITU nos remete ao fato de não haver evidência de que algum dos grupamentos genéticos estudados apresenta maior adaptação às condições de estresse térmico. No entanto, as condições do ambiente no período experimental não apresentaram real desafio de estresse pelo calor aos animais por um período prolongado de tempo. Mais estudos são necessários para elucidar a relação entre estresse pelo calor e o desempenho dos diferentes grupamentos genéticos nessas condições.