

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PREDIÇÃO E COMPORTAMENTO DO PARTO EM BOVINOS DA RAÇA  
HOLANDESA**

JOÃO BATISTA GONÇALVES COSTA JUNIOR

Zootecnista/UFRRJ

Mestre em Zootecnia/UEM

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em  
Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil

Fevereiro, 2014

### CIP - Catalogação na Publicação

Gonçalves Costa Junior, João Batista  
Predição e Comportamento do Parto em bovinos da  
raça Holandesa / João Batista Gonçalves Costa Junior.  
-- 2014.  
149 f.

Orientador: Júlio Otávio Jardim  
Barcellos. Coorientador: José Braccini  
Neto.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Curva Roc. 2. Teste de desempenho. 3.  
Estágio do parto. 4. Distocia. 5. Manejo. I.  
Jardim  
Barcellos, Júlio Otávio , orient. II. Braccini  
Neto, José, coorient. III. Título.



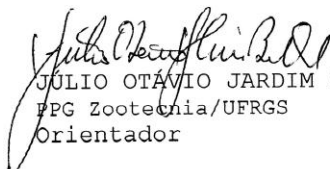
JOÃO BATISTA GONÇALVES COSTA JUNIOR  
Zootecnista e  
Mestre em Zootecnia

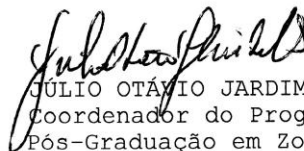
### TESE


Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de  
**DOUTOR EM ZOOTECNIA**  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil


Aprovado em: 25.02.2014  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 02.07.2014  
Por


  
JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

  
JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
PEDRO PAULO PIRES  
EMBRAPA - CNPQC

  
MÁRCIO NUNES CORREA  
UFPeI

  
EDUARDO ANTUNES DIAS  
UFRGS

  
PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade de Agronomia

*“Serenidade para aceitar o que eu não posso mudar,  
Coragem para mudar o que eu posso, e  
Sabedoria para saber a diferença uma da outra”.*

**Reihold Niebuhr**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo ânimo que me destes nestes 14 anos de estudos nas ciências agrárias. Sem sua mão divina eu não teria chegado até aqui.

A minha avó Alice (*in memoriam*), minha mãe, Kamilla e Amanda por terem me dado todo o apoio, suporte e amor.

Ao professor Júlio Otávio Jardim Barcellos por ter sido paciente comigo nos momentos de grande dificuldade, por me mostrar que às vezes devemos ser mais criteriosos em nossas escolhas para que possamos diminuir as possibilidades de falha em nossos objetivos de vida.

Aos professores Jack Whittier, Jason Ahola e Kraig Peel pelos bons momentos passados nos EUA, por acreditar nas minhas loucuras e levá-las à frente, e por ter me dado todo o apoio e orientação para a realização desse experimento.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFRGS, pelo convívio e amizade durante o curso.

A professora Connie McManus pelas ajudas e ensinamentos na área estatística, você me fez entender e gostar de estatística.

A grande família NESPRO por ter me acolhido durante esses quatro anos de doutorado, por terem me dado à oportunidade de conviver com cada um de vocês, uns mais e outros menos, construindo novos conhecimentos e valores para a vida profissional e pessoal, que serei grato de carregar por toda a vida.

A Ione Borcelli pelo apoio e socorro durante os momentos de sufoco.

Ao Marcos Bueno por todo o apoio durante a fase final da tese, carinho e atenção, você é muito importante para mim.

Muito obrigado e nos vemos pela vida.

## PREDIÇÃO E COMPORTAMENTO DO PARTO EM BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA<sup>1</sup>

Autor: JOÃO BATISTA GONÇALVES COSTA JUNIOR

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos

Co-Orientador: José Braccini Neto

**Resumo** – O foco da pesquisa foi avaliar a temperatura retículo-ruminal (Trr) como um preditor para o parto em novilhas e vacas da raça Holandesa através do teste de desempenho e a curva característica de resposta do observador (curva ROC), metodologias estatísticas utilizadas para predição de eventos, e avaliar o comportamento no processo do parto em vacas e novilhas da raça Holandesa com ênfase no estágio II. Os resultados apresentados nesta tese foram construídos a partir de uma pesquisa realizada na Universidade Estadual do Colorado – Colorado – EUA. No capítulo II foram analisados dados da Trr de 111 novilhas e 150 vacas Holandesas com o objetivo de identificar a Trr como um preditor do parto, definir a melhor base média e Trr para predizer o parto, e identificar alguma diferença na predição do parto entre as categorias estudadas. Os dados foram analisados por meio do PROC MIXED, teste de desempenho e curva ROC. No capítulo III avaliou-se o efeito do sexo e o peso ao nascer dos neonatos no intervalo de tempo durante o estágio II do parto em 82 novilhas e 101 vacas da raça Holandesa. Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED com o tempo como medida reptida no tempo. Os resultados do capítulo II indicaram que a remoção das Trr abaixo de 37,7°C permitiu melhor precisão para determinar a diferença da Trr entre os dias que antecedem ao parto. De uma forma geral a Trr mostrou ser uma ferramenta útil na predição do início do parto para ambas as categorias estudadas, e o melhor limiar para indicar o início do parto foi de -0,2°C, independente do modelo avaliado. Entretanto, as metodologias utilizadas para a construção dos modelos de predição possuem maior acurácia em uma categoria que em outra, visto que a queda da Trr é diferente entre os grupos estudados. No capítulo III observou-se que o sexo e o peso ao nascer foram variáveis que não influenciam diretamente no estágio II do parto, entretanto afetaram indiretamente em cada categoria, assim, as estratégias do manejo durante o parto devem ser diferentes entre elas. Conclui-se que a Trr e o conhecimento do processo do parto em bovinos podem ser ferramentas úteis e importantes para auxiliar o produtor de leite na detecção dos problemas durante o parto em bovinos de leite.

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (149 p.) Fevereiro, 2014.

## CALVING PREDICTION AND BEHAVIOUR IN DAIRY CATTLE<sup>1</sup>

Author: JOÃO BATISTA GONÇALVES COSTA JUNIOR

Adviser: Júlio Otávio Jardim Barcellos

Co-Adviser: José Braccini Neto

**Abstract-** The focus of the research was to evaluate the reticulo-rumen temperature (Trr) as a predictor for delivery in Holstein heifers and cows through performance testing and Receiver operating characteristic (ROC curve), statistical methodologies used for prediction of events, and evaluate the behavior in the calving process in Holstein heifers and cows with emphasis in stage II. Results presented in this thesis were constructed from a research conducted at Colorado State University - Colorado - USA. In chapter II were analyzed data from 111 Holstein heifers and 150 Holstein cows with the aim to identify the Trr as a predictor of calving, to define the best baseline and Trr to predict calving, and to identify any difference in the prediction calving for both groups. Data were analyzed by PROC MIXED, performance test, and ROC curve. In Chapter II we evaluated the effect of sex and birth weight of newborns in the time range during stage II of parturition in 82 Holstein heifers and 101 Holstein cows. Data were analyzed using the PROC MIXED with time as the repeated measure time. The results of Chapter II indicated that remove of all Trr temperatures below 37.7 °C allowed better accuracy to determine the difference of Trr temperature among days before parturition. Generally, Trr showed to be a useful tool to predicting calving for both groups, and the best threshold was - 0.2°C for each evaluated model. However, the methodologies used to building the prediction models have higher accuracy in an evaluated group than other. In Chapter III observed that calf sex and birth weight were variables that did not affect directly to stage II at calving, but they affected indirectly each studied group, thereby, the management strategies during calving should be different among groups. In conclusion, Trr and knowledge of calving process may be useful and important tools to help dairy producers in detection of calving problems during calving in dairy cattle.

---

<sup>1</sup> Doctoral Thesis in Animal Science – Agronomy Faculty, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (149 p.), February, 2014.



## SUMÁRIO

CAPITULO I .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	16
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
1.2.1. A gestação em bovinos .....	18
1.2.2. Parto em bovinos .....	22
1.2.3. Desordens no parto em bovinos .....	24
1.2.4. Hormônios reprodutivos e a regulação térmica corporal.....	25
1.2.6. Curva ROC e o Teste de desempenho .....	30
1.3. HIPÓTESES.....	32
1.4. OBJETIVOS .....	33
1.5. METODOLOGIA GERAL .....	33
CAPÍTULO II .....	38
Predição de parto em novilhas e vacas Holandesas pelo monitoramento passivo da temperatura reticuloruminal .....	40
RESUMO: .....	42
ABSTRACT: .....	43
INTRODUÇÃO .....	43
MATERIAL E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	48
CONCLUSÕES .....	58
REFERÊNCIAS.....	58
CAPÍTULO III .....	64
Comportamento do parto em novilhas e vacas da raça Holandesa .....	66
RESUMO: .....	68
ABSTRACT: .....	69
INTRODUÇÃO .....	70
MATERIAL E MÉTODOS.....	71
RESULTADOS.....	72
DISCUSSÕES.....	73

CONCLUSÃO .....	77
REFERÊNCIAS.....	78
CAPÍTULO IV.....	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
APÊNDICES .....	109
VITA.....	149

## RELAÇÃO DE TABELAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	14
<b>TABELA 1.</b> Matriz de contingência para modelos de classificação.....	30
<b>CAPÍTULO II</b> .....	38
<b>TABELA 1.</b> Temperatura reticularuminal (Trr; média ± EP) em novilhas e vacas Holandesas dos d que antecede ao parto. ....	49
<b>TABELA 2.</b> Teste de desempenho (%; Entre parênteses os intervalos com 95% de confiança) usando a temperatura reticularuminal como preditor do parto dentro de 24 ou 12 h para novilhas Holandesas.....	54
<b>TABELA 3.</b> Teste de desempenho (%; Entre parênteses os intervalos com 95% de confiança) usando a temperatura reticularuminal como preditor do parto dentro de 24 ou 12 h para vacas Holandesas.....	55
<b>TABELA 4.</b> Teste de desempenho (%; Entre parênteses os intervalos com 95% de confiança) usando a temperatura reticularuminal como preditor do parto dentro de 24 ou 12 h para novilhas e vacas Holandesas..	57
<b>CAPÍTULO III</b> .....	62
<b>TABELA 1.</b> Efeito do sexo do bezerro e categoria animal no peso ao nascimento do bezerro em fêmeas da raça Holandesa.....	73
<b>TABELA 2.</b> Efeito do peso ao nascimento do bezerro e categoria animal no intervalo de tempo entre os primeiros sinais do parto até o nascimento em fêmeas da raça Holandesa.....	74
<b>TABELA 3.</b> Efeito do peso e sexo do bezerro no intervalo de tempo entre os primeiros sinais do parto até o nascimento em novilhas da raça Holandesa.....	75
<b>TABELA 4.</b> Efeito do peso e sexo do bezerro no intervalo de tempo entre os primeiros sinais do parto até o nascimento em vacas da raça Holandesa.....	76
<b>TABELA 5.</b> Correlações entre processo de parto (PP), peso ao nascer e sexo do bezerro em novilhas e vacas da raça Holandesa.....	77

## RELAÇÃO DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	14
<b>Figura 1.</b> Eventos hormonais durante o parto.....	23
<b>Figura 2.</b> Esquema de um sistema de telemetria por rádio frequência.....	28
<b>Figura 3.</b> Esquema de transmissão de dados da Trr pelo sistema de telemetria por rádio frequência.....	29
<b>Figura 4.</b> Modelo da curva ROC.....	32
<b>CAPÍTULO II</b> .....	38
<b>Figura 1.</b> Média diária ( $\pm$ E.P) da temperatura reticuloruminal (Trr), com as Trr $\leq$ 37.7°C, das 120 h antes do parto até o parto em novilhas e vacas da raça Holandesa.....	51
<b>Figura 2.</b> Média diária ( $\pm$ E.P) da temperatura reticuloruminal (Trr), sem as Trr $\leq$ 37.7°C, das 120 h antes do parto até o parto em novilhas e vacas da raça Holandesa.....	52
<b>Figura 3.</b> Análises da característica de operação do receptor (Curva ROC) utilizando duas bases médias com partos dentro de 24 e 12 h após decréscimo da temperatura retículoruminal em novilhas Holandesas.....	53
<b>Figura 4.</b> Análises da característica de operação do receptor (Curva ROC) utilizando duas bases médias com partos dentro de 24 e 12 h após decréscimo da temperatura retículoruminal em vacas Holandesas.....	56
<b>Figura 5.</b> Análises da característica de operação do receptor (Curva ROC) utilizando duas bases médias com partos dentro de 24 e 12 h após decréscimo da temperatura retículoruminal em vacas e novilhas Holandesas.....	58

## RELAÇÃO DE APÊNDICES

<b>Apêndice 1.</b> Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação no Journal of Dairy Science.....	109
<b>Apêndice 2.</b> Comandos do programa SAS e R, e os dados apresentados no capítulo II.....	128
<b>Apêndice 3.</b> Comandos do programa SAS e R, e os dados apresentados no capítulo III.....	138

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Ac	Acurária
ACTH	Hormônio adrenocorticotrófico
AUC	Área dentro da curva
CL	Corpo lúteo
E <sub>2</sub>	Estrogênio
Es	Especificidade
FN	Falso negativo
FP	Falso positivo
FS	Fluxo sanguíneo
HPAF	Eixo hipotálamo-hipofisário-adrenal fetal
IFN- $\tau$	Proteína interferon-tau
Kg	Quilograma
LH	Hormônio luteinizante
mL	Mililitro
Ng	Nanograma
°C	Celsius
P <sub>4</sub>	Progesterona
p450	Aromatase p450
P450c17	17 $\alpha$ -hidroxilase/17,20 liase
PG	Prostaglandina
Pg	Picograma
PGE <sub>2</sub>	Prostaglandina E <sub>2</sub>
PGF <sub>2</sub> $\alpha$	15ceto13, 14 diidroprostaglandina F <sub>2</sub> $\alpha$
PGHS-II	Prostaglandina-endoperóxido sintase II
PGI <sub>2</sub>	Prostaciclina
PO	Área preóptica
ROC	Característica de resposta do observador
Se	Sensibilidade
TCC	Temperatura corporal central
TFP	Taxa de falso positivo

Trr	Temperatura retículoruminal
TST	Termogênese sem tremor
VN	Verdadeiro negativo
VP	Verdadeiro positivo
W	Watts

## CAPITULO I





## 1. INTRODUÇÃO

A eficiência tem sido a palavra de ordem nos sistemas de produção leiteira em todo mundo. Sistemas eficientes, conseqüentemente possuem alta rentabilidade, que por sua vez está positivamente relacionado ao tamanho da propriedade, ao nível de produção leiteira, ao sistema de ordenha e ao manejo nutricional.

Apesar de o número de propriedades leiteiras nos Estados Unidos ter diminuído nos últimos 25 anos, o número de animais por unidade produtiva aumentou linearmente. Este resultado é reflexo da mudança de perfil da indústria leiteira mundial, que passa de um sistema de produção tradicional, dependente de uma mão de obra cada vez mais onerosa para um sistema com maior adoção de inovações tecnológicas, o que permite reduzir custos de produção e maximizar os resultados bioeconômicos do sistema. Entretanto, essa redução de mão de obra ocasionou descréscimo do tempo de monitoramento por animal, impedindo o produtor de prever a ocorrência de futuros eventos fisiológicos do animal, como por exemplo, o parto que se tornou uma preocupação para bovinoculturas devido ao aumento da ocorrência de problemas de parto (distocia) nos animais, resultado do uso incorreto da seleção genética animal, podendo levar a morte da mãe e do bezerro. Contudo, aproximadamente 50% dos casos de distocia não necessitam de assistência, e poderiam ser prevenidos se houve tecnologias que realizassem o monitoramento dos animais, alertando o produtor do início do parto, além do conhecimento das relações entre os estágios do parto e as variáveis maternas e fetais.

Diferentes variações fisiológicas têm sido associadas com o início do parto em bovinos e, possivelmente, poderiam utilizadas como preditor do parto, entre elas a temperatura corporal, por apresentar um padrão de queda em até 1°C antes do parto, mostrando que pode ser um bom preditor do parto, com algumas regiões possíveis de serem realizadas as aferições, tais como retal, vaginal, e reticuloruminal. Porém, algumas dessas regiões não são práticas para os produtores devido à necessidade de coleta manual constante, além da possibilidade de produzir danos nessas regiões, o que pode ser evitado com o monitoramento da região reticuloruminal, pelo fato de não ser invasivo, realizar aferições constantes da temperatura e não haver necessidade de manuseio constante do aparelho. Entretanto, se os dados coletados de temperatura não forem analisados por uma metodologia estatística correta, não apresentarão utilidade para o produtor. Assim, o teste de desempenho e a curva característica de resposta do observador que são metodologias estatísticas utilizadas para predição de eventos que podem auxiliar na formulação de modelos acurados de predição a partir da variação da temperatura que poderão indicar o momento exato do início do processo do parto.

Além de prever o início do processo do parto, deve se estar atento a cada etapa que compõe todo o processo, pois o entendimento dos intervalos de tempo de cada estágio é crucial para distinguir um encaminhamento normal de outro com problemas. Cada estágio do parto apresentam diferentes intervalos que são afetados por variáveis maternas e fetais. Contudo os maiores problemas (distocia) ocorrem durante o estágio II devido ao neonato

estar passando pelo canal do parto, assim, conhecer as relações entre esse estágio com peso ao nascer, sexo do bezerro e número de parto da fêmea pode ser fundamental para diagnosticar problemas obstétricos e providenciar a correta assistência ao animal.

Portanto o foco da pesquisa é avaliar a temperatura reticuloruminal como um possível preditor do início do parto e verificar as relações do intervalo do tempo do estágio II com variáveis maternas e fetais em parto em vacas em novilhas da raça Holandesa.

## 1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.2.1. A gestação em bovinos

A fecundação, estabelecimento e manutenção da gestação são eventos importantes para os mamíferos, e zootecnicamente cruciais para a produção de proteína de origem animal (Atkins et al., 2013). Esse processo depende do macho (espermatozóide) e da fêmea (óvulo), no entanto, os eventos posteriores são intrinsicamente dependentes da fêmea, por ocorrerem no ambiente uterino (Brackett et al., 1982) e são diretamente dependentes de fatores endócrinos, idade, peso e condição corporal da fêmea (Funston et al., 2012; Atkins et al., 2013). Assim, a prenhez é considerada o evento mais importante na vida de qualquer fêmea, já que neste momento está sendo gerado o descendente de sua espécie (Rahman, 2006). A sustentação de uma gestação saudável é dependente de eventos que ocorrem desde o ciclo estral da fêmea, visto que alguns hormônios produzidos nessa fase, tais como progesterona ( $P_4$ ) e do estrogênio ( $E_2$ ), serão cruciais para a manutenção da gestação (Atkins et al., 2013).

Em bovinos, a gestação dura entre 279 a 285 dias dependendo da raça (Andersen e Plum, 1965), e tem seu ponto de partida no ciclo estral da fêmea, um evento regulado por uma complexa interação neuroendócrina coordenada pelo eixo hipotálamo – hipófise – ovário – útero, resultando no desenvolvimento e formação de um folículo maduro capaz de ovular e produzir um gameta feminino viável para fecundação (Gonzalez-Padilla et al., 1975; Gonçalves et al., 2012). A formação desse folículo origina-se de uma das ondas de crescimento de folículos antrais que ocorrem durante o ciclo estral, sendo esse processo denominado de dinâmica folicular (Kanitz, 2003). O ciclo estral em bovinos dura em média 21 dias, é dividida em uma fase folicular e outra luteínica e apresenta em média de duas a três ondas de crescimento folicular, sendo que o número de ondas parece ter relação com o comprimento do ciclo e a duração da fase luteínica (Ginther et al., 1989; Kanitz, 2003). Cada onda de crescimento (emergência) folicular é precedida por um pico de liberação de hormônio folicular estimulante (FSH) que promove a emergência de três a seis folículos com aproximadamente quatro mm de diâmetro e sensíveis a essa gonadotrofina (Kanitz, 2003). Este desenvolvimento conjunto dos folículos ocorre até a fase de seleção folicular, onde apresentam aproximadamente 6 a 8 mm de diâmetro e aumentada capacidade esteroidogênica (Ginther et al., 1997). A partir desse ponto somente um folículo mantém o crescimento enquanto os outros folículos reduzem a taxa de crescimento até a total regressão (Ginther et al., 2000 e 2001), estabelecendo-se assim, o fenômeno da divergência folicular, que é definido como o início da maior diferença nas taxas de crescimento entre o folículo dominante e o maior folículo subordinado, com valores para bovinos de 8,5 e 7,7 mm de diâmetro, respectivamente (Ginther et al. 1996; Ginther et al., 2003).

Concomitante ao início da fase de seleção observa-se uma queda na produção de FSH, chegando a níveis basais de concentração plasmática. Neste intervalo de tempo a produção de estradiol e inibina-A e -B pelos folículos em crescimento contribuem para a supressão de FSH, apesar de os folículos ainda necessitarem deste hormônio para o seu crescimento. Nos dois

primeiros dias da onda de emergência a supressão dos níveis plasmáticos de FSH parece ser realizada somente pela inibina produzida pelos pequenos folículos em crescimento, porém, a partir desse ponto, o estradiol produzido pelo folículo dominante parece contribuir com a inibina para a supressão do FSH (Ginther et al., 200; Mihm e Bleach, 2003). Adams e Jaiswal (2008) indicaram em sua revisão que a supressão na produção de FSH parece ter um papel importante para ocorrência da divergência folicular, visto que os folículos de diâmetro menores de seis milímetros de diâmetro necessitam de altas concentrações de FSH, o folículo proponente a se tornar dominante consegue se desenvolver mesmo em baixos níveis de FSH, resultado do aumento da expressão de ácido ribonucléico mensageiro (RNAm) do receptor de FSH e da afinidade de ligação com FSH. Isto favorece o desenvolvimento do folículo dominante e a regressão dos folículos subordinados.

Apesar de o FSH aparentemente ser importante para o desenvolvimento do folículo dominante, evidências mostram que o hormônio luteinizante (LH) também possui papel importante na dominância folicular, visto que a redução dos receptores de FSH ocorre juntamente com o aumento da expressão de RNAm do receptor do hormônio luteinizante (LH) nas células da granulosa do maior folículo em comparação aos folículos subordinados (Beg et al., 2001; Mihm et al, 2006). Além disso, observa-se um aumento da concentração de LH em torno de 24 horas antes da divergência, o que parece estimular o aumento da produção de  $E_2$  e o fator de crescimento semelhante à insulina 1 e 2 (IGF1 e 2) pelo maior folículo (Ginther et al., 2001). O IGF-1 e IGF-2 possuem atividades parácrinas e autócrinas associadas ao crescimento celular, aumento da produção de estradiol e aumento da sensibilidade das células ao FSH (Spicer e Echterkamp, 1995). A capacidade de produção do folículo dominante mesmo em baixos níveis gonadotróficos é atribuída a maior quantidade de IGF-I presente no líquido folicular no momento da divergência (Ginther et al., 2003).

Após o período de divergência, o folículo dominante adquire sua capacidade ovulatória quando apresenta em torno de 10 mm de diâmetro (Sartori et al., 2001), e sua ovulação é dependente de um pico de LH. A elevada concentração de  $P_4$  exerce um efeito de retroalimentação negativo no eixo sistema nervoso central – hipotálamo – hipófise – ovário, reduzindo a amplitude e frequência dos pulsos do LH, tornando o folículo dominante anovulatório e promovendo uma nova onda de crescimento folicular. Por isso, o folículo ovulatório é formado na última onda folicular estral, quando os níveis de  $P_4$  estão baixos e são associados à elevada produção de  $E_2$  pelo folículo ovulatório. Isto resulta em uma retroalimentação positiva no eixo do sistema nervoso central – hipotálamo – hipófise – ovário, o que estimula a produção de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) pelo hipotálamo que induzirá a um pico de produção de LH e FSH pela hipófise (Kesner et al., 1982; Ginther et al., 1996). Modificações estruturais e funcionais são observadas no folículo em resposta ao pico de produção de LH, observa-se uma queda na síntese de  $E_2$ , aumento na produção de  $P_4$ , indução na expansão do *cumulus*, maturação do óvulo e a ruptura folicular (Driancourt et al., 1993; Gonçalves et al., 2012). O folículo ovulatório sintetiza enzimas hidrolíticas capazes de desintegrar a matriz de tecido conjuntivo fragilizando a parede do folículo e permitindo o seu

rompimento (Driancourt et al., 1993). Esta cascata de eventos resulta na ruptura do folículo ovulatório, a expulsão do oócito e a formação do corpo lúteo (CL; Kanitz, et al., 2001).

A luteogênese tem sua origem antes da ovulação e consiste de mudanças morfológicas, endócrinas e enzimáticas que resultam na formação do CL funcional, uma glândula endócrina temporária com a função de produzir  $P_4$  durante o estabelecimento e manutenção da gestação (Smith et al., 1999; Schams e Berisha, 2004). A sua formação origina-se de células da teca e da granulosa provenientes do folículo ovulado, além da presença de fibroblastos, musculo liso e células imunes originados da entrada da linfa e sangue resultado da ruptura causada pela ovulação (Bertan et al., 2006). Após um período de desenvolvimento, o CL passa por um processo de lise chamado de luteólise, causado por uma liberação pulsátil de prostaglandina  $2\alpha$  ( $PGF2\alpha$ ) proveniente do útero (Berisha e Schams, 2005). Este mecanismo de liberação ainda não está totalmente elucidado, entretanto verifica-se que há uma cascata de eventos envolvendo  $E_2$ , ocitocina e  $P_4$ . Evidências mostram que a  $P_4$  inicialmente suprime a luteólise endometrial no início do estro, porém os níveis elevados ao final da fase luteal estimulam a produção e liberação de  $PGF2\alpha$  através de um mecanismo autócrino/parácrino intraluteal (Diaz et al., 2002).

Em ruminantes, o nível de  $E_2$  ainda está elevado na fase inicial do estro, isto estimula a expressão de receptores de  $E_2$  (RE),  $P_4$  (RP) e ocitocina (RO) no útero, entretanto a baixa produção de  $P_4$  pelo CL (1 ng/ml de plasma) não causa efeito na supressão da expressão dos RE e RO pelo RP, contudo, o aumento da produção de  $P_4$  durante o diestro estimula essa supressão. Entre o 8º e o 12º dia do ciclo estral, o alto nível de  $P_4$  (5 ng/ml de plasma) causa um efeito negativo na expressão do RP, favorecendo um aumento dos RO no endométrio, que conseqüentemente, se ligam a ocitocina secretada no 9º dia do ciclo estral pela hipófise ou CL, induzindo a liberação de pulsos de  $PGF2\alpha$  do endométrio entre o 14º e 16º dia do estro o que causa a regressão do CL resultando em queda da produção de  $P_4$  e o início de um novo ciclo estral (revisado por Spencer & Bazer, 2004a). Entretanto, se houver a fecundação do óvulo e o reconhecimento da presença do conceito (embrião e os anexos embrionários) a lise do CL não ocorrerá e a produção de  $P_4$  será mantida para a manutenção da gestação, permitindo assim, a implantação e conservação do embrião no ambiente uterino (Salles e Araujo et al., 2010). Dessa maneira, as comunicações iniciais entre o conceito e o ambiente uterino materno devem ocorrer antes do início da luteólise, visto que a produção de  $P_4$  é essencial para a manutenção da gestação (Mann & Lamming et al., 1999; Atkins et al., 2013).

Após a fertilização, entre o 2º e 3º dia, o embrião encontra-se no estágio de blastocisto e não apresenta nenhuma comunicação com o ambiente uterino, contudo, esse período progride até a fase de alongação, onde o conceito se torna dependente de substâncias uterinas para o seu desenvolvimento e crescimento, iniciando assim, as primeiras comunicações entre o conceito e a mãe (Ostrup et al., 2011; Lonergan et al., 2013). Esta comunicação é definida como “reconhecimento materno da gestação” e ocorre entre o 12º e 26º dia de gestação (Bazer et al., 1998; Bazer et al., 2013). As células do trofoblasto do conceito iniciam sua alongação e, paralelamente, produzem e liberam quantidades significativas de proteína interferon-tau ( $IFN-\tau$ ), com picos de

produção entre o 15º e 16º dia. Esta proteína age diretamente na supressão dos RE e RO, inibindo os pulsos de produção de  $\text{PGF2}\alpha$  pelo epitélio luminal do endométrio, o que impede a ação luteolítica da  $\text{PGF2}\alpha$ , mantendo a produção de  $\text{P}_4$  pelo CL (Roberts et al., 1996; Ostrup et al., 2011; Bazer et al., 2013).

Esta manutenção da produção de  $\text{P}_4$  não é o principal determinante da sustentação do início da gravidez, mas é um importante fator para o sucesso ou falha desse evento (Mann e Lamming, 1999), visto que este hormônio atua na quiescência muscular uterina e estimula a hiperplasia do epitélio endometrial. Isto promove um aumento da área de superfície desta região, o que permite uma maior produção, secreção e transporte do histotrofo. O histotrofo é um fluido endometrial composto de enzimas, fatores de crescimento, lactogênio placentário, estrógeno, progesterona e prostanoídes, como prostaciclina e prostaglandinas, importante para expansão, o enlorgamento e o início da fixação do concepto durante o período de periimplantação da gestação (Forde et al., 2009; Soloff et al., 2011). Em ruminantes, a implantação é do tipo não invasivo e ocorre em torno dos 22 dias de gestação. A placenta formada durante esta fase é chamada de cotiledonária e sinepiteliocorial devido, respectivamente, aos múltiplos cotilédons e um número de seis camadas celulares que separam as circulações materna e fetal (Leiser & Kaufmann, 1994). Esta interação inicia-se pela adesão do trofoblasto fetal a uma área específica do endométrio chamado de carúncula endometrial, o que causa uma vascularização e hipertrofia da região, formando o cotilédono fetal. Esta união entre o carúnculo e o cotilédono formam áreas discretas de ligação chamadas de placentomas que desenvolvem até 210º dia de gestação (Marques Júnior et al., 1993; Hashizume et al., 2002; Wooding, 2008). A interação materno-fetal é realizada pelas células trofoblásticas mononucleadas que estão envolvidas nas trocas de nutrientes e as células trofoblásticas binucleadas responsáveis pela síntese e liberação de hormônios de crescimento, estrógeno, progesterona, relaxina, óxido nítrico e prostaglandinas, e são responsáveis pelo desenvolvimento do feto durante a gestação (Igwebuike, 2006).

Após a implantação do embrião e avanço da gestação, as relações fetomaternais devem ser harmoniosas para que o útero promova um ambiente propício para um desenvolvimento saudável do feto (Spencer & Bazer, 2004b). Para isto, níveis elevados de  $\text{P}_4$ , mantidos pelo CL até o 230º dia de gestação e após pela placenta (Taverne, 2001), estimulam à expansão do útero, a produção de histotrofo, a ativação de células imunológicas que protegem o feto da rejeição imune materna, e a manutenção da quiescência miometrial, sendo este último também realizado por níveis elevados de óxido nítrico (ON) e relaxina (Sladek et al., 1997; Lye, 1996; Spencer & Bazer, 2004b). Níveis de  $\text{E}_2$  e  $\text{PGF2}\alpha$  são mantidos baixos para que não ocorra a luteólise do CL e contração muscular do miométrio prematuramente (Sladek et al., 1997; Lye, 1996; Spencer & Bazer, 2004b). Ao final da gestação, uma cascata de eventos desencadeada pelo feto e o útero ocasionado, provavelmente, pela maturação da glândula adrenal fetal e o “stress” devido ao menor espaço uterino, promovem uma queda dos níveis de  $\text{P}_4$  e aumento dos níveis de  $\text{PGF2}\alpha$  e  $\text{E}_2$  (Lammoglia et al., 1997; Barth, 2006). Essas variações da produção hormonal

no final da gestação são fatores imprescindíveis para regular e programar o organismo materno e fetal para importantes eventos do pré e periparto, tais como, dilatação cervical, ativação das contrações uterinas, alteração da TC materna e posicionamento do feto para expulsão do ambiente uterino (Taverne, 2001; Spencer & Bazer, 2004b).

### 1.2.2. Parto em bovinos

O parto é um evento que ocorre como resultado do término do desenvolvimento fetal com a necessidade de sua expulsão e das membranas que revestem o ambiente uterino (Challis, et al., 2000), após um período de gestação que pode variar de 273 a 292 dias (Andersen e Plum, 1965). Próximo ao início do parto, uma combinação de fatores maternos e fetais desencadeiam eventos endócrinos que diminuem a relação  $P_4/E_2$ , o que resulta nas contrações musculares uterinas e a dilatação da cérvix para permitir a passagem do feto pelo canal do parto (Challis et al., 2000; Jainudeen & Hafez, 2000).

Devido a maturação programada do eixo hipotálamo-hipofisário-adrenal fetal (HPAF) nas últimas 2-3 semanas de gestação (Liggins et al., 1973; Bazer & First, 1983; Challis, 2000) e respostas da hipófise aos estresses crônicos, como a diminuição do espaço uterino e o declínio da nutrição fetal (Barth, 2006), ocorre um estímulo da atividade desse eixo e consequente liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) pela glândula hipofisária que age no desenvolvimento da glândula adrenal fetal, estimulando um aumento nos níveis de cortisol no plasma fetal (Liggins et al., 1967; Bazer e First, 1983). Estes níveis elevados não causam uma retroalimentação negativa do cortisol sobre o HPAF, pois o aumento sistêmico da globulina de ligação a corticoide e 11 beta-hidroxiesteróide desidrogenase hipofisária e o declínio da expressão dos receptores de glicocorticóides suprimem esse efeito (Challis et al., 2000). O cortisol fetal aumentado estimula a produção de prostaglandinas (PG) por meio da expressão da enzima prostaglandina-endoperóxido sintase II (PGHS-II), através de uma via estrogênio-independente e outra via estrogênio-dependente (Whittle et al., 2000). Na primeira, o estímulo da expressão da PGHS-II placentária promove um incremento na produção de prostaglandina  $E_2$  ( $PGE_2$ ) no fluido uterino (FIGURA 1). Este aumento da produção de  $PGE_2$  estimula a atividade da enzima 17 $\alpha$ -hidroxilase/17,20 liase (P450c17), que converte a  $P_4$  placentar em andrógenos, que por seguinte, é convertido em  $E_2$  pela enzima aromatase p450 (p450; Whittle et al., 2000; Wood, 2005). A  $PGE_2$  e  $E_2$  produzidos estimulam positivamente a concentração de ACTH no plasma fetal, formando um sistema de retroalimentação positivo (Challis, 2000; Barth, 2006; Schaub et al., 2008). A via estrogênio-dependente ocorre após o aumento nas concentrações de  $E_2$  na placenta, o que causa a ativação da PGHS-II endometrial, resultando em maior produção e liberação de 15ceto13, 14 diidroprostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ) no útero (Whittle et al., 2000).



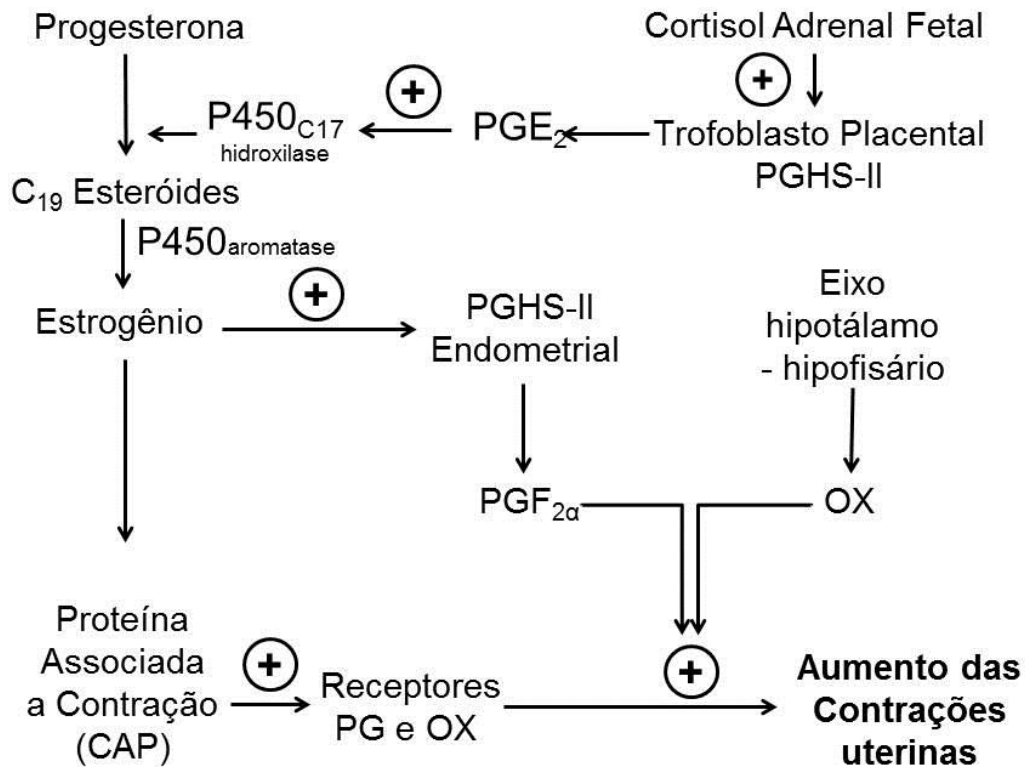


FIGURA 1 – Eventos hormonais durante o parto.

Toda a sequência de eventos neuroendócrinos descrito acima ocorre internamente na fêmea, e o período necessário para que cada um ocorra é fator importante para determinar a ocorrência de um parto normal e outro com problemas (Miedema et al., 2011). Por isso, o processo de um parto normal foi dividido em três estágios para facilitar a visualização da sequência destes eventos. O estágio I se caracteriza pelo início das contrações uterinas como meio de facilitar o posicionamento do feto para a expulsão e termina com o aparecimento de pelo menos parte do feto ou o saco amniótico, o que pode durar entre 2 a 6 horas (Mortimer, 1997), observam-se sinais de cólica em novilhas e um constante comportamento de deitar e levantar (Bellows, 1993; Mortimer, 1997). O estágio II inicia-se pela entrada do feto no canal do parto, dura em média 2 horas e se caracteriza pelo aparecimento do saco amniótico e das partes corporais do feto, tais como, nariz ou patas (Bellows, 1993; Mortimer, 1997). Os processos predominantes nesse estágio são a pressão abdominal e a contração coordenada do miométrio, ambos os processos essenciais para a expulsão do feto (Taverne & Noakes, 2009). O processo de expulsão total da placenta caracteriza o estágio III, pode durar entre 8 a 12 horas após a expulsão do feto, e ocorre através das contrações uterinas sem qualquer pressão abdominal (Mortimer, 1997; Bellows, 1993; Beagley et al., 2010).

Durante o processo do parto podem ocorrer distúrbios devido a fatores genéticos e não genéticos tais como, distocias durante o estágio II, resultado do posicionamento e postura do feto no canal do parto, e retenção de placenta

durante estágio III (Wautlet et al., 1990; Takagi et al., 2002; Mee et al., 2004). Por isso, conhecer as causas e consequências dessas desordens pode permitir o desenvolvimento de tecnologias que evitem esse problema e que auxiliem os animais já acometidos, evitando consequências graves para o bezerro e/ou a vaca (Dematawewa & Berger, 1997; Mortimer, 1997).

### **1.2.3. Desordens no parto em bovinos**

O manejo correto de novilhas e vacas prezando um parto bem sucedido, através do nascimento de um bezerro viável e uma transição suave e sem complicações para as categorias, são fatores dependentes de um conhecimento prévio das variáveis fisiológicas e comportamentais que norteiam um parto normal de outro com problemas (Mee et al., 2004). Entretanto, fatores genéticos e não genéticos podem ocasionar desordens no pré ou periparto, afetando a produtividade da fêmea, além de sua sobrevivência e do bezerro (Wautlet et al., 1990; McGuirk et al., 2007). A retenção de placenta e a distocia são as economicamente mais importantes, pois os animais afetados necessitam de maior assistência do produtor, gastos com medicamentos, além de queda da produção, resultando em perdas econômicas (Dematawewa and Berger, 1997).

A placenta é expelida dentro de 24 horas após o parto, entretanto, falhas que ocorrem durante a separação da membrana fetal e uterina no parto podem ocasionar hemorragia ou retenção da placenta no ambiente uterino, acometendo entre 11 a 18% do rebanho leiteiro (Takagi et al., 2002; Mee et al., 2004). A distocia é a ocorrência de um parto que ultrapassa o tempo normal e apresenta dificuldades para ocorrer, necessitando algumas vezes da intervenção humana (Brinks et al, 1973; Mee, 2004). Esta desordem acomete de 2 a 7% de todo o rebanho bovino leiteiro mundial, entretanto, nos EUA este valor aumenta para 13,7% do rebanho total e 22,6% das novilhas, ocasionando impacto negativo na produção, reprodução pós parto das fêmeas e sobrevivência do bezerro, o que torna uma preocupação para os pecuaristas (Mee, 2004 e 2008).

A distocia é classificada pelo nível de intervenção durante o parto, sendo: sem assistência, assistência manual, assistência manual com equipamentos obstétricos e realização de cesariana (Sieber et al., 1989). Perdas produtivas e reprodutivas são decorrentes dessa desordem e o total de custos associados à distocia, 41% reflete na produção, 38% na fertilidade e 21% na mortalidade no rebanho (Dematawewa & Berger, 1997; Lombard et al., 2006). Observa-se um maior intervalo entre partos, além de menores taxas de detecção de estro, concepção e desmame de bezerros (Brinks et al., 1973; Laster et al., 1973). Os fatores de risco que podem aumentar as taxas de mortalidade de neonatos são o parto de primíparas, raça do bezerro, sexo, manejo no parto e o período de gestação (Mee, 2013). Bellows (1993) descreveu que a ocorrência da distocia está associada a dois fatores relacionados ao bezerro e a dois fatores relacionados à vaca, sendo o peso ao nascer do bezerro o de maior impacto na ocorrência da distocia, seguido da área pélvica da vaca, peso pré parto da vaca e sexo do bezerro.

Os avanços no melhoramento genético para a produção de bezerros com maior peso ao nascer resultaram em aumento da incidência de distocia

em bovinos (Manfredi et al., 1991; Hickson et al., 2006), devido a probabilidade desta variável ocorrer ser entre 0,23 a 13% para cada aumento em um quilo de peso ao nascer (Nix et al., 1998; Johanson & Berger, 2003; Gutierrez et al., 2007). As atuais estratégias nutricionais utilizadas permitiu o acasalamento de novilhas com 14 meses de idade (Funston et al., 2012), contudo estas fêmeas estão com o sistema reprodutivo e a estrutura óssea em desenvolvimento, não apresentando peso e área pélvica satisfatória para a ocorrência de um parto normal, aumentando a probabilidade de ocorrência de distocia (Zaborski et al., 2009). A melhora na produtividade, consequência do melhoramento genético é um fator economicamente importante para o sistema de produção (Wautlet et al., 1990), entretanto, o uso incorreto desses recursos genéticos podem aumentar as desordens no momento do parto, por isso diferentes estratégias estão sendo aplicadas para diminuir os estes problemas (Pollak & Freeman, 1976; Cook et al., 1993; Dekkers, 1994; Mujibi et al., 2009). Entre elas podemos destacar a utilização de touros com diferenças esperadas na progênie (DEP) menores para o peso ao nascer (Cook et al., 1993; Zaborski et al., 2009), fêmeas com maior área pélvica (Naazie et al., 1989; Bennett & Gregory, 2001; Mee, 2008), pois essa variável possui uma herdabilidade entre 0,30 a 0,56, considerado de média a alta para a seleção (Morrison et al., 1986; Bennett & Gregory, 2001), além da utilização de sêmem sexado (Norman et al., 2010). Fêmeas nascidas são mais leves que os machos nascidos (McClintock et al., 2005), essa relação se reflete na queda da probabilidade de problemas de distocia pelo nascimento de fêmeas (Meyer et al., 2001; Mujibi et al., 2009; Norman et al., 2010). Em particular, para o sistema de produção leiteira são desejados os nascimentos de fêmeas, pois atendem a necessidade de reposição do rebanho e contribuem para a menor ocorrência de distocia nas fêmeas (Bellows et al., 1993; Norman et al., 2010).

Aproximadamente 70% das mortes que ocorrem nas primeiras 24 horas devido a problemas de distocia, em torno de 50% dos casos ocorrem sem necessidade de assistência, e poderiam ser prevenidas através de um melhor manejo e observação constante do processo do parto por um funcionário, prestando auxílio ao animal se houvesse necessidade (Bellows et al., 1987). Entretanto os custos com mão de obra nos sistemas de produção bovina vêm se elevando nos últimos anos (MacDonald et al., 2007). Rodenburg & Lang (2010) descreve que o custo de produção do sistema é fator decisivo para que uma tecnologia seja adotada em uma propriedade. Assim, o uso de tecnologias de monitoramento automatizado seria uma possível alternativa para suprir a necessidade de monitoramento e diminuir os custos pelo uso da mão de obra.

#### **1.2.4. Hormônios reprodutivos e a regulação térmica corporal.**

A habilidade dos mamíferos em regular a temperatura corporal (TC) independente das diferentes condições fisiológicas (temperatura, exercícios, patologias, ingestão do alimento, eventos reprodutivos) exige uma sofisticada regulação da termogênese e termólise nos órgãos e células (Hampl et al., 2006), devido a muitos dos processos físicos e bioquímicos corporais serem dependentes de uma faixa de TC (Martinez et al., 2010). Estes mecanismos de termorregulação são controlados pela região anterior do hipotálamo através da área préóptica (PO) que é constituída de neurônios termossensíveis e

termoinsensíveis, onde 30% são sensíveis ao calor, 10% são sensíveis ao frio, e 60% são insensíveis à temperatura (Nakayama, 1961; Boulant & Dean, 1986; Boulant & Silva, 1988; Boulant, 2000). Esses neurônios respondem a sinais de temperatura, pressão osmótica, glicose, E, P<sub>4</sub>, catecolaminas e hormônios da tireóide (Boulant & Silva, 1988; Stachenfeld et al., 2000; Hampl et al., 2006). A produção de calor pelo organismo é realizada por uma termogênese obrigatória, resultado da soma de todo o calor produzido no organismo em repouso, temperatura ambiente e jejum por pelo menos 12 horas (taxa de metabolismo basal) e uma termogênese facultativa, resultado de todo o calor produzido acima do metabolismo basal (Bianco, 2000), sendo as duas reguladas pela tireóide e catecolaminas, respectivamente. Entretanto, os hormônios sexuais também possuem importante papel na modulação da termogênese facultativa, participando de processos que estimulam ou inibem a produção de calor (Stachenfeld et al., 2000; Hampl et al., 2006).

Mudanças nos níveis de hormônio luteinizante (LH), P<sub>4</sub> e E<sub>2</sub> são observados antes, durante e depois do cio em bovinos (Wettemann et al., 1972) e são relacionados com variações de TC nesse período (Clapper et al., 1990; Cooper-Prado et al., 2011). A fase preovulatória caracteriza-se pelo aumento dos níveis de E<sub>2</sub> e a queda da TC (Clapper et al., 1990). No estro observa-se um pico na produção de LH e E<sub>2</sub> com aumento da TC (Rajamahendra et al., 1989; Clapper et al., 1990; Fisher et al., 2008). Na fase luteal a concentração de P<sub>4</sub> e a TC elevam-se até o meio da fase luteal (Rajamahendra et al., 1989; Lewis et al., 1990; Kyle et al., 1998), com a concentração de P<sub>4</sub> chegando a níveis de 1,7 a 6,8 ng/ml de plasma sanguíneo entre os dias 6 e 11 após a ovulação, com declínio subsequente da concentração (Pope et al., 1969; Wettemann & Hafs, 1973; Rajamahendra et al., 1989). A concentração de E<sub>2</sub> chega a picos de 9,8 pg/ml de plasma sanguíneo no estro seguido de uma queda com valores de 2,5 a 4,0 pg/ml de plasma sanguíneo ao 10º dia do ciclo estral, e subsequente aumento para 11,0 pg/ml de plasma sanguíneo na fase luteólítica (Wetteman et al., 1972; Wettemann & Hafs, 1973). Ocorrendo a concepção, a produção de P<sub>4</sub> é mantida pelo CL com níveis de concentração entre 11,0 a 14,0 ng/ml de plasma sanguíneo até os 75 dias de gestação (Henricks et al., 1971; Wettemann & Hafs, 1973), no 160º dia de gestação observa-se valores entre 4,0 a 6,5 ng/ml de plasma sanguíneo, aos 260 dias de gestação os valores estão entre 4,0 a 8,0 ng/ml de plasma sanguíneo (Shah et al., 2007). Um dia antes do parto há uma queda da concentração da P<sub>4</sub> com valores entre 1,0 e 1,5 ng/ml de plasma sanguíneo (Lammoglia et al., 1997; Shah et al., 2007). Entretanto, o E<sub>2</sub> apresenta variação de concentração diferente após concepção, com valores e concentração entre 1,2 a 6,2 pg/ml de plasma sanguíneo no 18º dia de gestação e valores de concentração entre 2,0 a 5,0 de plasma sanguíneo no 75º dia de gestação (Wettemann e Hafs, 1973; Patel et al., 1999). Ao final da gestação há um aumento linear entre 25 a 32 pg/ml de plasma sanguíneo para 130 a 150 pg/ml de plasma sanguíneo entre o 258º e 279º dia de gestação, e um pico entre 250 a 295 pg/ml de plasma sanguíneo no 282º dia de gestação (Smith, 1973; Patel et al., 1999).

Pesquisas têm mostrado que esta variação na concentração de P<sub>4</sub> e E<sub>2</sub> estaria envolvida nas reações de termogênese (Barton & Wiesner, 1945;

Freeman et al, 1970; Lin Tsai et al., 1992), modificando a TC em bovinos (Cooper-Prado et al., 2011; Suthar et al., 2012). Aferições realizadas em vacas gestantes apresentou TC entre 0,2 a 0,3°C mais elevada que em vacas não gestantes, ocorrendo uma queda substancial da TC em torno das 72 a 48 horas antes do processo do parto iniciar (Lammoglia et al., 1997; Suthar et al., 2012). Esta mudança na TC poderia estar associado à sensibilidade existente das células termossensíveis na área PO ao aumento da concentração de P<sub>4</sub> (Lin Tsai et al., 1988), visto que sua aplicação exógena de P<sub>4</sub> inibiu os neurônios sensíveis ao calor e ativou os neurônios sensíveis ao frio, o que resultaria na inibição dos mecanismos de perda de calor e ativação dos mecanismos de produção de calor (Nakayama et al., 1975; Lin Tsai et al., 1988). Entretanto o E<sub>2</sub> tem sido indicado como um modulador da ação termogênica da P<sub>4</sub> (Lin Tsai et al., 1992). Animais tratados com P<sub>4</sub> tiveram temperatura mais elevada do que os tratados pela combinação P<sub>4</sub>+E<sub>2</sub> (Czaja & Bureta, 1986). Além disso, foi observado que o aumento na concentração de E<sub>2</sub> inibiu células sensíveis ao frio e estimulou células sensíveis ao calor, o que estimularia os mecanismos de perda de calor e assim diminuiria a TC (Stachenfeld et al., 2000; Lin Tsai et al., 1992; Czaja & Bureta, 1986).

Normalmente, os bovinos possuem um ritmo circadiano da TC, com valores médios diários entre 38,3 a 38,88°C e uma variação diária de 1,3°C (Bitman et al., 1984; Piccione et al., 2003), sendo um processo importante fisiológico para regulação das mudanças fisiológicas (Bewley et al., 2008b). Entretanto, estas variações de TC e concentração de P<sub>4</sub> e E<sub>2</sub> parecem ter uma relação com o início do parto, pois se observa um padrão de mudança da TC e das concentrações hormonais próximos ao início do parto com uma queda de até 1°C da TC, sendo que isso poderia permitir o seu uso como um preditor do início do parto, além de ser uma variável que pode ser de fácil mensuração (Lammoglia et al., 1997; Burfeind et al., 2011; c et al., 2012).

#### **1.2.4. Monitoramento da temperatura corporal**

Embora as propriedades leiteiras sejam tradicionalmente dependentes da mão-de-obra, observa-se que nos últimos anos o aumento do número de animais, a intensificação, necessidade de melhora da produtividade do rebanho e o aumento dos custos com a mão de obra tem mudado o perfil dos produtores, levando-os a focarem no planejamento e gerenciamento das propriedades (Mottram, 1997; Sievers et al., 2004; MacDonald et al., 2007). O resultado desta mudança é o decréscimo do tempo no monitoramento por animal, o que resultou uma maior dependência dos produtores a mecanismos e tecnologias que o auxiliem no sistema de produção (Khanal et al., 2010). Tecnologias de monitoramento animal podem ser utilizadas para que o produtor possa prevenir-se de futuros eventos fisiológicos do animal, entre eles, o parto que vem tornando-se uma preocupação para o produtor, devido aos problemas distocia que acometem em torno de 2 a 7% de todo o rebanho bovino leiteiro mundial (Mee, 2008), podendo causar mortes do bezerro e da mãe (Dematawewa & Berger. 1997; Mee, 2013), sendo que 69% das mortes que ocorrem, em torno de 50% dos casos poderiam ser prevenidas pela observação constante do processo do parto, auxiliando o animal, se houvesse necessidade (Bellows et al., 1987).

Nos últimos anos, várias pesquisas têm proposto novas tecnologias para que o produtor possa evitar essas perdas, tais como, monitoramento por ultrassom (Wright et al., 1988), mudanças na temperatura corporal (Aoki et al., 2005; Burfeind et al., 2011), análises nos níveis hormonais sanguíneos (Matsas et al., 1992; Lammoglia et al., 1997), controle do nível de relaxamento dos ligamentos pélvicos (Berglund et al., 1987), e a combinação de fatores hormonais, mecânicos e fisiológicos (Streyll et al., 2011). Entretanto, muitas dessas tecnologias não são adotadas pelos produtores pela dificuldade de coleta de dados, alto custo e gastos com mão de obra, tornando-se a visualização do comportamento da vaca como a prática ainda mais frequente (Palombi et al., 2013). Contudo, a modificação da metodologia de coleta de dados e diminuição dos custos poderia melhorar a utilidade de algumas dessas tecnologias, tornando-as mais acessíveis para o produtor como, por exemplo, o monitoramento pela TC (Burfeind et al., 2011; Cooper-Prado et al., 2011). Para esta tecnologia, o método mais comum de coleta de dados é através do uso do termômetro de mercúrio, um instrumento de fácil manuseio e geralmente não invasivo (Brandt-Brown et al., 2003). Várias regiões já foram utilizadas para aferir a TC, incluindo o reto, vagina, ouvido (tímpano), cavidade intraperitoneal, e úbere (Bewley et al., 2008). Alguns resultados promissores foram encontrados utilizando a coleta da temperatura retal ou vaginal como preditor do parto em bovinos (Wrenn et al., 1958; Burfeind et al., 2011; Aoki et al., 2005), porém o uso para medições contínuas querer maior manejo dos animais, consome maior tempo, e pode causar danos as regiões aferidas, além de não ser prático para o produtor dependendo da região coletada (Firk et al., 2002; Bewley et al., 2008).

Alternativas para aprimorar a utilização da TC para o monitoramento de mudanças fisiológicas têm sido estudadas, entre elas, o uso dos sistemas de telemetria por rádio frequência, tecnologia que tem como princípio básico o uso de um sensor que gera um impulso elétrico proporcional à variação fisiológica que é enviado para um transdutor que transmite o sinal para um receptor (FIGURA 2), esse envia o dado para um gravador que armazena a leitura (Patranabis, 1999). O ponto crucial do funcionamento desse sistema é a metodologia de transmissão dos dados entre o transdutor e o receptor que pode ser feita por fios ou por rádio, sendo essa transmissão a principal causa de muito dos problemas ocorridos nesse tipo de sistema de monitoramento (Bligh & Heal, 1974).

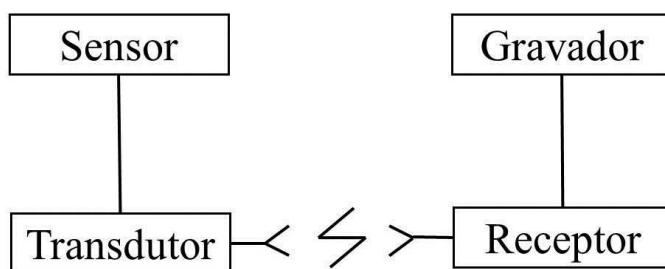


FIGURA 2 – Esquema de um sistema de telemetria por rádio frequência.

Os primeiros sistemas criados apresentavam algumas dificuldades pela curta duração da bateria, sensores de baixa precisão e a difícil aplicação, visto

que alguns sensores eram externos ao corpo e ligados por um fio ao leitor interno (Bligh & Heal, 1974; Brandt-Brown et al., 2003). Com os avanços das tecnologias, o uso do sistema tornou-se mais viável pela maior precisão da leitura dos sensores, maior durabilidade da bateria e menor custo do equipamento (Alzahal et al., 2011), o que vem estimulando pesquisas de aplicabilidade para a bovinocultura (Alzahal et al., 2009). Os sensores mais comuns podem ser implantados na vagina (Palombi et al., 2013), úbere (Lefcourt et al., 1986), ou na cavidade abdominal (Brown-Brandl et al., 2003) dos bovinos. Porém, os sistemas mais novos fazem a leitura da temperatura da região reticuloruminal (Trr) e são inseridos pelo esôfago, possuem um sensor com acurácia de  $0,1^{\circ}\text{C}$ , leitura frequente, formato cilíndrico, além de possuírem um sistema de transmissão de dados com leitura que permite o armazenamento dos dados da Trr em um computador da propriedade (FIGURA 3). Devido à longa duração da bateria e o sensor não ser invasivo, o sistema é chamado de monitoramento passivo da Trr, (Cooper-Prado et al., 2011; Brandt-Brown et al., 2003). Sievers et al. (2004) comenta que o uso do sistema intraruminal possui maiores vantagens em relação aos outros sistemas de monitoramento automático e semiautomático, por ser independente dos distúrbios externos, não ser manipulado externamente, possuir baixa probabilidade de perda e permitir um contínuo monitoramento da Trr.

Espera-se que as variações da Trr sejam resultado das mudanças fisiológicas do animal, porém observa-se que a ingestão de dietas e água também pode causar, respectivamente, aumento ou queda da Trr (Hicks et al., 2001; Bewley et al., 2008). O ambiente ruminal apresenta temperatura de  $39^{\circ}\text{C}$  (Furlan et al., 2006), entretanto os bovinos preferem ingerir água com temperatura entre 16 a  $18^{\circ}\text{C}$  (Huuskonen et al., 2011), o que resulta em queda de  $6,9^{\circ}\text{C}$  da Trr e um retorno a temperatura normal dentro de 2 horas (Bewley et al., 2008a). Assim, a temperatura e a frequência de consumo da água pode afetar a eficácia da Trr como preditor do parto em bovinos (Bewley et al., 2008). Boehmer et al., (2009) preconizou a exclusão das Trr abaixo de  $37,7^{\circ}\text{C}$  das análises de dados como metodologia para diminuir os erros causados pelo consumo de água.

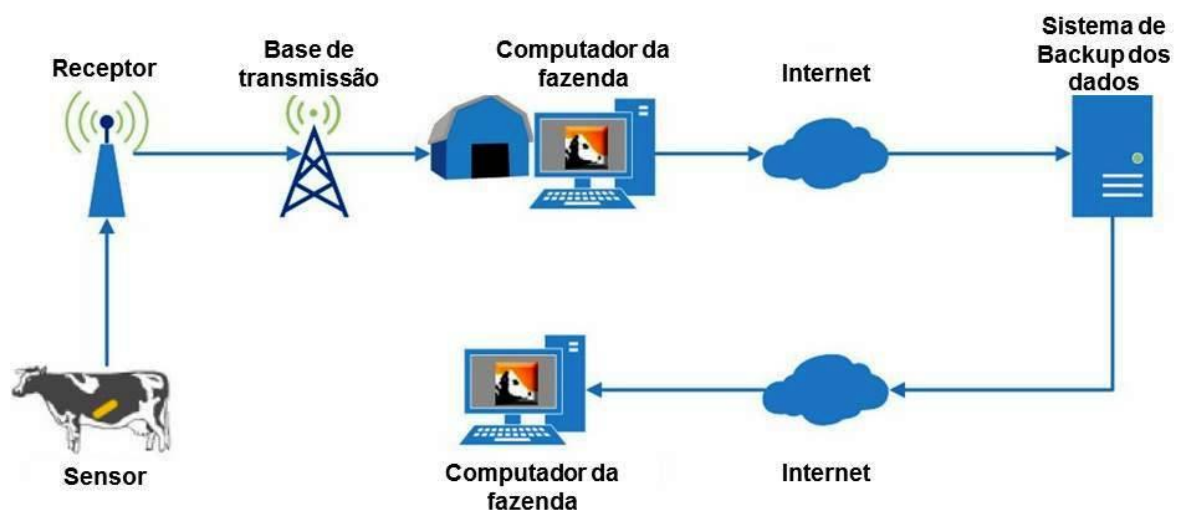


FIGURA 3 - Esquema de transmissão de dados da Trr pelo sistema de telemetria por rádio frequência.

O uso da telemetria através da Trr pode ser uma ferramenta útil para o produtor. As avaliações feitas das variações na TC aferidas pela temperatura retal foram equivalentes às encontradas pela Trr, mostrando que a Trr pode ser utilizada no monitoramento da TC (Bewley et al., 2008). Cooper-Prado et al. (2011) avaliando a mudança da Trr em vacas de corte para a predição do parto observaram que o sensor intraruminal foi eficiente e demonstrou a queda da TC um dia antes do parto. Contudo a aplicabilidade destas informações pelo produtor irá depender de melhores análises dos dados gerados, objetivando o desenvolvimento de modelos de predição de parto, assim, estas informações se tornariam ferramentas úteis para o pecuarista.

### 1.2.6. Curva ROC e o Teste de desempenho

Os modelos de predição são amplamente utilizados para descrever eventos em diferentes áreas do conhecimento, entre elas, a medicina através dos testes diagnósticos (Lalkhen & McCluskey, 2008) ou na meteorologia através da previsão do clima (Pessoa et al., 2010). Estes modelos devem apresentar uma boa qualidade na predição, por isso, algumas variáveis são aplicadas para verificar a sua precisão. Os eventos podem ser distribuídos em duas classes que são classificadas como positivas e negativas, ambas sumarizadas num fatorial  $2 \times 2$  (Prati et al., 2008, Kumar & Indrayan, 2011). Para esse grupo de dados cria-se uma matriz de contingência ou matriz de confusão que é uma matriz onde seu tamanho é resultado do número de classes dos dados, sendo dispostos na matriz como classes reais e as previstas (Pessoa et al., 2010; Fawcett, 2005). Nesta matriz de confusão existem quatro possibilidades (TABELA 1): Se o evento é positivo e foi classificado como positivo, é chamado de verdadeiro positivo (VP), se foi classificado como negativo, é chamado de falso positivo (FP). Se o evento é negativo e foi classificado como negativo, é chamado de verdadeiro negativo (VN), se foi classificado como positivo, é chamado de falso negativo (FN) (Lalkhen & McCluskey, 2008).

TABELA 1. Matriz de contingência para modelos de classificação

		Evento predito		Total
		Predito positivo	Predito negativo	
Evento real	Evento positivo	Verdadeiro positivo (VP)	Falso negativo (FN)	VP + FN
	Evento negativo	Falso positivo (FP)	Verdadeiro negativo (VN)	FP + VN
Total		VP + FP	FN + VN	

A partir dessas informações são calculadas a sensibilidade (Se), a especificidade (Es), e a acurácia (ac), onde:  $Se = VP / (VP + FN)$ : é a probabilidade de um teste positivo, dado que ele foi diagnosticado como positivo.  $Es = VN / (VN + FP)$ : é a probabilidade de um teste negativo dado que ele foi diagnosticado como negativo.  $Ac = (VP + VN) / (VP + VN + FN + FP)$ : é o número dos eventos corretamente classificados dividido pelo número total de eventos (Florkowski, 2008). Para realizar esse teste deve ser determinado um



padrão-ouro ou um evento referência, esse evento deve possuir uma maior veracidade possível (Martinez, 2003). Estes resultados são analisados através da construção da curva característica de resposta do observador (ROC), uma ferramenta estatística que avalia as classificações de um grupo de dados através de seu teste de desempenho (Fawcett, 2005). Os gráficos de ROC inicialmente eram utilizados para detectar sinais eletrônicos e problemas em radares, e avaliava a habilidade dos operadores de radares em distinguir um sinal de um ruído (Zweig & Campbell, 1993). Quando o radar detectava algo se aproximando era função do operador decidir se era um avião (sinal) ou outro objeto (ruído; Egan, 1975). Atualmente é aplicada na área da medicina, para analisar a qualidade de um teste clínico (Zweig & Campbell, 1993; Obuchowski, 2003) ou na previsão do tempo (Mylne, 2002). A curva ROC é baseada na probabilidade de detecção, ou taxa de verdadeiros positivos, e a probabilidade de falsos alarmes, ou taxas de falsos positivos (TFP; Prati et al., 2008).

Para construção da curva, os resultados obtidos de sensibilidade são adicionados no eixo y e a TFP ( $1 - \text{especificidade}$ ) no eixo x (Obuchowski, 2003). Os valores de Se e TFP resultado dos diferentes limiares de teste (pontos de corte) geram vários pontos no espaço ROC, e assim formam a curva ROC (Prati et al., 2008). Os pontos encontrados na região superior esquerda do gráfico representam que o modelo apresenta 100% de classificação correta (FIGURA 4), ou seja, todos os pontos positivos e negativos são corretamente classificados. Em contrapartida os pontos que se encontram cruzando diagonalmente o gráfico representam que o modelo apresenta 50% de classificação correta, ou seja, utilizá-lo ou girar uma moeda apresentará o mesmo efeito para predizer o evento (Zweig and Campbell, 1993).

A linha formada pela curva cria uma área dentro da curva (AUC) que é expressa por um valor de zero a 1,0. Este valor descreve o desempenho de um modelo de predição, pois avalia todos os valores de Se e Es conjuntamente o que permite indicar o melhor ponto e corte para aquele modelo avaliado, além de permitir que dois ou mais modelos sejam avaliados simultaneamente (Kumar e Indrayan, 2011). Valores de AUC de 0,5 significam que o evento pode ser predito pelo modelo analisado ou pelo lançar de uma moeda. Os modelos acima de 0,5 são considerados significativos para predizer o modelo, entretanto esse valor se modifica de acordo com a área de pesquisa. Zhu et al. (2010) descreve que valores de 0,6 a 0,7 são ruins, de 0,7 a 0,8 são utilizáveis, de 0,8 a 0,9 são bons e de 0,9 a 1,0 são excelentes. Na área médica, valores acima de 0,75 são considerados bons para alguns exames médicos, e valores acima de 0,97 são altamente aplicáveis (Fan et. al, 2006).

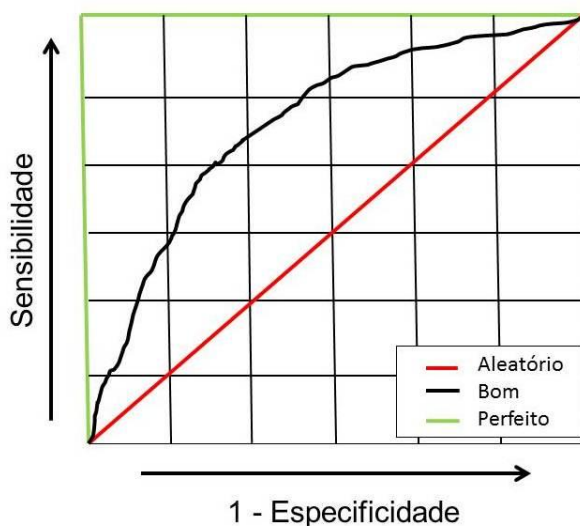


FIGURA 4 – Modelo da curva ROC.

Algumas pesquisas já foram desenvolvidas utilizando a metodologia de predição do parto através da temperatura retal e vaginal, ou pela análise conjunta de diferentes mudanças fisiológicas antes do parto (Streyll et al., 2011; Cooper-Prado et al., 2011). Estas pesquisas mostraram que Se, Es e AUC encontrados foram bastante promissores para as variáveis estudadas. Por isso, levantou-se a hipótese de que a Trr coletada antes do parto poderia ser utilizada como um indicador do início do parto, visto que ela apresenta um padrão de queda antes deste evento. A construção de diferentes modelos de predição poderia ser utilizada, sendo que o melhor modelo seria indicado pelas análises dos testes de desempenho e curva ROC. Além da importância da predição do início do parto, o conhecimento das etapas do seu processo pode ser crucial para a decisão na assistência ou não durante o encaminhamento de um parto. Assim, analisar o comportamento dos estágios do parto, com ênfase no estágio II poderia dar subsídio ao produtor para reconhecer a ocorrência de um parto normal e outro com problemas. As duas ferramentas trabalhando juntas poderiam diminuir as ocorrências de distocia em bovinos, diminuindo os riscos de morte do bezerro e da mãe, o que diminuiria as perdas econômicas do sistema de produção.

### 1.3. HIPÓTESES

1 – Existem variações da temperatura reticuloruminal em vacas e novilhas da raça Holandesa antes do parto;

2 – Estas variações da temperatura reticuloruminal poderão ser usadas como preditor do início do parto em novilhas e vacas da raça Holandesa;

3 – O comportamento no processo do parto no estágio II é afetado pelo sexo e peso ao nascimento do bezerro em novilhas e vacas da raça Holandesa.

#### 1.4. OBJETIVOS

1) Verificar se os padrões de variação da temperatura reticuloruminal são consistentes para ser usado como um preditor do início do processo de parto em novilhas e vacas Holandesas;

2) Determinar qual linha média e queda de temperatura apresenta melhor resultado para predizer o início de parto em novilhas e vacas holandesas;

3) Determinar se há alguma diferença na predição do parto através da temperatura reticuloruminal entre novilhas e vacas da raça Holandesa;

4) Identificar e analisar as relações entre o comportamento no processo do parto em novilhas e vacas Holandesas com o sexo e o peso ao nascer do bezerro.

#### 1.5. METODOLOGIA GERAL

Para avaliar as variações da temperatura reticuloruminal (Trr) como um preditor do parto foram coletados dos dados da Trr em 111 novilhas e 150 vacas Holandesas. Entre cinco a quinze dias antes do parto, as fêmeas foram realocadas do campo para um piquete próximo da sede da propriedade e, via pistola esofágica, foi implantado em cada animal um dispositivo (bolus) de monitoramento da Trr (Phase IV Engineering, Boulder, CO). Cada bolus tinha o formato cilíndrico, pesava cerca de 150 g e possuía um sensor de temperatura programado para realizar a cada hora uma leitura da Trr. Além dos bolus, o sistema de telemetria era equipado duas antenas com capacidade de alcance de 10 metros de distância e localizadas dentro dos piquetes próximo ao portão de acesso as ordenhadeiras, o que facilitava a coleta dos dados de Trr, visto que os sensores tinham capacidade de armazenar no máximo 12 leituras, sendo necessário que as vacas estivessem, pelo menos, duas vezes ao dia na área de alcance das antenas, o que era fato decorrente devido às duas ordenhas diárias. A partir das antenas, as leituras eram enviadas para um computador que possuía o programa Temp Track<sup>®</sup>, um sistema computacional que armazena os dados coletados do monitoramento da Trr (DVM Systems, Greeley, CO).

Para todas as análises estatísticas descritas a seguir foram realizadas com leituras da Trr maiores que 37.7°C, assim totalizando 9.911 leituras provenientes das 111 novilhas e 12.351 leituras provenientes das 150 vacas. Além disso, criou-se uma categoria composta de todos os animais (TA). Para cada leitura de Trr de um determinado horário foram calculadas duas médias da Trr a partir das leituras de Trr aferidas no mesmo período dos quatro dias anteriores, o que resultou na criação de duas linhas média (LM) da Trr, porém, para cada LM foi utilizada uma metodologia diferente:

1º – Para criar a linha média 1 (LM1), utilizaram-se as leituras dos quatro dias anteriores considerando um intervalo de uma hora da atual leitura, ou seja, se a Trr foi realizada no dia 15 de novembro as 08h30min, a LM1 foi calculada a partir de todas as Trr aferidas entre 08h00min e 09h00min dos dias 11, 12, 13 e 14 de novembro.

2º - Para criar a linha média 2 (LM2), utilizaram-se as leituras dos quatro dias anteriores considerando um intervalo de cinco horas da atual leitura, ou seja, se a Trr foi realizada no dia 15 de novembro as 08h30min, a LM2 foi calculada a partir de todas as Trr aferidas entre 05h00min e 11h00min dos dias 11, 12, 13 e 14 de novembro.

Após ter sido calculada as LM1 e LM2, foram determinadas as diferenças de leitura da Trr para LM1 e LM2 naquele período. Um valor negativo neste cálculo indicava que houve a queda da temperatura atual em relação à LM calculada. Para capturar essas quedas de temperatura (QT), foi proposto fazer uma média da QT da corrente Trr e das últimas leituras como um preditor para o parto, sendo classificado como "MQT". Normalmente, três valores foram utilizados para o cálculo do MQT, porém algumas vezes mais de quatro ou menos de três valores podem ter sido utilizados. Espera-se observar um maior número de QT ao passo que os animais se aproximassem do parto. Ao usar as três metodologias propostas, LM1, LM2 e MQT, esperou-se evitar erroneamente sinalizar mudanças de temperatura devido à ingestão de água ou alimento como indicativo de parto, ao invés de capturar a queda de temperatura de um animal devido ao parto. MQT foi calculada para LM1 e LM2 acima mencionados.

O modelo de regressão logística foi calculado utilizando o programa estatístico R (R Development Core Team, 2008), através da função "glm" e "logit", e está descrito abaixo:

Probabilidade de parir num determinado tempo =

$$\frac{e^{\alpha + \beta (MQT)}}{1 + e^{\alpha + \beta (MQT)}}$$

Através desse modelo foi estimado o valor de  $\alpha$  e  $\beta$ . O interesse era a estimativa do parâmetro  $\beta$ , uma vez que este parâmetro explicaria como a MQT está relacionada com a probabilidade de parto. Especificamente, interessava-se em testar ou não  $\beta < 0$ , uma vez que um menor valor negativo de MQT indicaria que a probabilidade de êxito do parto diminui. Ao passo que a observação de maiores valores negativos da MQT seria um indicativo de parto e resultar em uma maior probabilidade de acerto da predição do parto. Os valores de  $\beta$  foram testados com grau de significância de 0,05, indicando que MQT estaria significativamente relacionada com a probabilidade de parto.

A curva ROC (Característica de Operação do Receptor) foi utilizada para testar a acurácia da predição de um parto usando a Trr. A curva ROC é frequentemente usada como uma ferramenta na pesquisa médica para descrever a acurácia de um teste de discriminação de um estado de saúde do paciente (Zweig and Campbell, 1993), e isso é feito pela análise do teste de desempenho (sensibilidade, especificidade e acurácia), a construção da curva ROC e a determinação da área da curva ROC (AUC). Segundo Prati et al. (2008) para problemas de classificação binária com duas classes existe 4 possibilidades de ocorrência. Quando um evento positivo foi classificado como positivo, ele é denominado verdadeiro positivo. Quando um evento negativo é classificado como positivo, ele é denominado falso positivo. Quando um evento negativo foi classificado como negativo, ele é denominado verdadeiro negativo.

Quando um evento positivo foi classificado como negativo, ele é denominado falso negativo.

A partir dessas possibilidades é construído o teste de desempenho, onde a sensibilidade (Se) é a probabilidade de um teste positivo (ocorrência do QT), dado que a vaca vai parir nas próximas 12 ou 24 horas, a especificidade (Es) é a probabilidade de um teste negativo (não ocorrência do QT), dado que a vaca não vai parir dentro das próximas 12 ou 24 horas, e a acurácia (Ac) é o número dos eventos corretamente classificados dividido pelo número total de eventos (Martinez, 2003). A análise da curva ROC foi determinada calculando a sensibilidade e a especificidade para diferentes limiares, ou seja, três níveis de QT do Trr:  $-0,2^{\circ}\text{C}$ ,  $-0,3^{\circ}\text{C}$ , e  $-0,4^{\circ}\text{C}$ . Para o cálculo da curva ROC o conjunto de dados foi organizado para analisar apenas as leituras de Trr que ocorreram entre zero a 120 horas antes do parto. Para a construção da curva ROC, os resultados de sensibilidade e a taxa de falso positivo (TFP; ou  $1 - \text{especificidade}$ ) foram adicionados no eixo y e no eixo x, respectivamente (Obuchowski, 2003). Cada ponto no gráfico foi gerado por meio de diferentes limiares. O conjunto de pontos de dados gerados a partir de diferentes limiares forma a curva ROC e uma área dentro da curva (AC). Curvas que apresentam uma linha de  $45^{\circ}$  no meio do gráfico possuem uma AC de 0.5, o que significa que o evento pode ser predito pela variável analisada ou pelo lançar de uma moeda. Valores que são maiores que 0,5 significam que a área pode ser usada para distinguir os animais que vão parir dentro de um determinado período e os animais que não irão parir dentro deste período (Zweig e Campbell, 1993).

Avaliou-se a predição com o parto ocorrendo dentro de 12 h e outro 24 h e duas LM, assim para cada categoria animal (3 categorias) analisou os modelos LM1-24h, LM2-24h, LM1-12h e LM2-12h, totalizando 12 modelos. Os modelos foram avaliados pelo teste MANN-WHITNEY U com um nível de significância de 0.01. Entre os modelos que foram significativos, a AUC foi utilizada como critério para determinar qual apresentou maior acurácia para prever o parto pela Trr. Os cálculos para a criação de cada curva ROC, AUC, e os testes de desempenho foram realizados pelo programa estatístico R (R Development Core Team, 2008), através da função "verification".

A identificação e análise das relações entre o comportamento no processo do parto em novilhas e vacas Holandesas com o sexo e o peso ao nascimento do bezerro foram realizadas através de dados coletados de 82 novilhas, 101 vacas e de seus neonatos. Os animais foram escolhidos aleatoriamente dentro do rebanho. Entre cinco a 15 d antes do parto, as fêmeas foram realocadas do campo para um piquete próximo da sede da propriedade e observadas diariamente para se detectar o início do processo do parto.

Dados relacionados ao processo de parto (PP) foram coletados de cada novilha e vaca. Para isso foram incluídos, número do brinco dos animais, intervalo de tempo (em minutos) entre a visualização da bolsa d'água até a vaca começar a empurrar o bezerro (PP – T1, i.e. início do estágio II), entre a vaca começar a empurrar o bezerro até o aparecimento das patas do bezerro (PP – T2), e entre o aparecimento das patas do bezerro até o nascimento do bezerro (CP – T3, i.e. término do estágio II). Também, informações de cada

bezerro foram coletadas, incluindo, peso ao nascer (PN) e o sexo (SN). O PN foi dividido em três categorias de peso:  $\leq 30$  kg,  $> 31$  e  $\leq 40$  kg, e  $> 40$  kg.



## CAPÍTULO II





**Predição de parto em novilhas e vacas Holandesas pelo monitoramento passivo da temperatura reticularuminal<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo elaborado conforme as Normas da Journal of Dairy Science (Apêndice 1).

**Interpretive summary**

O uso de tecnologias de monitoramento que sejam funcionais e eficazes na predição do parto podem ser ferramentas úteis para o pecuarista diminuir os problemas de parto do rebanho. Esse experimento foi realizado para avaliar o uso de um sensor de temperatura retículo-ruminal objetivando monitorar as variações da temperatura corporal que previamente mostraram serem correlacionadas com o parto. Através do uso de metodologias estatísticas de predição, os resultados mostraram que uma queda progressiva da temperatura retículo-ruminal de 0,2°C resultará em ocorrência de parto dentro de 24 h, possibilitando o uso da variação da temperatura retículo-ruminal como uma ferramenta para a predição do parto em bovinos da raça Holandesa.

**Predição de parto em novilhas e vacas Holandesas pelo monitoramento passivo da temperatura retículo-ruminal.**

J.B.G. Costa, Jr<sup>1\*</sup>, J.K. Ahola<sup>†</sup>, Z. Weller<sup>‡</sup>, R. K. Peel<sup>†</sup>, J.C. Whittier<sup>†</sup>, J. O. J Barcellos\*

\*Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 91540

<sup>†</sup> Departamento de Ciência Animal, Universidade Estadual do Colorado, Fort Collins, Colorado – USA, 80523

<sup>‡</sup> Colégio de Ciências Naturais – Estatística, Universidade Estadual do Colorado, Fort Collins, Colorado – USA, 80523

---

<sup>1</sup> Autor correpondente: [jbzootec@gmail.com](mailto:jbzootec@gmail.com)

**RESUMO:** O objetivo foi definir e analisar a queda da temperatura retículo-ruminal (Trr) como um preditor do parto em bovinos. Foram coletados dados de 111 novilhas e 150 vacas Holandesas durante o período de novembro de 2012 a março de 2013 de uma propriedade leiteira na cidade Platteville, estado do Colorado – EUA. Entre 5 a 15 d antes do parto, cada fêmea recebeu um sensor de monitoramento Trr (Phase IV Engineering, Boulder, CO), que foi administrado oralmente, usando uma pistola esofágica. As Trr coletadas eram enviadas para um computador equipado com o programa Temp Track<sup>®</sup> (DVM Systems, Greeley, CO). Médias diárias da Trr foram calculadas do d cinco até o d zero antes do parto usando todas as leituras de Trr (A-Trr) ou somente as leituras da Trr  $\geq 37.7^{\circ}\text{C}$  (W-Trr), sendo analisados pelo pacote PROC MIXED. Para identificar a queda da Trr duas metodologias para cálculo da baseline foram criadas. A partir dessas metodologias, modelos de predição foram construídos para partos ocorrendo dentro de 24 h ou 12 h em cada categoria ou para as duas categorias juntas, totalizando 12 modelos de predição, sendo estes analisados pela Característica de Operação do Receptor (análise ROC). Para novilhas, a W-Trr foi mais consistente para determinar diferenças significativas da Trr entre os d que antecederam ao parto. As análises ROC mostraram que todos os modelos, independente da metodologia de cálculo da baseline ou categoria testada, foram capazes de predizer o parto, embora os valores de área dentro da curva ROC foram maiores para os modelos com o parto ocorrendo dentro de 24 h. O modelo construído com metodologia de cálculo da baseline 1 e parto ocorrendo dentro de 24 h ajustou-se melhor para novilhas, ao passo que o modelo construído a partir da baseline 2 e parto ocorrendo dentro de 24 h ajustou-se melhor para vacas ou as duas categorias juntas. Os melhores valores de sensibilidade e especificidade foram para o limiar de queda da Trr de  $\geq -0,2^{\circ}\text{C}$ , independente da metodologia de cálculo da baseline ou categoria testada.

**Palavras-chave:** curva ROC, especificidade, teste de desempenho, sensibilidade.

**ABSTRACT:** The objective was to define and analyze the drop in reticule-rumen temperature (Trr) as a predictor of calving in Holstein cattle. Data was collected from 111 Holstein heifers and 150 Heifer cows during the period of November, 2012 to March, 2013 of a dairy farm in Platteville -Colorado – USA. Between 5 to 15 d before calving, each female received an orally administered temperature sensing reticule-rumen bolus (Phase IV Engineering, Boulder, CO). The collected Trr were sent to a computer equipped with the Temp Track<sup>®</sup> program (DVM Systems, Greeley, CO). Daily average Trr were calculated from d five to d zero before calving using all of the Trr readings(A-Trr) or only the readings of  $Trr \geq 37.7^{\circ}\text{C}$  (W-Trr), with the analysis of the PROC MIXED. In order to identify the Trr drop, two methodologies for figuring the baseline were created. As of these methodologies, prediction models were built for calving occurring within 24 h or 12 h to each category or for the two categories together, totaling 12 prediction models, which were analyzed by the Operation Characteristic Receptor (ROC analysis). For heifers, the W-Trr were the most in keeping for determining significant differences of the Trr among the d which preceded calving. The ROC analyses showed that all models, regardless of the methodology of the calculation of the baseline or tested category, were able to predict the calving, though the values of the area within the ROC curve were greater for the models occurring within 24 h. The model built with the calculation methodology of baseline 1 and calving occurring within 24 h set best for heifers, while the model constructed within baseline 2 and calving occurring within 24 h adjusted best for cows or two categories together. The best values of sensitivity and specificity were for the drop threshold of the  $Trr \geq - 0.2^{\circ}\text{C}$ , regardless of the methodology of the baseline or the category tested.

**Key words:** ROC curve, specificity, performance test, sensitivity.

## INTRODUÇÃO

A intensificação da produção leiteira é resultado da busca pelos produtores por um

modelo mais tecnológico, visto que propriedades leiteiras com alta adoção tecnológica apresentam custos de produção 53% menor do que propriedades de baixa adoção tecnológica (El-Osta and Morehart, 2000; USDA, 2007). Entre 2000 a 2005, o aumento do número diário de ordenhas, a adoção de sistemas automatizados e a seleção de animais com maior potencial produtivo foram as maiores mudanças nas propriedades leiteiras americanas, aumentando em 8,2% a produtividade dos animais (Khanal et al., 2010). Porém, a precocidade reprodutiva das fêmeas e a produção de bezerros com maior peso ao nascer têm aumentado os problemas de parto (Zaborski et al., 2009; Mee et al., 2011), acometendo 22,6% das novilhas e 13,8% de todo o rebanho leiteiro americano (Mee, 2008), o que resulta em perdas na produção leiteira, redução na fertilidade do rebanho, além da probabilidade de morte do bezerro e da mãe (McGuirk, 2007). O monitoramento constante dos animais durante o parto pode sinalizar o momento necessário para a correta assistência obstétrica, diminuindo em até 50% as mortes dos neonatos, bem como, reduzir as perdas causadas pela distocia (Bellows et al., 1987). Entretanto, nos últimos anos o aumento dos custos com a mão de obra tornou esse tipo de monitoramento oneroso para o pecuarista (USDA, 2007), tornando a adoção de tecnologias de monitoramento automatizado uma opção viável.

Várias tecnologias de monitoramento para o parto foram propostas nos últimos anos (Wright et al., 1988, Matsas et al., 1992; Streyll et al., 2011), contudo, as dificuldades para suas aplicações tornam a visualização do comportamento da vaca como a prática mais frequente (Palombi et al., 2013). Prévios estudos mostraram que a temperatura corporal (TC) em bovinos diminui até 1°C antes do início do processo do parto (Lammolgia et al., 1997), e avaliações de diferentes regiões anatômicas, por exemplo, vagina, reto, pele e retículo-rúmen, confirmaram esse pressuposto, mostrando que esta variável poderia ser utilizado como um preditor do parto (Aoki et al., 2005; Burfeind et al., 2011; Cooper-Prado et al., 2011). Algumas destas regiões, como a vagina e reto, podem apresentar baixa

funcionalidade pelo produtor devido à necessidade de constantes aferições manuais da TC, além de maior probabilidade de ocorrência de lesões destas regiões. Entretanto, a coleta da temperatura retículo-ruminal (**Trr**) não apresenta essas limitações, pois o sensor utilizado realiza leituras constantes dos dados de Trr, encontra-se alojado em uma região que não causa danos ao animal e apresenta menor necessidade diária de mão de obra (Sievers, 2004). Os dados coletados por essa tecnologia devem ser analisados objetivando gerar resultados aplicáveis para o produtor. Dentro deste contexto as análises Característica de Operação do Receptor (**ROC**) mostram ser uma interessante opção para gerar estes resultados, uma vez que são ferramentas estatísticas usadas para a predição de eventos (Zweig and Campbell, 1993). Logo, os objetivos desse estudo foram analisar a temperatura Trr como um preditor do parto em novilhas e vacas leiteiras e definir a melhor metodologia de cálculo da Trr para prever o parto em novilhas e vacas Holandesas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Animais e coletas de dados***

Este experimento foi previamente submetido e aprovado pela Colorado State University Animal Care and Use Committee (protocol #11-2583A).

Durante o período de novembro de 2012 a março de 2013, 111 novilhas e 150 vacas Holandesas provenientes de uma propriedade comercial na cidade de Platteville, situada no estado do Colorado – EUA foram utilizadas para a coleta de dados. Entre cinco a quinze dias antes do parto, as fêmeas foram realocadas do campo para um piquete próximo da sede da propriedade e cada fêmea recebeu um sensor de monitoramento Trr (Phase IV Engineering, Boulder, CO), que foi administrado oralmente, usando uma pistola esofágica. Cada sensor apresentava formato cilíndrico, pesava cerca de 150 g e possuía um sensor de temperatura programado para realizar uma leitura da Trr a cada hora e armazenar até doze leituras. O sistema de telemetria era equipado com duas antenas com capacidade de alcance de 90 metros de distância e localizadas dentro dos piquetes-maternidade, sendo

necessário que os animais estivessem entre duas a três vezes ao d na área de alcance das antenas. A partir das antenas, as leituras eram enviadas para um computador equipado com o programa Temp Track®, um sistema computacional que armazena os dados coletados do monitoramento da Trr (DVM Systems, Greeley, CO).

### *Análises estatísticas*

Para verificar o efeito do d na variação da Trr, uma média diária da Trr foi calculada do 5º d até o d zero usando todas as leituras de Trr (**A-Trr**) ou somente as leituras da Trr  $\geq 37.7^{\circ}\text{C}$  (**W-Trr**). As Trr  $\leq 37.7^{\circ}\text{C}$  são consideradas efeito da temperatura da água consumida (Boehmer et al., 2009), assim, nós criamos as duas médias para analisar esse efeito na variação diária da Trr. Esses dois grupos de dados foram analisadas estatisticamente no pacote PROC MIXED do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC), com a categoria e o d como efeito fixo. A comparação das médias diárias da A-Trr e W-Trr foram determinadas usando teste de Scheffe (SAS Inst., Inc., Cary, NC) com o nível de significância de 0,05.

Para todas as análises estatísticas descritas a seguir foram utilizadas somente W-Trr, totalizando 9.911 leituras provenientes das 111 novilhas e 12.351 leituras provenientes das 150 vacas. Adicionalmente, criou-se uma categoria com vacas e novilhas como um único grupo (**TA**). O conjunto de dados foi analisado considerando as leituras de Trr que ocorreram entre zero a 120 h antes do parto. Com o objetivo de capturar os drops da Trr antes do parto, para cada leitura de um determinado horário foram calculadas duas baselines (**BL**) da Trr utilizando metodologias diferentes:

1º – Para calcular a baseline 1 (**BL1**), nós utilizamos as leituras dos 4 d anteriores ocorridos dentro de uma janela de intervalo de uma h da atual leitura, ou seja, se a Trr foi realizada no dia 15 de novembro as 08h30min, a BL1 foi calculada a partir de todas as Trr aferidas entre 08h00min e 09h00min dos dias 11, 12, 13 e 14 de novembro.

2º - Para calcular a baseline 2 (**BL2**), nós utilizamos as leituras dos 4 d anteriores



ocorridos dentro de uma janela de intervalo de cinco h da atual leitura, ou seja, se a Trr foi realizada no dia 15 de novembro as 08h30min, a BL2 foi calculada a partir de todas as Trr aferidas entre 05h00min e 11h00min dos dias 11, 12, 13 e 14 de novembro.

Após a criação das BL1 e BL2 para cada leitura de Trr, nós calculamos a diferença da atual leitura de Trr para a BL1 e BL2. Um valor negativo neste cálculo indicava que houve um drop da Trr atual em relação à BL criada. Para capturar esses drops da Trr, nós calculamos uma média dos drops da atual Trr e das duas últimas leituras, sendo essa média calculado para BL1 e BL2 e classificada como “TempChange”. Para essas duas metodologias de cálculo da baseline, nós criamos modelos de predição de parto (MPP) ocorrendo dentro de 12 ou 24 h (BL1-24h, BL2-24h, BL1-12h, BL2-12h), como também, nós analisamos estes quatro MPP para cada categoria animal, totalizando 12 MPPs.

Cada MPP foi analisado através de regressão logística utilizando o programa estatístico R (R Development Core Team, 2008), através da função “glm” e “logit”, como descrito abaixo:

Probabilidade de parir num determinado tempo =

$$\frac{e^{\alpha+\beta \text{ (MQT)}}}{1+e^{\alpha+\beta \text{ (MQT)}}$$

Através desta regressão logística foi estimado o valor de  $\alpha$  e  $\beta$ . O interesse era a estimativa do parâmetro  $\beta$ , uma vez que este parâmetro explicaria como o TempChange está relacionado com a probabilidade de parto. Especificamente, interessava-se em testar ou não  $\beta < 0$  já que um maior valor negativo do TempChange seria um indicativo de parto, resultando em maior probabilidade de acerto da predição do parto. Os valores de  $\beta$  foram testados com grau de significância de 0,05.

As análises ROC foram utilizadas para testar a qualidade dos MPP calculados. Para o teste de desempenho foi calculado a sensibilidade (**Se**) que é a probabilidade de um teste positivo (drop), dado que a fêmea vai parir nas próximas 12 ou 24 h, a especificidade (**Es**)

que é a probabilidade de um teste negativo (no drop), dado que a fêmea não vai parir dentro das próximas 12 ou 24 h, e a acurácia (**Ac**) que é o número dos eventos corretamente classificados dividido pelo número total de eventos (Martinez, 2003; Kumar and Indrayan, 2011). A análise da curva ROC foi determinada calculando a sensibilidade e a especificidade para três diferentes limiares (pontos de corte) da Trr:  $\geq -0,2^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq -0,3^{\circ}\text{C}$  e  $\geq -0,4^{\circ}\text{C}$ . Para a construção da curva ROC, os resultados de sensibilidade e a taxa de falso positivo (TFP; ou 1 - especificidade) foram adicionados no eixo y e no eixo x, respectivamente (Obuchowski, 2003; Kumar and Indrayan, 2011). O conjunto de pontos de dados gerados a partir de diferentes limiares formou uma curva ROC e uma área dentro da curva ROC (AUC) para cada modelo testado.

Os cálculos para a criação de cada curva ROC, AUC, e os testes de desempenho foram realizados pelo programa estatístico R (R Development Core Team, 2008), através da função “verification”. Para os cálculos dos intervalos de confiança do teste de desempenho foi utilizada a programação PROC FREQ (SAS Inst., Inc., Cary, NC) utilizando as opções de TABLE e BINOMIAL. Os MPP criados foram avaliados pelo teste MANN-WHITNEY U com um nível de significância de 0,01. Para os modelos que foram significativos, o valor da AUC foi utilizado como critério para determinar o melhor MPP.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Médias de A-Trr mostraram resultados diferentes das médias de W-Trr para novilhas (Tabela 1). A variação da A-Trr não foi significativamente diferente ( $P > 0,05$ ) entre o d cinco até o d um, sendo observada queda significativa ( $P < 0,05$ ) para o d do parto. A média da W-Trr ao d do parto diferiu significativamente para o d um ( $P < 0,05$ ), e estes diferiram para o d dois, três, quatro e cinco antes do parto. Neste estudo observou-se que a W-Trr apresentou queda 48 h antes do parto, correspondendo aos dados observado por prévios estudos avaliando a Trr (Cooper-Prado et al., 2011) e outras regiões anatômicas (Aoki, 2005; Burfeind et al., 2011).

A retirada das Trr abaixo de 37,7°C diminuiu pela metade o erro padrão da média o que possibilitou a análise estatística verificar diferenças de W-Trr entre os d dois, um e zero. Esta maior variação dos dados para A-Trr pode ser ocasionado pelo consumo de água, que dependendo da temperatura e volume, propiciou este maior erro padrão das médias analisadas. Prévios estudos referenciaram que a Trr sofre variação diária associada ao consumo de água (Dye, 2005; Cooper-Prado et al, 2011), o que pode ocasionar queda de até 8.5°C da Trr dependendo da temperatura e volume consumido (Bewley, 2008). As figuras 1 e 2 mostraram que visualmente há uma menor variação quando são utilizados somente W-Trr.

Tabela 1. Temperatura retículo-ruminal (Trr; média  $\pm$  EP) em novilhas e vacas Holandesas dos d que antecede ao parto.

D before calving	Média da Trr incluindo Trr $\leq$ 37.7°C				Média da Trr excluindo Trr $\leq$ 37.7°C			
	Heifers	SD	Cows	SD	Heifers	SD	Cows	SD
5	39,57 <sup>a</sup>	0,028	39,45 <sup>a</sup>	0,026	39,84 <sup>a</sup>	0,015	39,76 <sup>a</sup>	0,014
4	39,58 <sup>a</sup>	0,027	39,42 <sup>a</sup>	0,025	39,84 <sup>a</sup>	0,015	39,75 <sup>a</sup>	0,014
3	39,62 <sup>a</sup>	0,027	39,48 <sup>a</sup>	0,026	39,87 <sup>a</sup>	0,015	39,78 <sup>a</sup>	0,014
2	39,59 <sup>a</sup>	0,027	39,46 <sup>a</sup>	0,025	39,86 <sup>a</sup>	0,015	39,80 <sup>a</sup>	0,014
1	39,46 <sup>a</sup>	0,027	39,28 <sup>a</sup>	0,025	39,74 <sup>b</sup>	0,014	39,72 <sup>a</sup>	0,013
0	39,21 <sup>b</sup>	0,026	39,03 <sup>b</sup>	0,023	39,42 <sup>c</sup>	0,014	39,36 <sup>b</sup>	0,013

<sup>a,b</sup>Médias dentro da coluna diferem estatisticamente ( $P < 0.05$ ).

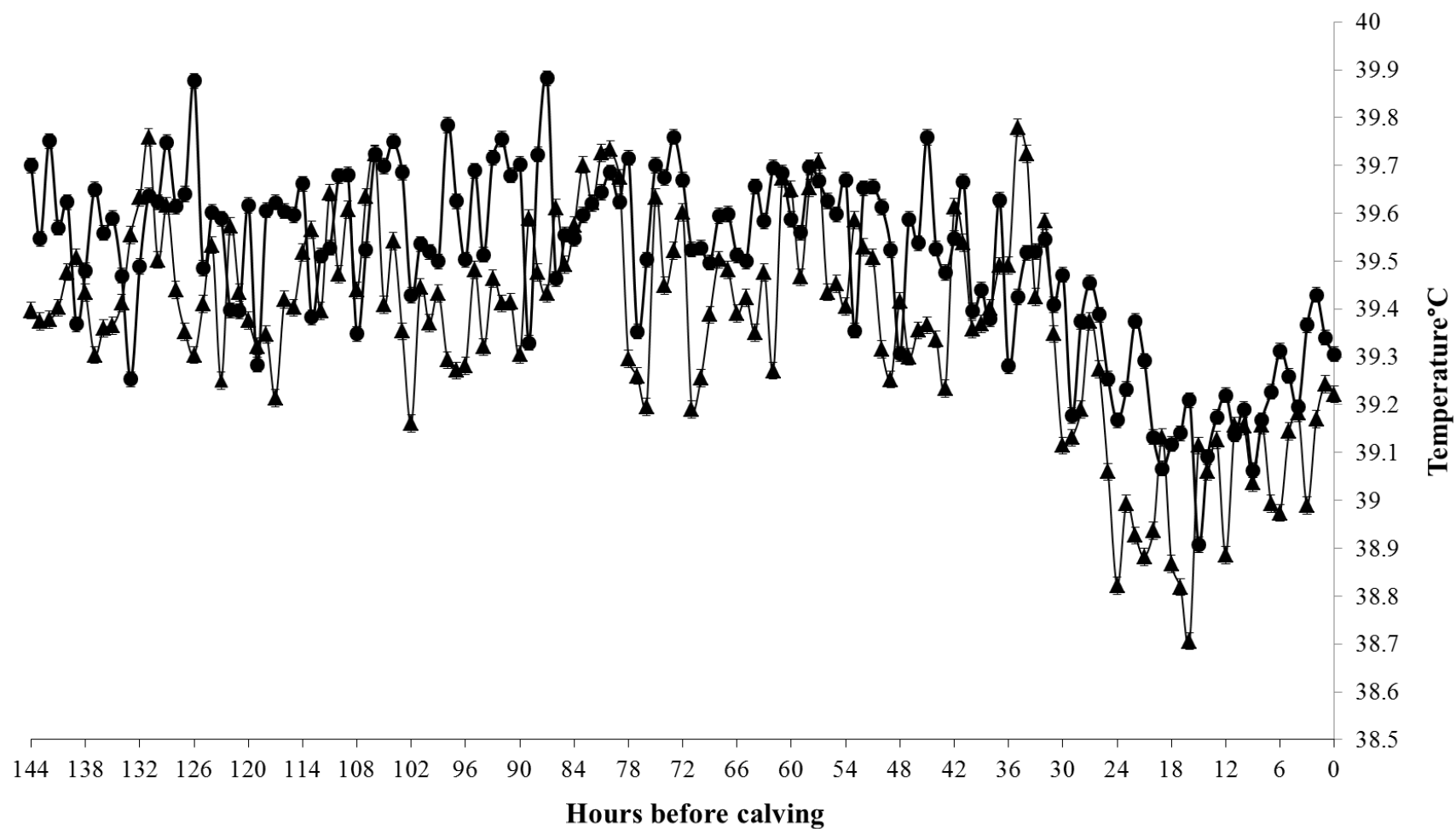
Em ambas as categorias avaliadas, A-Trr declinou 0,25°C do d um para o d zero (Tabela 1), porém ao analisarmos os dados de W-Trr, observou-se que a diferença entre o d um e zero elevou-se para 0,32 e 0,36°C para novilhas e vacas, respectivamente (Tabela 1), bem como, uma diferença de 0,44°C do d dois para o d zero foi observada para novilhas, que é maior que aquela reportada por Cooper-Prado et al. (2011) para vacas Angus. Bovinos de leite apresentam a TC mais elevada que bovino de corte, resultado do calor metabólico produzido pelo maior ingestão alimentar e produção de leite (Kadzere et al., 2002; Robertshaw, 2004), podendo ser um fator relevante para essa diferença na queda da Trr entre as raças.

Algumas hipóteses são discutidas para o efeito e causa da queda da TC maternal pré parto. As regulações da termogênese obrigatória (taxa de metabolismo basal) e

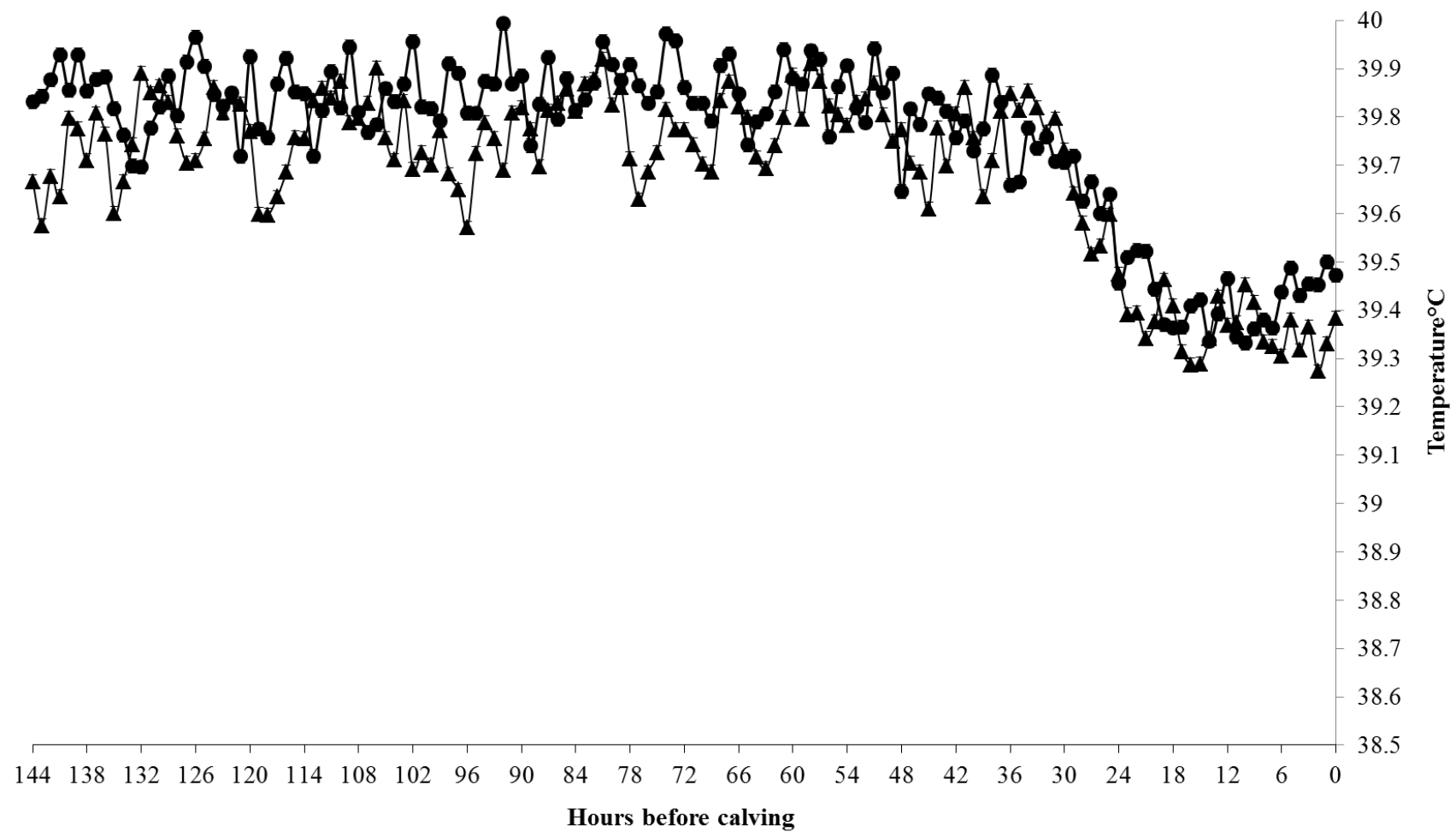
facultativa (produção acima da taxa de metabolismo) são feitas pelos hormônios da tireoide e as catecolaminas (Silva, 2003, 2006), como também, os hormônios sexuais que regulam diretamente a termogênese facultativa, promovendo sua inibição ou estimulação (Stachenfeld et al., 2000; Hampl et al., 2006).

Durante a gestação os níveis de concentração de progesterona ( $P_4$ ) são maiores devido sua produção pelo corpo lúteo, com valores entre 2,5 a 14,0 ng/ml de plasma sanguíneo do início até o terço final da gestação, ocorrendo queda gradual da concentração para valores entre 1,0 e 1,5 ng/ml de plasma sanguíneo um d antes do parto (Wettemann and Hafs, 1973; Lammoglia et al., 1997; Shah et al., 2007); contudo os níveis de estrogênio ( $E_2$ ) apresentam níveis de concentração entre 3 – 30 pg/ml no plasma sanguíneo até o meio da gestação, com subsequente aumento, chegando a valores entre 250 a 295 pg/ml no 282º d de gestação (Smith, 1973; Patel et al., 1999).

A concentração aumentada de  $P_4$  durante a gestação atua nas células termossensíveis na área pré-óptica do hipotálamo, inibindo os neurônios sensíveis ao calor e ativando os neurônios sensíveis ao frio, o que inibe os mecanismos de perda de calor e ativa os mecanismos de produção de calor durante a gestação (Nakayama et al., 1975; Lin Tsai et al., 1988); no entanto, o aumento progressivo da concentração de  $E_2$  no terço final da gestação estimula as células sensíveis ao calor e atua na regulação da modulação termogênica da  $P_4$ , promovendo a inibição das células sensíveis ao frio (Czaja and Bureta, 1986; Lin Tsai et al., 1992; Stachenfeld et al., 2000), o que pode estar causando esta queda da TC e, conseqüentemente, queda da  $T_{rr}$  pré parto.

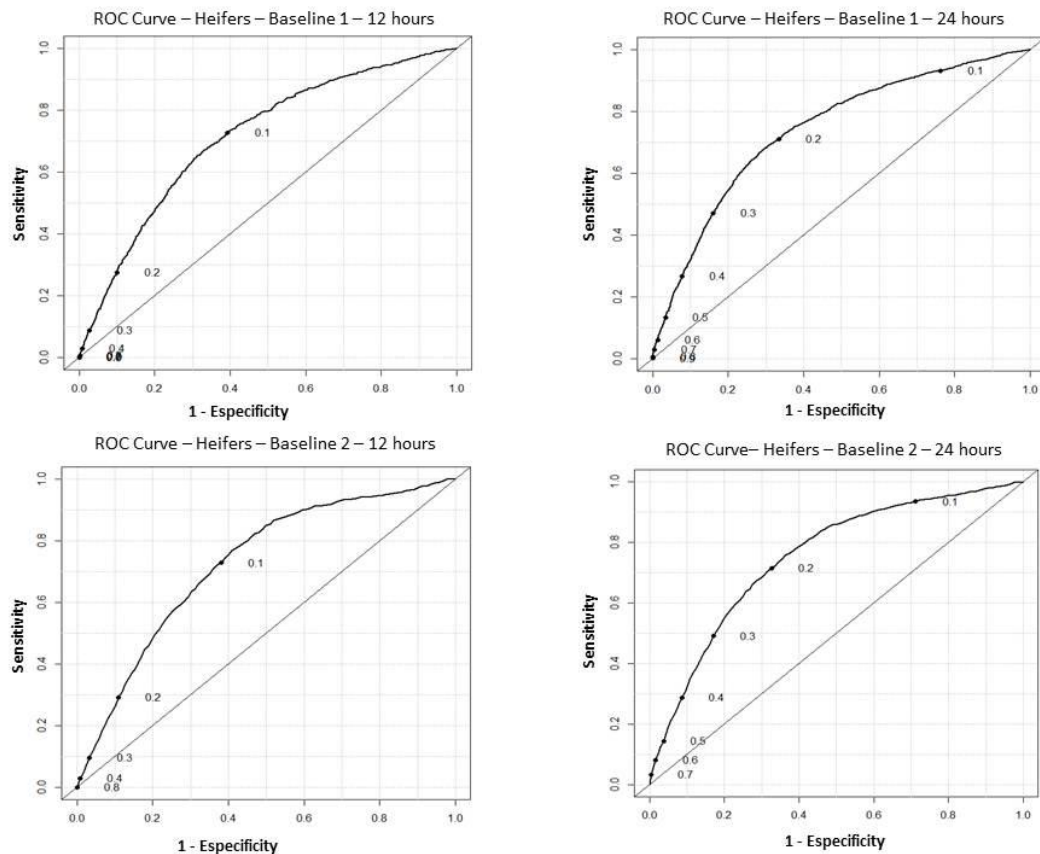


**Figura 1.** Média diária ( $\pm$ SD) da temperatura retículo-ruminal (Trr), com todas Trr  $\leq 37.7^{\circ}\text{C}$ , das 120 h antes do parto até o parto em novilhas (●) e vacas (▲) da raça Holandesa.



**Figura 2.** Média diária ( $\pm$ SD) da temperatura retículo-ruminal (Trr), sem as  $Trr \leq 37.7^{\circ}\text{C}$ , das 120 h antes do parto até o parto em novilhas (●) e vacas (▲) da raça Holandesa.

As análises ROC mostraram que os MPP avaliados, independente da metodologia de cálculo da baseline ou categoria testada, foram significativos ( $P < 0,01$ ) para discriminar entre fêmeas que vão ou não parir dentro de 24 ou 12 h (Tabela 2, 3 e 4; Figura 2, 3 e 4).



**Figura 3** - Análises da característica de operação do receptor (Curva ROC) utilizando duas bases médias com partos dentro de 24 e 12 h após decréscimo da temperatura retículo-ruminal em novilhas Holandesas.

Para determinar o melhor limiar de temperatura de cada modelo nós levamos em consideração alguns critérios. Se nós considerássemos o valor de  $-0,4^{\circ}\text{C}$ , como melhor limiar para alarme do início do parto, raramente seriam feitas falsas predições (alta Es), entretanto fêmeas que exibissem um limiar  $T_{rr}$  menor e parissem não poderiam ser detectadas pelo modelo (baixa Se). Contudo, se nós considerássemos o valor de  $-0,2^{\circ}\text{C}$ , como melhor limiar para alarme do início do parto, resultaria em maior número de falsas predições (baixa Es), contudo, o modelo conseguiria identificar todas as fêmeas que irão parir naquele período (alta Se).

Para determinadas áreas de aplicação das análises ROC, maiores valores de Se são mais importantes que maiores valores de Es (Kumar and Indrayan, 2011). Assim, o uso do limiar de  $-0,2^{\circ}\text{C}$  permite aumentar o número de animais monitorados durante o parto, não havendo a possibilidade de alguma fêmea parir sem a supervisão necessária. Nosso valor de limiar não corrobora com os resultados obtidos por Aoki et al. (2005) e Burfeind et al. (2011), que verificaram melhores resultados de Se e Es para o limiar de  $-0,3^{\circ}\text{C}$ . Esta diferença observada pode estar relacionada às diferentes regiões aferidas (Hahn et al., 1990; Firk et al., 2002), ao passo que o calor produzido pela microbiota retículo-ruminal propicia uma Trr em torno de  $0,5^{\circ}\text{C}$  mais elevada que a TC (Bewley et al., 2008).

Tabela 2 – Teste de desempenho (%; Entre parênteses os intervalos com 95% de confiança) usando a temperatura retículo-ruminal como preditor do parto dentro de 24 ou 12 h para novilhas Holandesas.

Limiar para a queda da Trr	Performance Test <sup>1</sup>	Linha média 1 <sup>6</sup>		Linha média 2 <sup>7</sup>	
		24 h	12 h	24 h	12 h
$\leq - 0.2^{\circ}\text{C}$	Se. <sup>1</sup>	69 (67 – 71)	69 (66 – 71)	70 (68 – 71)	69 (67 – 72)
	Esp. <sup>2</sup>	69 (68 – 70)	65 (64 – 66)	69 (68 – 70)	65 (64 – 66)
	Ac. <sup>3</sup>	69	65	69	65
$\leq - 0.3^{\circ}\text{C}$	Se.	62 (59 – 64)	62 (59 – 64)	61 (59 – 63)	61 (58 – 64)
	Esp.	76 (75 – 77)	72 (71 – 72)	76 (75 – 77)	71 (70 – 72)
	Ac.	73	70	73	70
$\leq - 0.4^{\circ}\text{C}$	Se.	53 (51 – 55)	52 (50 – 55)	52 (50 – 55)	53 (50 – 56)
	Esp.	81 (80 – 82)	77 (76 – 78)	81 (80 – 82)	77 (76 – 78)
	Ac.	75	74	75	75
	ADC <sup>4</sup>	0,793	0,713	0,751	0,726
	Teste MWU <sup>5</sup>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

<sup>1</sup>Se = Sensibilidade: é a probabilidade de um teste positivo (ocorrência da queda da Trr), dado que a vaca vai parir nas próximas 12 ou 24 h. <sup>2</sup>Esp = Especificidade: é a probabilidade de um teste negativo (não ocorrência da queda da Trr), dado que a vaca não vai parir dentro das próximas 12 ou 24 h. <sup>3</sup>Ac = é o número dos eventos corretamente classificados dividido pelo número total de eventos. <sup>4</sup>ADC = Área dentro da curva. <sup>5</sup>Teste Mann–Whitney U ( $P \leq 0.5$ ) <sup>6</sup>Linha média 1 = Média das leituras de 4 d anteriores considerando um intervalo de uma h da atual leitura. <sup>7</sup>Linha média 2 = Média das leituras de 4 d anteriores considerando um intervalo de cinco h da atual leitura.

Valores de AUC entre 0,71 a 0,79 para novilhas, entre 0,71 a 0,74 para vacas e entre 0,69 a 0,74 para TA foram obtidos para os MPP testados. Modelos de predição com valores de AUC acima de 0,51 são estatisticamente significativos, contudo, podem não ser



cl clinicamente preditivos (Zweig and Campbell, 1993; Cook et al., 2007). Entre nossos MPP testados, somente os modelos do TA usando a BL1 apresentaram valores de AUC dentro do intervalo considerado ruim por Zhu et al. (2010) que classifica valores de AUC como ruins (0,6 a 0,7), utilizáveis (0,71 a 0,8), bons (0,81 e 0,9) e excelentes (0,91 a 1,0) para predição de eventos.

Tabela 3 – Teste de desempenho (%; Entre parênteses os intervalos com 95% de confiança) usando a temperatura retículo-ruminal como preditor do parto dentro de 24 ou 12 h para vacas Holandesas.

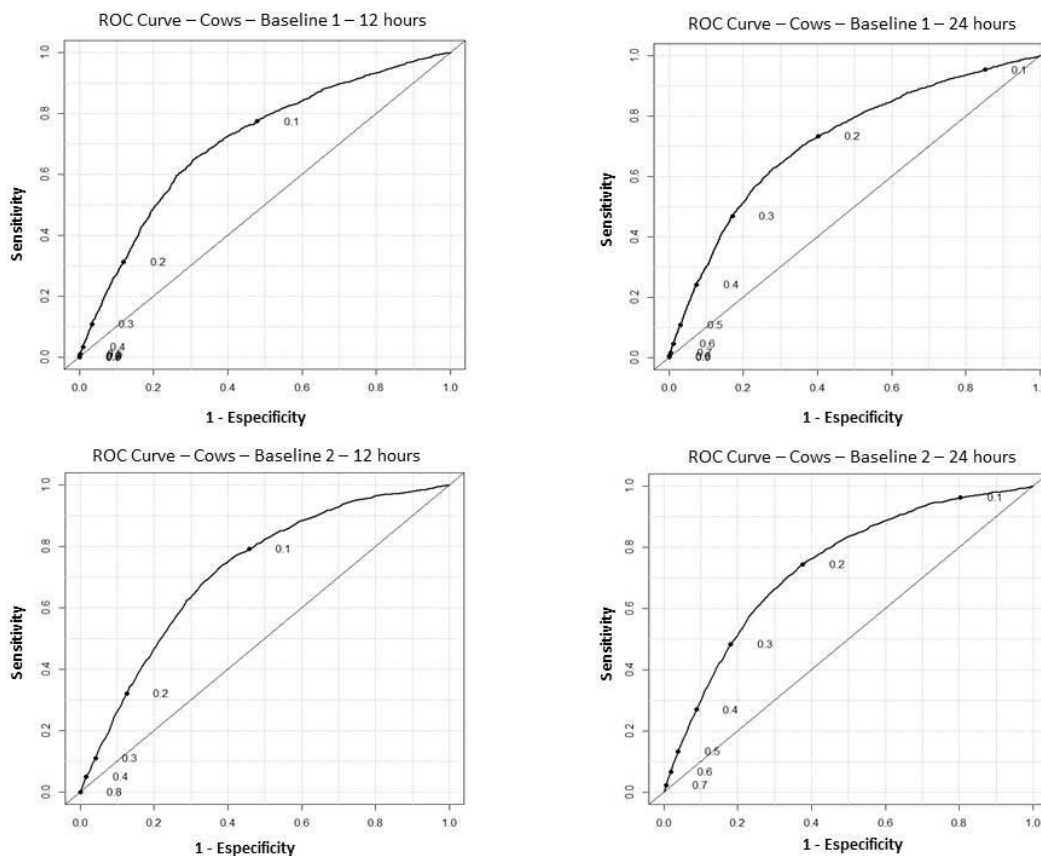
Limiar para a queda da Trr	Performance Test <sup>1</sup>	Linha média 1 <sup>6</sup>		Linha média 2 <sup>7</sup>	
		24 h	12 h	24 h	12 h
≤ - 0.2°C	Se. <sup>1</sup>	66 (64 – 68)	69 (67 – 71)	68 (67 – 70)	71 (69 – 73)
	Esp. <sup>2</sup>	68 (66 – 68)	64 (63 – 65)	68 (67 – 69)	64 (63 – 65)
	Ac. <sup>3</sup>	67	65	68	65
≤ - 0.3°C	Se.	60 (57 – 61)	63 (60 – 65)	60 (58 – 62)	63 (60 – 65)
	Esp.	75 (74 – 75)	71 (70 – 72)	75 (74 – 76)	73 (72 – 74)
	Ac.	71	70	72	70
≤ - 0.4°C	Se.	51 (49 – 53)	54 (51 – 56)	51 (49 – 53)	52 (49 – 55)
	Esp.	80 (79 – 81)	77 (76 – 78)	80 (80 – 81)	77 (76 – 77)
	Ac.	74	74	74	74
	ADC <sup>4</sup>	0,718	0,707	0,737	0,721
	Teste MWU <sup>5</sup>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

<sup>1</sup>Se = Sensibilidade: é a probabilidade de um teste positivo (ocorrência da queda da Trr), dado que a vaca vai parir nas próximas 12 ou 24 h. <sup>2</sup>Esp = Especificidade: é a probabilidade de um teste negativo (não ocorrência da queda da Trr), dado que a vaca não vai parir dentro das próximas 12 ou 24 h. <sup>3</sup>Ac = é o número dos eventos corretamente classificados dividido pelo número total de eventos. <sup>4</sup>ADC = Área dentro da curva. <sup>5</sup>Teste Mann–Whitney U ( $P \leq 0.5$ ).

<sup>6</sup>Linha média 1 = Média das leituras de 4 d anteriores considerando um intervalo de uma h da atual leitura. <sup>7</sup>Linha média 2 = Média das leituras de 4 d anteriores considerando um intervalo de cinco h da atual leitura.

Valores de AUC entre 0,71 a 0,79 para novilhas, entre 0,71 a 0,74 para vacas e entre 0,69 a 0,74 para TA foram obtidos para os MPP testados. Modelos de predição com valores de AUC acima de 0,51 são estatisticamente significativos, contudo, podem não ser clinicamente preditivos (Zweig and Campbell, 1993; Cook et al., 2007). Entre nossos MPP testados, somente os modelos do TA usando a BL1 apresentaram valores de AUC dentro do intervalo considerado ruim por Zhu et al. (2010) que classifica valores de AUC como ruins (0,6 a 0,7), utilizáveis (0,71 a 0,8), bons (0,81 e 0,9) e excelentes (0,91 a 1,0) para

predição de eventos.



**Figure 4** - Análises da característica de operação do receptor (Curva ROC) utilizando duas bases médias com partos dentro de 24 e 12 h após decréscimo da temperatura retículo-ruminal em vacas Holandesas.

Nossos resultados mostraram que os MPP testados com o parto ocorrendo dentro de 24 h apresentaram maiores valores de AUC, independente do grupo ou metodologia de cálculo da baseline avaliada (Tabela 2, 3 e 4). Maiores valores de AUC representam maiores taxas de verdadeiro positivo e menores taxas de falso positivo no modelo de predição, aumentando acurácia da predição do evento (Kumar and Indrayan, 2011).

As metodologias de cálculos da baseline apresentaram diferentes valores de AUC, no entanto, nossas metodologias não afetaram a qualidade dos MPP, mostrando que as duas metodologias poderiam ser utilizadas para criar os MPP. Ao utilizar a metodologia proposta para criar as baselines e o drop (TempChange), nós buscávamos capturar o drop da Trr ocasionado pelo início do parto, evitando que as mudanças da Trr devido à ingestão de água fossem erroneamente adicionadas aos modelos testados (Boehmer et al., 2009).

Tabela 4 – Teste de desempenho (%; Entre parênteses os intervalos com 95% de confiança) do decréscimo da temperatura retículo-ruminal como preditor de parto dentro de 24 ou 12 h em vacas e novilhas Holandesas.

Limiar para a queda da Trr	Performance Test <sup>1</sup>	Baseline 1 <sup>6</sup>		Baseline 2 <sup>7</sup>	
		24 h	12 h	24 h	12 h
≤ - 0.2°C	Se. <sup>1</sup>	68 (66 – 69)	69 (67 – 71)	69 (68 – 70)	70 (69 – 72)
	Esp. <sup>2</sup>	63 (63 – 64)	61 (60 – 61)	69 (68 – 69)	65 (64 – 65)
	Ac. <sup>3</sup>	64	61	69	65
≤ - 0.3°C	Se.	60 (59 – 62)	62 (60 – 64)	61 (59 – 62)	62 (60 – 63)
	Esp.	70 (70 – 71)	68 (67 – 68)	75 (75 – 76)	71 (71 – 72)
	Acu.	69	67	72	70
≤ - 0.4°C	Se.	52 (50 – 53)	53 (51 – 55)	52 (50 – 53)	52 (51 – 54)
	Esp.	76 (76 – 77)	74 (73 – 74)	81 (80 – 81)	77 (77 – 78)
	Acu.	72	72	74	74
	ADC <sup>4</sup>	0,696	0,687	0,743	0,724
	Teste MWU <sup>5</sup>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

<sup>1</sup>Se = Sensibilidade: é a probabilidade de um teste positivo (ocorrência da queda da Trr), dado que a vaca vai parir nas próximas 12 ou 24 h. <sup>2</sup>Esp = Especificidade: é a probabilidade de um teste negativo (não ocorrência da queda da Trr), dado que a vaca não vai parir dentro das próximas 12 ou 24 h. <sup>3</sup>Ac = é o número dos eventos corretamente classificados dividido pelo número total de eventos. <sup>4</sup>ADC = Área dentro da curva. <sup>5</sup>Teste Mann–Whitney U ( $P \leq 0.5$ ).

<sup>6</sup>Linha média 1 = Média das leituras de 4 d anteriores considerando um intervalo de uma h da atual leitura. <sup>7</sup>Linha média 2 = Média das leituras de 4 d anteriores considerando um intervalo de cinco h da atual leitura.

Os modelos testados de predição de parto para novilhas apresentaram maiores valores de AUC comparado aos outros grupos avaliados. Nós presumimos que essa diferença entre grupos seja resultado da variação da Trr entre novilhas e vacas ao se aproximar do parto (Figura 1 e 2). O drop da Trr aconteceu no mesmo período para os dois grupos, entretanto nós observamos que para novilhas houve aumento da Trr em torno de 18 h antes do parto (Figura 1). Esta variação poderia estar influenciando na precisão do modelo testado para predizer o parto dentro de 12 h.

O modelo construído com metodologia de cálculo da baseline 1 e parto ocorrendo dentro de 24 h ajustou-se melhor para novilhas, ao passo que o modelo construído a partir da baseline 2 e parto ocorrendo dentro de 24 h ajustou-se melhor para vacas ou as duas categorias juntas. Apesar de terem sido estudadas regiões anatômicas diferentes, os valores estão próximos ao observado por Burfeind et al. (2011) que avaliaram a temperatura

vaginal e temperatura retal para vacas Holandesas.

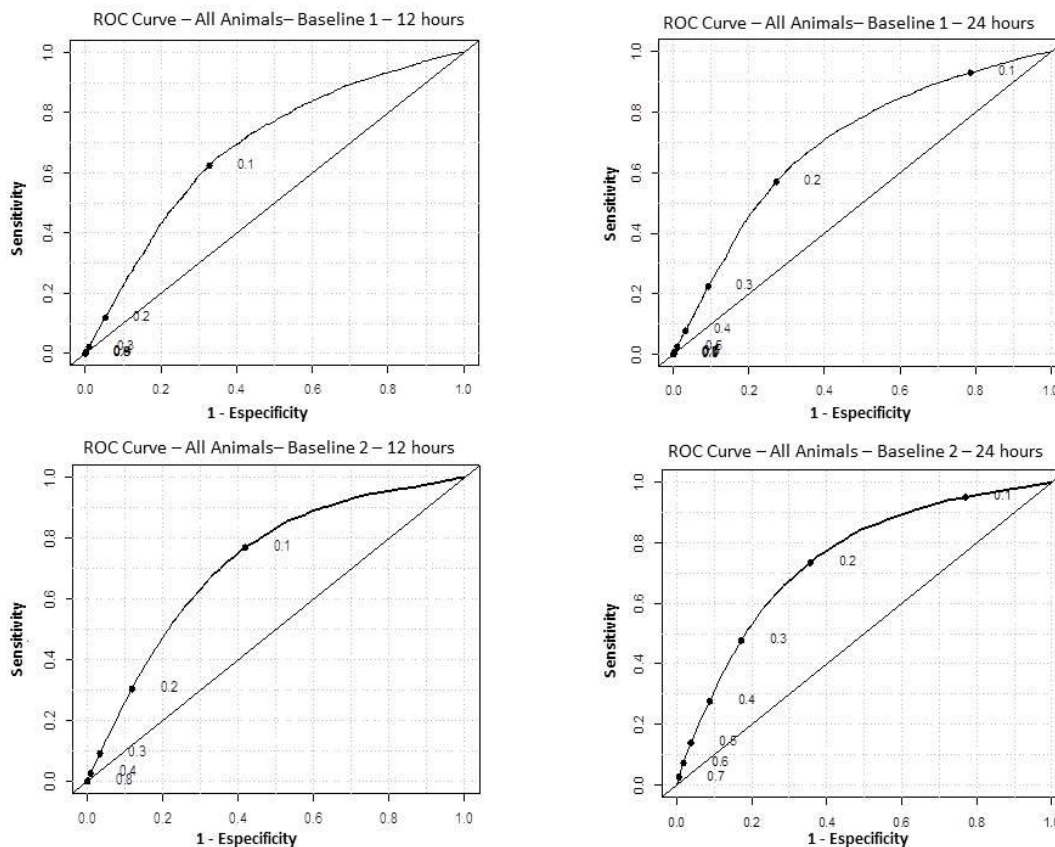


Figure 5 - Análises da característica de operação do receptor (Curva ROC) utilizando duas bases médias com partos dentro de 24 e 12 h após decréscimo da temperatura retículo-ruminal em vacas e novilhas Holandesas.

## CONCLUSÕES

Esses resultados mostram que a remoção das Trr abaixo de  $37,7^{\circ}\text{C}$  e a aplicação das duas metodologias de cálculo da baseline possibilitou a visualização das diferenças da Trr entre os d que antecedem ao parto e aumentou a acurácia dos modelos de predição testados. A Trr pode ser uma ferramenta útil como metodologia de monitoramento da predição do início do parto para novilhas, vacas ou TA, sendo o limiar de queda da Trr de  $-0,2^{\circ}\text{C}$  o mais apropriado para indicar o início do parto. O modelo BL1-24h é o mais ajustado para predição de parto em novilhas e o modelo BL2-24h é o mais ajustado para predição de parto em vacas e TA.

## REFERÊNCIAS

Aoki, M., K. Kimura, and O. Suzuki. 2005. Predicting Time Of Parturition From

- Changing Vaginal Temperature Measured By Data-Logging Apparatus In Beef Cows With Twin Fetuses. *Anim. Reprod. Sci.* 86:1–12.
- Bellows, R. A., D. J. Patterson, P. J. Burfening, and D. A. Phelps. 1987. Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. II. Factors contributing to calf death. *Theriogenology*. 28:573–586.
- Bewley, J. M., M. W. Grott, M. E. Einstein, and M. M. Schutz. 2008. Impact of intake water temperatures on reticular temperatures of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:3880 – 3887.
- Boehmer, B. H., C. L. Bailey, E. C. Wright, and R. P. Wettemann. 2009. Effects of temperature of consumed water on rumen temperature of beef cows. Accessed Jan. 10, 2014. <http://www.ansi.okstate.edu/research/researchreports1/2009/2009%20Boehmer%20Research%20Report.pdf>.
- Burfeind, O., V. S. Suthar, R. Voigtsberger, S. Bonk, and W. Heuwieser. 2011. Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94:5053–5061.
- Cook, N. R. 2007. Use and Misuse of the Receiver Operating Characteristic Curve in Risk Prediction. *Circulation*. 115:928 – 935.
- Cooper-Prado, M. J., N. M. Long, E. C. Wright, C. L. Goad, and R. P. Wettemann. 2011. Relationship of ruminal temperature with parturition and estrus of beef cows. *J. Anim. Sci.* 89:1020–1027.
- Czaja, J. A., and P. C. Butera. 1986. Body temperature and temperature gradients: changes during the estrous cycle and in response to ovarian steroids. *Physiol. Behav.* 36:591–596.
- Dye, T. K. 2005. Rumen temperature boluses for monitoring health of feedlot cattle. MS Thesis. Oklahoma State Univ., Stillwater.
- El-Osta, H. S., and M. J. Morehart. 2000. Technology adoption and its impact on

- production performance of dairy operations. *Rev. Agric. Econ.* 22:477–498.
- Fan J., S. Upadhye, and A. Worster. 2006. Understanding receiver operating characteristic (ROC) curves. *Can. J. Emerg. Med.* 8:19–20.
- Firk, R., E. Stamer, W. Junge, J. Krieter. 2002. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livest. Prod. Sci.* 75:219–232.
- Hahn, G. .L, R. A. Eigenberg, J. A. Nienaber, and E. T. Littledike. 1990. Measuring physiological responses of animals to environmental stressors using a microcomputer-based portable datalogger. *J. Anim. Sci.* 68:2658–2665.
- Hampl, R., L. Stárka, and L. Janský. 2006. Steroids and Thermogenesis. *Physiol. Res.* 55:123–131.
- Kadzere, C.T., M. R. Murphy, N. Silanikove, and E. Maltz. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livest. Prod. Sci.* 77:59–91.
- Khanal, A. R., J. Gillespie, and J. MacDonald. 2010. Adoption of technology, management practices, and production systems in US milk production. *J. Dairy Sci.* 93:6012–6022.
- Kumar, R. and A. Indrayan. 2011. Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve for Medical Researchers. *Indian Pediatr.* 48:277–287.
- Lammoglia, M. A., R. A. Bellows, R. E. Short, S. E. Bellows, E. G. Bighorn, J. S. Stevenson, and R. D. Randel. 1997. Body temperature and endocrine interactions before and after calving in beef cow. *J. Anim. Sci.* 75:2526–2534.
- Lin Tsai, C., K. Kanosue, and K. Matsumura. 1992. Effects of estradiol treatment on responses of rat preoptic warm sensitive neurons to progesterone in vitro. *Neuroscieme Letters.* 136:23–26.
- Lin Tsai, C., K. Matsumura, and T. Nakayama. 1988. Effects of progesterone on thermosensitive neurons in preoptic slice preparations. *Neuroscience Letters.* 86:56–60.

- Martinez, E. Z., F. Louzada-Neto, and Basílio B. P. 2003. A curva ROC para testes - diagnósticos. *Cad. Saude Colet.* 11:7-31.
- Matsas, D. J., R. L. Nebel, and K. D. Pelzer. 1992. Evaluation of an on-farm blood progesterone test for predicting the day of parturition in cattle. *Theriogenology.* 37:859–868.
- McGuirk, B. J., R. Forsyth, and H. Dobson. 2007. Economic cost of difficult calvings in the United Kingdom dairy herd. *Vet. Rec.* 161:685–687.
- Mee, J. F. 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. *Vet. J.* 176:93–101.
- Mee, J. F., D. P. Berry, and A. R. Cromie. 2011. Risk factors for calving assistance and dystocia in pasture-based Holstein–Friesian heifers and cows in Ireland. *Vet. J.* 187:189 – 194.
- Nakayama, T., M. Suzuki, and N. Ishizuka. 1975. Action of progesterone on preoptic thermosensitive neurons. *Nature.* 6:80.
- Obuchowski, N. A. 2003. Receiver Operating Characteristic Curves and Their Use in Radiology. *Radiology.* 229:3–8.
- Palombi, C., M. Paolucci, G. Stradaioli, M. Corubolo, P. B. Pascolo, and M. Monaci. 2013. Evaluation of remote monitoring of parturition in dairy cattle as a new tool for calving management. *BMC Vet. Res.* 9:191–200.
- Patel, O. V., N. Takenouchi, T. Takahashi, M. Hirako, N. Sasaki, and I. Domeki. 1999. Plasma oestrone and oestradiol concentrations throughout gestation in cattle: relationship to stage of gestation and fetal number. *Res. Vet. Sci.* 66:129–133.
- Robertshaw D. 2004. Thermal regulation and the thermal environment. In: Reece W. O., editor, *Dukes' physiology of domestic animals.* 12th ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. p. 962–973.
- Sievers, A. K., N. B. Kristensen, H. J. Laue, and S. Wolfram. 2004. Development of an

- intraruminal device for data sampling and transmission. *J. Anim. Feed Sci.* 13:207–210.
- Silva, J. E. 2003. The thermogenic effect of thyroid hormone and its clinical implications. *Ann. Intern. Med.* 139:205–213.
- Silva, J. E. 2006. Thermogenic mechanisms and their hormonal regulation. *Physiol. Rev.* 86: 435–464.
- Smith, V. G., L. A. Edgerton, H. D. Hafs, and E. M. Convey. 1973. Bovine serum estrogens, progestins and glucocorticoids during late pregnancy, parturition and early lactation. *J. Ani. Sci.* 36:391–396.
- Stachenfeld, N. S., C. Silva, and D. L. Keefe. 2000. Estrogen modifies the temperature effects of progesterone. *J. Appl. Physiol.* 88:1643–1649.
- Streyl, D., C. Sauter-Louis, A. Braunert, D. Lange, F. Weber, and H. Zerbe. 2011. Establishment of a standard operating procedure for predicting the time of calving in cattle. *J. Vet. Sci.* 12:177–185.
- US Department of Agriculture, Economic Research Service. 2007. Profits, costs, and the changing structure of dairy farming. Economic research report. 47:1–35.
- Wettemann, R. P., and Hafs, H. D. 1973. LH, prolactin, estradiol and progesterone in bovine blood serum during early pregnancy. *J. Ani. Sci.* 36:51–56.
- Wright, I. A., I. R. White, A. J. Russel, T. K. Whyte, and A. J. McBean. 1988. Prediction of calving date in beef cows by real-time ultrasonic scanning. *Vet. Rec.* 123:228–229.
- Zaborski, D., W. Grzesiak, I. Szatkowska, A. Dybus, M. Muszynska, and M. Jedrzejczak. 2009. Factors Affecting Dystocia in Cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 44:540–551.
- Zweig, M. H., and G. Campbell. 1993. Receiver-operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. *Clin. Chem.* 39:561–577.





### **CAPÍTULO III**



## **Comportamento do parto em novilhas e vacas da raça Holandesa<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Elaborado de acordo com as normas da Journal of Dairy Science (Apêndice 1)

**Interpretive summary**

O entendimento das etapas do processo do parto pelo produtor pode ser uma ferramenta de grande utilidade, pois o torna hábil para diferenciar um parto eutócito de um problemático, e assim realizar a assistência durante o parto quando houver a necessidade. O presente estudo mostrou que novilhas apresentaram um maior intervalo de tempo no estágio II em relação às vacas, portanto o produtor deve utilizar de maior monitoramento das novilhas em relação às vacas durante o parto.

**Comportamento do parto em novilhas e vacas da raça Holandesa**

J.B.G. Costa, Jr<sup>1\*</sup>, J.K. Ahola<sup>†</sup>, Z. Weller<sup>‡</sup>, R. K. Peel<sup>†</sup>, J.C. Whittier<sup>†</sup>, J. O. J Barcellos\*

\*Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 91540

<sup>†</sup>Departamento de Ciência Animal, Universidade Estadual do Colorado, Fort Collins, Colorado – USA, 80523

<sup>‡</sup>Colégio de Ciências Naturais – Estatística, Universidade Estadual do Colorado, Fort Collins, Colorado – USA, 80523

---

<sup>1</sup> Autor correspondente: [jbzootec@gmail.com](mailto:jbzootec@gmail.com)

**RESUMO:** Dados de 82 novilhas e 101 vacas Holandesas, provenientes de propriedade comercial da cidade de Platteville - Colorado – EUA, foram coletados durante o período de novembro de 2012 a março de 2013, objetivando avaliar o efeito do sexo e o peso ao nascer dos bezerros sobre o intervalo de tempo durante o estágio II do parto. Dados relacionados ao processo de parto foram coletados de cada fêmea, incluindo o intervalo de tempo (em minutos) entre a visualização da bolsa d'água até a fêmea começar a expulsar o neonato (PP – T1), entre a fêmea começar a expulsar o neonato até o aparecimento das patas ou nariz do mesmo (PP – T2), e entre o aparecimento das patas ou nariz do neonato até o seu nascimento (CP – T3). Informações de cada neonato foram coletadas, incluindo, peso ao nascer e o sexo. Os dados de peso ao nascer foram analisados usando o PROC MIXED considerando os efeitos fixos de sexo e categoria, o mesmo foi feito com os dados de PP – T3 considerando os efeitos fixos peso ao nascer, sexo, categoria e suas interações. Os intervalos de tempo de cada etapa do processo de parto foram analisados usando o PROC MIXED com o tempo como medida repetida no tempo. Categoria, peso ao nascer, sexo, PP – T1, PP – T2, PP – T3 e as suas interações foram considerados efeitos fixos. Para todos os modelos as médias foram comparadas usando o teste de SCHEFFE. O procedimento PROC CORR através da correlação de SPEARMAN foi realizado para peso ao nascer, PP – T1, PP – T2 e PP – T3 para as novilhas e vacas separadamente. Os resultados indicaram que os machos são significativamente mais pesados que as fêmeas, independente das categorias estarem separadas ou juntas. As etapas PP – T1 e PP – T2 foram semelhantes para novilhas e vacas, porém na PP – T3 as novilhas apresentaram um maior intervalo de tempo ( $P \leq 0,05$ ). Em média, o tempo para expulsão de um neonato foi de 109 min e 89 min para novilhas e vacas, respectivamente. Correlações entre as etapas do PP e o PN foram observadas para novilhas e vacas. Em novilhas, PP – T1 teve positiva correlação com PP – T2 e PP – T3, tal como, PP – T2 foi positivamente correlacionado com PP – T3. Em vacas, PP – T1 apresentou positiva

correlação com PP – T2 e PP – T3 e PP – T2 foi positivamente correlacionado com PP – T3. O sexo e o peso ao nascer do bezerro foram variáveis que não influenciam diretamente nas etapas do estágio II do parto, entretanto indiretamente as suas relações foram observadas em cada categoria de forma diferente durante o parto, assim, as estratégias do manejo durante o parto devem ser diferentes para novilhas e vacas. Visto que esta categoria tem um PP mais longo, o período de monitoramento durante o parto deve ser maior para nulíparas em relação às múltíparas.

**Palavras-chave:** bezerro, bovino, estágio do parto, peso ao nascer, manejo.

**ABSTRACT:** Data from 82 dairy heifers, 101 dairy cows from a dairy farm in Platteville - Colorado – USA were collect during November 2012 and March 2013, aiming to evaluate the effect of sex and birth weight of newborns in the interval time during stage II of parturition. Data related to calving process were collected from each heifer and cow, containing time interval (min) from visibility of water bag to started pushing (CP – T1, i.e. start of stage 1), from started pushing to appearance of the calf's feet (CP – T2), and from appearance of the calf's feet to actual delivery of fetus (CP-T3) (i.e. end of stage 2). Also, information on each newborn calf included birth weight and calf sex. Birth weight was analyzed using PROC MIXED (SAS Inst., Inc.) with calf sex and group as fixed effects, such as, PP – T3 was analyzed using with calf birth weight, calf sex and group as fixed effects. The time interval from first signs of the calving process to actual parturition was analyzed using PROC MIXED (SAS Inst., Inc.) with time as a repeated measure. Group, calf birth weight, calf sex, CP – T1, CP – T2, CP – T3, and interaction were fixed effects. Least square means were calculated and compared using the SCHEFFE Test (SAS Inst., Inc.) with a predetermined significant level of 0.05. Also, Spearman correlations coefficients were calculated to CP – T1, CP – T2, CP – T3, and calf birth weight. The results indicated that calf males were heavier than calf female to 2 groups. Steps CP – T1

and CP – T2 were similar to cows and heifers, however in CP – T3 heifers showed higher time interval. The means to stage II were 109 min e 89 min to heifers and cows, respectively. To heifers, CP – T1 had positive correlation to CP – T2 e CP – T3, such as, CP – T2 was positively correlated to CP – T3. To cows, CP – T1 showed positive correlation to CP – T2 e CP – T3, and CP – T2 was positively correlated to CP – T3. Calf sex and birth weight were variables that did not affect directly to stage II at calving, but indirectly their relations were observed in each group differently during calving, thereby the management strategies during calving should be different between heifers and cows.

**Key words:** labor stage, calf, cattle, birth weight, management.

## INTRODUÇÃO

Nos sistemas de produção leiteira o parto é um evento crucial para o início do ciclo produtivo da vaca e renovação do rebanho, visto que o início da lactogênese e a produção de novilhas de reposição são dependentes deste evento (Barrier et al, 2012; Hossein-Zadeh, 2013). Assim, a ocorrência de um parto sadio se torna essencial para o sistema produtivo, pois qualquer tipo de desordem durante o parto resultará em queda na produção leiteira e na fertilidade do rebanho (Brinks et al., 1973; Berry et al., 2007; Mee, 2008).

As desordens no parto (distocia) é a ocorrência de um parto que ultrapassa seu tempo normal e apresenta dificuldades para ocorrer, necessitando de alguma observação ou assistência obstétrica (Brinks et al, 1973; Mee, 2004). As dificuldades do parto afetam de 2 a 7% do rebanho leiteiro mundial com genética similar (Mee, 2008), e aproximadamente 70% das mortes que ocorrem nas primeiras 24 h são devido a problemas de distocia, porém em torno de 50% dos casos poderiam ser prevenidas através da melhora do manejo e a observação constante do processo do parto, auxiliando o animal, se houvesse necessidade (Bellows et al., 1987). Dargatz et al. (2004) descreveu que nos EUA a frequência de observação do parto em um período de 24 h é de 3,6 para novilhas e 2,5



vezes para vacas, enquanto o período de espera da duração do PP para posterior assistência obstétrica é de 2,8 e 3,5 h para novilhas e vacas, respectivamente.

O processo de um parto normal foi dividido em três estágios para facilitar a visualização da sequencia desses eventos. O estágio I se caracteriza pelo início das contrações uterinas e termina com o aparecimento de pelo menos parte do feto ou o saco amniótico, o que pode durar entre 2 a 6 horas (Mortimer, 1997). O estágio II inicia-se pela entrada do feto no canal do parto, dura em média 2 horas e se caracteriza pelo aparecimento do saco amniótico e das partes corporais do feto, tais como, nariz ou patas, e termina com a total expulsão do feto (Bellows,1993; Mortimer, 1997). O estágio III se caracteriza pela expulsão total da placenta e pode durar entre 8 a 12 horas após a expulsão do feto (Mortimer, 1997; Bellows,1993). O intervalo de tempo do estágio II está relacionado a alguns fatores, entre eles, o peso e o sexo do neonato, além do número de parto da fêmea (Bellows, 1993), portanto o conhecimento destas variáveis são partes importantes nas decisões de manejo e ações durante o parto, podendo auxiliar o pecuarista a diagnosticar problemas obstétricos, tal como, providenciar a correta assistência ao animal (Berglund et al., 1987; Barrier et al., 2012). Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sexo e o peso ao nascer dos bezerros sobre o intervalo de tempo durante o estágio II do parto em fêmeas nulíparas e multíparas da raça Holandesa.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Animais e coletas de dados**

Este experimento foi previamente submetido e aprovado pela Colorado State University Animal Care and Use Committee (protocol #11-2583A).

Dados de 82 novilhas e 101 vacas da raça Holandesa (n = 183) e de seus neonatos, provenientes de propriedade comercial em Platteville, situada no estado de Colorado - EUA foram coletados durante o período de novembro de 2012 a março de 2013. Os animais foram escolhidos aleatoriamente dentro do rebanho. Entre cinco a 15 d antes do

parto, as fêmeas foram realocadas do campo para um piquete próximo da sede da propriedade e observadas diariamente para se detectar o início do processo do parto.

Dados relacionados ao processo de parto (**PP**) foram coletados de cada fêmea. Para isso foram incluídos, número do brinco dos animais, intervalo de tempo (em minutos) entre a visualização da bolsa d'água até a vaca começar a expulsar o neonato (**PP – T1**, i.e. início do estágio II), entre a mãe começar a empurrar o bezerro até o aparecimento das patas do neonato (**PP – T2**), e entre o aparecimento das patas do bezerro até o nascimento do neonato (**CP – T3**, i.e. término do estágio II). Também, informações de cada neonato foram coletadas, incluindo, peso ao nascer (**PN**) e o sexo (**SN**). O PN foi dividido em três categorias de peso:  $\leq 30$  kg,  $> 31$  e  $\leq 40$  kg, e  $> 40$  kg.

### **Análises estatísticas**

Os dados dos PN dos 183 neonatos foram analisados usando o PROC MIXED (SAS Inst., Inc.) considerando os efeitos fixos de sexo e categoria (novilha ou vaca), tal como, foi feito com os dados de PP – T3 das 82 novilhas e 101 vacas considerando os efeitos fixos PN, SN, categoria e suas interações. Os intervalos de tempo de cada etapa do PP foram analisados usando o PROC MIXED (SAS Inst., Inc.) com o tempo como medida repetida no tempo. Categoria, PN, SN, PP – T1, PP – T2, PP – T3 e as suas interações foram considerados efeitos fixos. Para todos os modelos as médias dos quadrados mínimos foram calculadas e comparadas usando o teste de SCHEFFE (SAS Inst., Inc.). O procedimento PROC CORR através da correlação de SPEARMAN foi realizado para as variáveis PN, PP – T1, PP – T2, PP – T3 para as novilhas e vacas separadamente, e Diferenças estatísticas foram consideradas ao nível de 0,05%.

### **RESULTADOS**

Os resultados indicaram que os machos são significativamente mais pesados ( $P \leq 0.05$ ) que as fêmeas, independente das categorias estarem separadas ou juntas (Tabela 1). As etapas PP – T1 e PP – T2 foram semelhantes ( $P \geq 0,05$ ) para novilhas e vacas, porém

na PP – T3 as novilhas apresentaram um maior intervalo de tempo ( $P \leq 0,05$ ). Em média, o tempo para expulsão de um neonato foi de 109 min e 89 min para novilhas e vacas, respectivamente (Tabela 2). Não foram observadas diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ) para as interações entre PN e a categoria animal e sexo e a categoria animal, tal como, para PP com o SN ou PN dos animais (Tabela 3 e 4).

Tabela 1 – Efeito do sexo do bezerro e categoria animal no peso ao nascimento do bezerro em fêmeas da raça Holandesa.

Efeito	Escala		Média (Kg)	E.P ( $\pm$ )
Sexo	Macho		40,27 <sup>a</sup>	0,351
	Fêmea		38,59 <sup>b</sup>	0,278
Sexo*Categoria	Macho	Novilha	39,86 <sup>ab</sup>	0,582
		Vacas	41,00 <sup>a</sup>	0,391
	Fêmea	Novilha	37,66 <sup>c</sup>	0,374
		Vacas	39,52 <sup>b</sup>	0,411

<sup>a-d</sup>Média com a letras diferentes dentro da coluna diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ).

Correlações entre as etapas do PP e o PN foram observadas para novilhas e vacas (Tabela 5). Em novilhas, PP – T1 teve positiva correlação com PP – T2 ( $r = 0,73$ ;  $P \leq 0,05$ ) e PP – T3 ( $r = 0,46$ ;  $P \leq 0,05$ ), tal como, PP – T2 foi positivamente correlacionado com PP – T3 ( $r = 0,63$ ;  $P \leq 0,05$ ). Em vacas, PP – T1 apresentou positiva correlação com PP – T2 ( $r = 0,70$ ;  $P \leq 0,05$ ) e PP – T3 ( $r = 0,42$ ;  $P \leq 0,05$ ), e PP – T2 foi positivamente correlacionado com PP – T3 ( $r = 0,73$ ;  $P \leq 0,05$ ).

## DISCUSSÕES

O nascimento de fêmeas ou machos no rebanho leiteiro tem duas importantes funções no rebanho leiteiro: uma econômica e outra reprodutiva. A primeira função está relacionada à substituição de animais improdutivos ou mais velhos no rebanho (Tozer e Henricks, 2001; Funston et al, 2012) e a segunda função está relacionada a ocorrência da distocia nas mães, pois fêmeas nascidas são mais leves do que os machos (Laster et al., 1973; Doornbos et al., 1984), e o PN é o fator de maior impacto na ocorrência da distocia (Colburn et al., 1997). Trabalhos mostraram que o aumento de 1 kg de PN a probabilidade de ocorrência da distocia aumenta entre 0,23 a 13% em bovinos (Nix et al, 1998; Johanson

e Berger, 2003; Gutierrez et al., 2007). Além disso, o nascimento de machos aumenta a probabilidade de uso de assistência no parto em bovinos (Brinks et al., 1973; Johanson e Berger, 2003; Gaafar et al., 2011).

Tabela 2 – Efeito do peso ao nascimento do bezerro e categoria animal no intervalo de tempo entre os primeiros sinais do parto até o nascimento em fêmeas da raça Holandesa.

Efeito	Escala		Média (min)	E.P (±)
Categoria animal* Processo do parto	Novilha	PP – T1	27,93 <sup>d</sup>	2,201
		PP – T2	57,28 <sup>c</sup>	2,224
		PP – T3	109,94 <sup>a</sup>	2,201
	Vaca	PP – T1	25,95 <sup>d</sup>	1,991
		PP – T2	51,33 <sup>c</sup>	2,021
		PP – T3	89,31 <sup>b</sup>	1,991
Peso ao nascer *Categoria animal	≤ 30 kg	Novilha	116,85	8,996
		Vaca	65,59	15,045
	> 31 e ≤ 40 kg	Novilha	109,2	3,947
		Vaca	89,85	3,139
	> 40 kg	Novilha	130,35	21,493
		Vaca	97,84	12,602
Sexo* Categoria animal	Macho	Novilha	120,95	8,628
		Vaca	83,25	6,711
	Fêmea	Novilha	116,64	8,542
		Vaca	85,60	7,981

<sup>a-d</sup>Média com a letras diferentes dentro da coluna diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Tempo total no processo de parto; PP – T1 = Intervalo de tempo entre a visualização da bolsa d'água até a vaca começar a empurrar o bezerro; PP – T2 = Intervalo de tempo entre a vaca começar a empurrar o bezerro até o aparecimento das patas do bezerro; CP – T3 = Intervalo de tempo entre o aparecimento das patas do bezerro até o nascimento do bezerro.

Em novilhas, estas relações devem ser analisadas com mais critério devido à idade ou a fase desenvolvimento de dessa categoria. As novilhas, por serem acasaladas muito jovens (14 meses), apresentam o sistema reprodutivo e ósseo ainda em desenvolvimento (Funston et al., 2012), com uma menor área pélvica em relação às multíparas (Doornbos et al., 1984; Johanson e Berger, 2003). Esses fatores podem ter contribuído para um maior tempo na etapa PP – T3 em novilhas no presente trabalho (Tabela 2).

Com os avanços das tecnologias de sexagem de sêmen estes problemas podem ser resolvidos pelo nascimento somente de fêmeas no rebanho (Norman et al., 2010). Entretanto, em sistemas de produção onde não utiliza a inseminação artificial e/ou a

possibilidades de adquirir sêmen sexado, a escolha de touros com menores diferenças esperadas na progênie (DEP) para o peso ao nascimento pode ser uma saída para o manejo reprodutivo do rebanho e redução da probabilidade de casos de distocia (Colburn et al., 1997; Zaborski et al., 2009).

Tabela 3 – Efeito do peso e sexo do bezerro no intervalo de tempo entre os primeiros sinais do parto até o nascimento em novilhas da raça Holandesa.

Efeito	Escala		Média (min)	E.P (±)
Sexo*Processo do parto	Macho	PP – T1	28,07	3,587
		PP – T2	56,99	3,866
		PP – T3	104,96	3,587
	Fêmea	PP – T1	26,08	3,371
		PP – T2	52,83	3,660
		PP – T3	99,90	3,371
Peso ao nascer* Processo do parto	≤ 30 kg	PP – T1	28,07	5,268
		PP – T2	58,59	5,268
		PP – T3	101,86	5,268
	> 31 e ≤ 40 kg	PP – T1	26,54	1,689
		PP – T2	53,21	1,697
		PP – T3	97,27	1,689
	> 40 kg	PP – T1	26,62	7,575
		PP – T2	52,92	8,698
		PP – T3	108,16	7,575

<sup>a-d</sup>Média com a letras diferentes dentro da coluna diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ); PP – T1 = Intervalo de tempo entre a visualização da bolsa d'água até a vaca começar a empurrar o bezerro; PP – T2 = Intervalo de tempo entre a vaca começar a empurrar o bezerro até o aparecimento das patas do bezerro; CP – T3 = Intervalo de tempo entre o aparecimento das patas do bezerro até o nascimento do bezerro.

A diferença do PN dos neonatos entre as categorias pode ser atribuída à idade das mães (Tabela 1). Alguns trabalhos indicam que o PN é maior com o aumento da idade da mãe (Burris e Blunn, 1952; Vial e O'Ferral, 1965; Doornbos et al., 1984; Lemma et al., 2010). O entendimento da sequência de eventos em um parto e as variações no seu intervalo de tempo pode auxiliar na detecção de qualquer anomalia decorrente (Tabela 2), e assim, prevenir as perdas de animais (Berglund et al., 1987; Barrier et al., 2012).

A duração do estágio II foi de 109,94 e 89,31 min para novilhas e vacas, respectivamente, e está dentro do intervalo de 2 h preconizado por Mortimer (1997), apesar de alguns trabalhos terem encontrado valores entre 54 a 66 min e 23 a 55 min para

o estágio II em partos eutócico em novilhas e vacas de leite, respectivamente (Doornbos et al., 1984; Shuenemann et al., 2011; Barrier et al., 2012). Gundelach et al, (2009) descreve que intervalos de tempo acima de 2 h no estágio II eleva a probabilidade de morte perinatal em 22%.

Tabela 4 – Efeito do peso e sexo do bezerro no intervalo de tempo entre os primeiros sinais do parto até o nascimento em vacas da raça Holandesa.

Efeito	Escala		Média (min)	E.P (±)
Sexo*Processo do parto	Macho	PP – T1	28,07	3,587
		PP – T2	56,99	3,866
		PP – T3	104,96	3,587
	Fêmea	PP – T1	26,08	3,371
		PP – T2	52,83	3,659
		PP – T3	99,90	3,371
Peso ao nascer *Processo do parto	≤ 30 kg	PP – T1	28,06	5,268
		PP – T2	58,59	5,268
		PP – T3	101,86	5,268
	> 31 e ≤ 40 kg	PP – T1	26,54	1,689
		PP – T2	53,21	1,697
		PP – T3	97,27	1,689
	> 40 kg	PP – T1	26,62	7,576
		PP – T2	52,92	8,699
		PP – T3	108,16	7,576

<sup>a-d</sup>Média com a letras diferentes dentro da coluna diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ); PP – T1 = Intervalo de tempo entre a visualização da bolsa d'água até a vaca começar a empurrar o bezerro; PP – T2 = Intervalo de tempo entre a vaca começar a empurrar o bezerro até o aparecimento das patas do bezerro; CP – T3 = Intervalo de tempo entre o aparecimento das patas do bezerro até o nascimento do bezerro.

A diferença de intervalo de tempo do PP entre novilhas e vacas poderia ser explicada pelo fato de que durante a etapa PP – T3 o feto encontra-se no canal do parto (Tabela 2), havendo assim a necessidade de expansão dessa região para a sua passagem (Mortimer, 1997), como as novilhas apresentam uma área pélvica menor que as vacas (Doornbos et al., 1984; Johanson e Berger, 2003) e a região da cérvix não nunca passou por um processo de relaxamento e expansão (Selk and Sparks, 2008), o intervalo de tempo necessário para esta etapa torna-se maior para as novilhas. Assim, a seleção de novilhas com máximo crescimento esquelético e maior área pélvica poderia diminuir este intervalo de tempo (Bellows, 1993).

TABELA 5 – Correlações entre processo de parto (PP), peso ao nascer e sexo do bezerro para novilhas e vacas da raça Holandesa.

Item	Novilhas				Vacas			
	PN (Kg)	PP – T1	PP – T2	PP – T3	PN (Kg)	PP – T1	PP – T2	PP – T3
PN (Kg)	....	....	....	....	....	....	....	....
PP – T1	0.33*	....	....	....	-0.01	....	....	....
PP – T2	0.02	0.62*	....	....	0.05	0.77*	....	....
PP – T3	-0.02	0.58*	0.81*	....	0.01	0.66*	0.85*	....
PP – T4	0.04	0.38*	0.57*	0.72*	0.14	0.53*	0.61*	0.78*

\*P < 0,05; PN = Peso ao nascer; PP – T1 = Intervalo de tempo entre os primeiros sinais do parto até a visualização da bolsa d'água; PP – T2 = Intervalo de tempo entre a visualização da bolsa d'água até a vaca começar a empurrar o bezerro; PP – T3 = Intervalo de tempo entre a vaca começar a empurrar o bezerro até o aparecimento das patas do bezerro; CP – T4 = Intervalo de tempo entre o aparecimento das patas do bezerro até o nascimento do bezerro.

As correlações entre as etapas do PP são importantes para o produtor prever algum problema no parto a partir da primeira etapa, podendo assim realizar qualquer manejo para evitar a morte do bezerro ou da mãe (O'May e Hillers, 1976). Para as duas categorias as correlações entre os PP foram elevadas, o que mostra a forte relação de uma etapa para a outra (Tabela 5). A alta correlação entre a PP – T 1 e a PP – T 2 poderia ser atribuída ao início do posicionamento do feto no canal do parto, onde o mal posicionamento no útero ocasiona a entrada no canal do parto de forma incorreta, resultando em um maior PP – T2 e consequentemente maior PP – T3 (Mortimer, 1997; Schuenemann, 2012). Por isso, o progresso do parto no estágio II período é mais importante do que o seu tempo de duração (Mee et al., 2004).

### CONCLUSÃO

O sexo e o peso ao nascer do bezerro foram variáveis que não influenciam diretamente nas etapas do estágio II do parto, entretanto indiretamente as suas relações foram observadas em cada categoria de forma diferente durante o parto, assim, as estratégias do manejo durante o parto devem ser diferentes para novilhas e vacas. Visto que esta categoria tem um PP mais longo, o período de monitoramento durante o parto deve ser maior para nulíparas em relação às múltíparas.

**REFERÊNCIAS**

- Barrier, A. C., M. J. Haskella, A. I. Macraeb, C. M. Dwyera. 2012. Parturition progress and behaviours in dairy cows with calving difficulty. *Appl. Ani. Behav. Sci.* 139:209 – 217.
- Bellows, R. A. 1993. Factors Affecting Calving Difficulty. In: Range Beef Cow Symposium. Proceedings...Cheyenne, [http://digitalcommons.unledu/rangebeefcow symp/224](http://digitalcommons.unledu/rangebeefcow_symp/224). 1993.
- Bellows, R. A., Patterson D.J., Burfening P.J., and Phelps D. A. 1987. Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. II. Factors contributing to calf death. *Theriogenology*. 28:573–86.
- Berglund, B., J. Philipsson, and O. Danell. 1987. External signs of preparation for calving and course of parturition in Swedish dairy cattle breeds. *Anim. Reprod. Sci.* 15: 61–79.
- Berry D. P., J. M. Lee, K. A. Macdonald, and J. R. Roche. Body Condition Score and Body Weight Effects on Dystocia and Stillbirths and Consequent Effects on Postcalving Performance. *J. Dairy Sci.* 90:4201–4211.
- Brinks, J. S., J. E. Olson, E. J. Carroll. 1973. Calving difficulty and its association with subsequent productivity in herefords. *J. Ani. Sci.* 36:11 – 17.
- Colburn, D. J., G. H. Deutscher, M. K. Nielsen and D. C. 1997. Adams. Effects of sire, dam traits, calf traits, and environment on dystocia and subsequent reproduction of two-year-old heifers. *J. Anim. Sci.* 75:1452 – 1460.
- Dargatz, David A., G. A. Dewell, R. G. Mortimer. 2004. Calving and calving management of beef cows and heifers on cow–calf operations in the United States *Theriogenology*. 61:997–1007.
- Doornbos, D. E., R. A. Bellows, P. J. Burfening, and B. W. Knapp. 1984. Effects of dam age, prepartum nutrition, and duration of labor on productivity and postpartum reproduction in beef females. *J. Anim. Sci.* 59:1–10.



- Funston, R. N., J. L. Martin, D. M. Larson, and A. J. Roberts. 2012. Physiology and Endocrinology Symposium: Nutritional aspects of developing replacement heifers. *J Anim. Sci.* 90:1166 – 1171.
- Gaafar, H. M. A., Sh. M. Shamiah, M. A. Abu El-Hamd, A. A. Shittamm, M. A. Tag El-Din. 2011. Dystocia in Friesian cows and its effects on postpartum reproductive performance and milk production. *Trop. Anim. Health Prod.* 43:229 – 234.
- Gundelach, Y., Essmeyer, K., Teltscher, M.K., Hoedemaker, M., 2009. Risk factors for perinatal mortality in dairy cattle: cow and foetal factors, calving process. *Theriogenology*, 71:901 – 909.
- Gutiérrez, J. P., F. Goyache, I. Fernández, I. Alvarez and L. J. Royo. 2007. Genetic relationships among calving ease, calving interval, birth weight, and weaning weight in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. *J Anim Sci*, 85:69 – 75.
- Hossein-Zadeh, N. G. 2013. Effects of main reproductive and health problems on the performance of dairy cows: a review. *Span. J. Agric. Res.* 11:718-735.
- Johanson, J. M., and P. J. Berger. 2003. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 86:3745 – 3755.
- Laster, D. B., H. A. Glimp, L. V. Cundiff, and K. E. Gregory. 1973. Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 36: 695–705.
- Lemma, H., K. Belihu, and D. Sheferaw. 2010. Study on the reproductive performance of Jersey cows at Wolaita Sodo dairy farm, Southern Ethiopia. *Ethiop. Vet. J.* 14:53 – 70.
- Mee, J.F. 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. *The Vet. J.*, 176:93–101.
- Mee, J.F., 2004. Managing the dairy cow at calving time. *Vet. Clini. of North Am. Food An. Pract.* 20:521–546.

- Mortimer, R. G. Calving Difficulty. 1997. Paper 153 in Proc. Range Beef Cow Symposium. Accessed Jan. 10, 2013. <http://digitalcommons.unl.edu/rangebeefcowsymp/153>.
- Nix, J.M., J.C. Spitzer, L.W. Grimes, G.L. Burns, and B.B. Plyler. 1998. A retrospective analysis of factors contributing to calf mortality and dystocia in beef cattle *Theriogenology*. 49:1515 – 1523.
- Norman H. D.; J. L. Hutchison, R. H. Miller. 2010. Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. *J. Dairy Sci.* 93:3880 – 3890.
- O'Mary, C. C. and J. K. Hillers. 1976. Factors Affecting Time Intervals in Parturition in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 42:1118 – 1123.
- Schuenemann, G. M., 2012. Calving Management in Dairy Herds: Timing of Intervention and Stillbirth. *Veterinary Preventive Medicine*. 6 p. <http://ohioline.osu.edu/vme-fact/pdf/0029.pdf> Acessado em dez, 2013.
- Schuenemann, G. M., I. Nieto, S. Bas, K. N. Galvão, and J. Workman, 2011. Assessment of calving progress and reference times for obstetric intervention during dystocia in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94:5494 – 5501.
- Selk, G., and D. Sparks. 2008. Calving time management for beef cows, and heifers. Oklahoma Cooperative Extension Service, E-1006.
- Tozer, P. R. and A. J. Heinrichs. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci.* 84:1836 – 1844.
- USDA. 2010. Dairy 2007, Heifer Calf Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations, 2007. USDA:APHIS:VS, CEAH, Fort Collins, CO. 157 p.
- Vial, V. E. and G. J. M. O'Ferrall. 1965. The Effects of Breed, Sex, Season and Age of Dam on the Birth Weight of Dairy and Crossbred Calves and Their Growth during the First Seven Days of Age. *Irish Journal of Agricultural Research*. 4:223 – 230.

Zaborski, D., W. Grzesiak, I. Szatkowska, A. Dybus, M. Muszynska and M. Jedrzejczak.

2009. Factors Affecting Dystocia in Cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 44:540 – 551.

## **CAPÍTULO IV**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados mostraram que a variação na Trr antes do parto possui boa acurácia para predizer o evento em bovinos da raça Holandesa. O limiar  $-0,2^{\circ}\text{C}$  indicado para ser o alarme do início do parto apresentou bons valores de sensibilidade e especificidade independente do modelo. Constata-se que a Trr pode ser uma ferramenta útil para o produtor devido ao sistema utilizado ser de fácil manuseio e mensuração, além de apresentar vida útil no interior do animal em torno de sete anos, considerando que em sistema de alta produção a vaca fica em torno de 4 a 5 anos no rebanho. Entretanto, foram observadas algumas particularidades que devem ser consideradas.

O efeito do consumo de água não foi avaliado na pesquisa, mas observou-se que ela poderá estar ocasionando um maior erro padrão da média da Trr, e assim, diminuindo as possibilidades de visualização de diferença entre os dias anteriores ao parto. Este fato é importante, pois o efeito do consumo de água na variação da Trr poderia ser considerado nos modelos de predição, melhorando assim a sua acurácia.

Os modelos testados apresentaram bons valores de AUC e acurácia para as categorias separadamente do que como um grupo único devido à queda da Trr ser diferente entre os grupos estudados. Isso mostra que as metodologias utilizadas para construir os modelos poderiam ser reavaliadas.

Observou-se que há uma necessidade de utilização de diferentes estratégias de monitoramento do processo do parto para novilhas e vacas devido à inexperiência das novilhas durante o parto, o que pode ser um agravante na ocorrência de distocia. O DEP do peso ao nascer é uma importante variável que deve ser considerada no momento da escolha do touro ou sêmen, visto que novilhas demoram mais a parir, a possibilidade de ocorrência de problemas no parto pode ser maior.

A partir dos resultados encontrados e das considerações feitas, é sugerido que pesquisas devem ser realizadas para avaliar a ingestão de água em diferentes temperaturas e volumes para entender o seu efeito na variação da Trr, tal como, pesquisas para melhorar a acurácia, sensibilidade e especificidade dos modelos testados através da redefinição dos limiares de queda da Trr e o uso de dois estágios de predição, ou seja, dois alarmes para indicar o início do processo de parto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZAHAL, O. et al. The use of a radiotelemetric ruminal bolus to detect body temperature changes in lactating dairy cattle. **Journal of dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 7, p. 3568–3574, 2011.

ALZAHAL, O. et al. The use of a telemetric system to continuously monitor ruminal temperature and to predict ruminal pH in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 11, p. 5697–5701, 2009.

ANDERSEN, H.; PLUM, M. Gestation length and birth weight in cattle and buffaloes: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 48, n. 9, p. 1224-1235, 1965.

ANDRIANAKIS, P.; WALKER, D. Effect of hyperthermia on uterine and umbilical blood flows in pregnant sheep. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 79, n. 1, p. 1-13, 1994.

AOKI, M.; KIMURA, K.; SUZUKI, O. Predicting time of parturition from changing vaginal temperature measured by data-logging apparatus in beef cows with twin fetuses. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 86, n. 1-2, p. 1-12, 2005.

ASAKURA, H. Fetal and neonatal termorregulation. **Journal of Nippon Medical School**, Tokyo, v. 71, n. 6, p. 360 -370, 2004.

ATKINS, J. A. et al. Pregnancy establishment and maintenance in cattle. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 2, p. 722-733, 2013.

BARTH, A. D. Induction of Parturition in Cattle. **Large Animal Veterinary Round**, Saskatoon, v. 6, n.2 , p.6, 2006.

BARTON, M.; WIESNER, B. P. Thermogenic effect of progesterone. **The Lancet**, London, v. 246, n. 6378, p. 671–672, 1945.

BAZER, F. W.; FIRST, N. L. Pregnancy and Parturition. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 57, suppl. 2, p. 425-460, 1983.

BAZER, F. W. Pregnancy recognition signaling mechanisms in ruminants and pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, London, v. 4, n. 1, p. 23 - 33, 2013.

BAZER, F. W.; OTT, T. L.; SPENCER, T. E. Maternal recognition of pregnancy: Comparative aspects. **Placenta**, Cambridge, v. 19, sup. 2, p. 375-386, 1998.

BEAGLEY, J. C. et al. Physiology and treatment of retained fetal membranes in cattle. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Malden, v. 24, n. 2, p. 261-268, 2010.

BEG, M. A. et al. Follicular-fluid factors and granulosa-cell gene expression associated with follicle deviation in cattle. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 64, n. 2, p. 432–441, 2001.

BELL, A. W. et al. Chronic heat stress and prenatal development in sheep: I. conceptus growth and maternal plasma hormones and metabolites. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 12, p. 3289-3299, 1989.

BELL, A. W.; BATTAGLIA, F. C.; MESCHIA, G. Relation between metabolic rate and body size in the ovine fetus. **The Journal of Nutrition**, London, v. 117, n. 6, p. 1181–1186, 1987.

BELL, A. W. et al. Effects of exercise and heat stress on regional blood flow in pregnant sheep. **Journal Applied of Physiology**, Bethesda, v. 60 n. 17, p. 59-64, 1986.

BELLOWS, R. A. Factors Affecting Calving Difficulty. In: RANGE BEEF COW SYMPOSIUM, 13., 1993, Cheyenne. **Proceedings...** Cheyenne: [s.n], 1993. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/rangebeefcow symp/224>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BELLOWS, R. A. et al. Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. II. Factors contributing to calf death. **Theriogenology**, Los Altos, v. 87, n. 5, p. 573–586, 1987.

BENNETT, G. L.; GREGORY, K. E. Genetic (co)variances for calving difficulty score in composite and parental populations of beef cattle: II. Reproductive, skeletal, and carcass traits. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 1, p. 52-59, 2001.

BERGLUND, B.; PHILIPSSON J.; DANELL, Ö. External signs of preparation for calving and course of parturition in swedish dairy cattle breeds. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 61-79, 1987.

BERISHA, B.; SCHAMS, D. Ovarian function in ruminants. **Domestic Animal Endocrinology**, Beeville, v. 29, n. 2, p. 305–317, 2005.

BEWLEY, J. M. et al. Comparison of Reticular and Rectal Core Body Temperatures in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 12, p. 4661–4672, 2008b.

BEWLEY, J. M. et al. Impact of intake water temperatures on reticular temperatures of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 10, p. 3880–3887, 2008a.

BIANCO, A. C. Hormônios Tireóideos, UCPs e Termogênese. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 281–289, 2000.



BITMAN, J. et al. Circadian and Ultradian Temperature Rhythms of Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 5, p.1014-1023, 1984.

BLANKS, A. M.; THORNTONB, S. The role of oxytocin in parturition. **International Journal of Obstetrics and Gynaecology**, Oxford, v. 110, p. 46–51, 2003.

BLIGH J.; HEAL J. W. The use of radio-telemetry in the study of animal physiology. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 33, n. 2, p. 173-181, 1974.

BOEHMER, B. H. et al. Effects of temperature of consumed water on rumen temperature of beef cows. **Oklahoma Agricultural Experiment Station**, Oklahoma State University.  
Disponível em: <<http://www.ansi.okstate.edu/research/research-reports1/2009/2009%20Boehmer%20Research%20Report.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

BOULANT, J. A.; DEAN, J. B. Temperature receptors in the central nervous system. **Annual Review of Physiology**, Palo Alto, v. 48, p. 639-654, 1986.

BOULANT, J. A.; SILVA, N. L. Neuronal sensitivities in preoptic tissue slices: interactions among homeostatic systems. **Brain Research Bulletin**, New York, v. 20, n. 6, p. 871-878, 1988.

BOULANT, J. A. Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. **Clinical Infectious Diseases**, Chicago, v. 3, p. 157–161, 2000.

BRACKETT, B. G. et al. Normal development following in vitro fertilization in the cow. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 27, n. 1, p.147-158, 1982.

BRADLEY, A. P. The use of area under the ROC curve in the evaluation of machine learning algorithms. **Pattern Recognition**, Oxford, v. 30, n. 7, p. 1145-1159, 1997.

BROWN-BRANDT, T. M. et al. A New Telemetry System for Measuring Core Body Temperature in Livestock and Poultry. [http://lib.dr.iastate.edu/abe\\_eng\\_pubs/144](http://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs/144). Acessado em Mar;co de 2014.

BRINKS, J. S.; OLSON, J. E.; CARROLL, E. J. Calving difficulty and its association with subsequent productivity in herefords. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, n. 1, p. 11-17, 1973.

BROWN-BRANDL, T. M. et al. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 19, n. 5, p. 583-589, 2003.

BURFEIND, O. et al. Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 10, p. 5053-5061, 2011.

CHALLIS, J. R. G. et al. Endocrine and paracrine regulation of birth at term and preterm. **Endocrine Reviews**, Baltimore, v. 21, n. 5, p. 514-550, 2000.

CHAMBERS, C. D. et al. Maternal fever and birth outcome: a prospective study. **Teratology**, Hoboken, v. 58, n. 6, p. 251-257, 1998.

CLAPPER J. A. et al. Estrual rise in body temperature in the bovine I. Temporal relationships with serum patterns of reproductive hormones. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 89-98, 1990.

COOK, B. R.; TESS, M. W.; KRESS, D. D. Effects of selection strategies using heifer pelvic area and sire birth weight expected progeny difference on dystocia in first-calf heifers. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 3, p. 602-607, 1993.

COOPER-PRADO, M. J. et al. Relationship of ruminal temperature with parturition and estrus of beef cows. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 4, p. 1020-1027, 2011.

CZAJA, J. A.; BUTERA, P. C. Body temperature and temperature gradients: changes during the estrous cycle and in response to ovarian steroids. **Physiology & Behavior**, San Antonio, v. 36, n. 4, p. 591-596, 1986.

DEKKERS, J. C. M. Optimal breeding strategies for calving ease. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 11, p. 3441-3453, 1994.

DEMATAWEWA, C. M. B.; BERGER, P. J. Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 754–761, 1997.

DIAZ, F. J. et al. Regulation of progesterone and prostaglandin F<sub>2a</sub> production in the CL. **Molecular and Cellular Endocrinology**, Amsterdam, v. 191, n. 1, p. 65–80, 2002.

DONG, Y. L.; YALLAMPALLI, C. Pregnancy and exogenous steroid treatments modulate the expression of relaxant EP<sub>2</sub> and contractile FP receptors in the rat uterus. **Biology Reproduction**, Madison, v. 62, n. 3, p. 533-539, 2000.

DREILING, C. E.; CARMAN, F. S.; BROWN, D. E. Maternal endocrine and fetal metabolic responses to heat stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 1, p. 312-327, 1991.

DRIANCOURT, M. A. et al. Ovarian Function. In: THIBAUT, C.; LEVASSEUR, M. C. (Ed.). **Reproduction in mammals and man**. Amsterdam: Elsevier, p. 283-305, 1993.

EDWARDS, M. J. et al. Hyperthermia and birth defects. **Reproductive Toxicology**, New York, v. 9, p. 411–425, 1995.

EGAN, J. P. **Signal detection theory and ROC analysis**. New York, USA: Academic Press. 1975.

EL-OSTA, H. S.; MOREHART, M. J. Technology adoption and its impact on production performance of dairy operations. **Review of Agricultural Economics**, San Diego, v. 22, n. 2, p. 477–498, 2000.

ENGELEN, E. V. et al. EMG activity of the muscular and stromal layer of the cervix in relation to EMG activity of the myometrium and cervical dilatation in PGF2 $\alpha$  induced parturition in the cow. **Theriogenology**, Los Altos, v. 67, n. 6, p. 1158–1167, 2007.

FAN, J.; UPADHYE, S.; WORSTER, A. Understanding receiver operating characteristic (ROC) curves. **Canadian Journal of Emergency Medicine**, Pickering, v. 8, n. 1, p. 19-20, 2006.

FAURIE, A. S.; MITCHELL, D.; LABURN, H. P. Feto-maternal relationships in goats during heat and cold exposure. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 86, n. 2, p. 199–204, 2001.

FAWCETT, T. An introduction to ROC analysis. **Pattern Recognition Letters**, Amsterdam, v. 27, p. 861–874, 2006.

FIRK, R. et al. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Foulum, v. 75, n. 3, p. 219–232, 2002.

FISHER, A. D. et al. Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements. **Theriogenology**, Los Altos, v. 70, n. 7, p. 1065–1074, 2008.

FLORKOWSKI, C. M. Sensitivity, specificity, receiver-operating characteristic (roc) curves and likelihood ratios: communicating the performance of diagnostic tests. **The Clinical Biochemist Reviews**, Perth, v. 29, p. 83–87, 2008.

FORDE, N. et al. Progesterone-regulated changes in endometrial gene expression contribute to advanced conceptus development in cattle. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 81, n. 4, p. 784–794, 2009.

FREEMAN, M. E. et al. Thermogenic Action of Progesterone in the Rat. **Endocrinology**, Bethesda, v. 86, n. 4, p. 717, 1970.

FU, X. et al. Prostaglandin F<sub>2</sub>α-induced Ca<sup>++</sup> oscillations in human myometrial cells and the role of RU 486. **American Journal of Obstetrics & Gynecology**, St. Louis, v. 182, n. 3, p. 582-588, 2000.

FUCHS, A. R. et al. Oxytocin and bovine parturition: a steep rise in endometrial oxytocin receptors precedes onset of labor. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 47, p. 937–946, 1992.

FUNSTON, R. N. et al. Physiology and Endocrinology Symposium: Nutritional aspects of developing replacement heifers. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 4, p. 1166-1171, 2012.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Fermentação ruminal. In: BERCHELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de . (Org). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, v. 1, p. 151-182.

GEISERT, R. D.; SHORT, E. C.; ZAVY, M. T. Maternal recognition of pregnancy. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 28, p. 281-298, 1992.

GERICKE, G. S. et al. Does heat damage fetuses? **Medical Hypotheses**, Edinburgh, v. 29, n. 4, p. 275–278, 1989.

GILBERT, R. D. et al. Heat transfer pathways between fetal lamb and ewe. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 59, n. 2, p. 634-638, 1985.

GINTHER, O. J. et al. Emergence and deviation of follicles during the development of follicular waves in cattle. **Theriogenology**, Los Altos, v. 48, n. 1, p. 75 – 87, 1997.

GINTHER, O. J. Selection of the dominant follicle in cattle and horses. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 60, n. 61, p. 61–79, 2000.

GINTHER, O. J. et al. Follicle Selection in Monovular Species. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 65, n. 3, p.638–647, 2001.

GINTHER, O. J.; KNOPF, L.; KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 87, n. 1, p. 223-230, 1989.

GINTHER, O. J. et al. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 1187-1194, 1996.

GOMES, W. R.; ERB, R. E. Progesterone in bovine reproduction: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 48, n. 3, p. 314–330, 1965.

GONÇALVES, P. B. D. et al Control of ovulation in mammals. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 354-361, 2012.

GONZALEZ-PADILLA, E.; WILTBANK, J. N.; NISWENDER, G. D. The interrelationship between pituitary, hypothalamic and ovarian hormones. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 40, n. 6, 1975.

GUNN, T. R.; GLUCKMAN, P. D. The endocrine control of the onset of thermogenesis at birth. **Baillière's Clinical Endocrinology and Metabolism**, Philadelphia, v. 3, n. 3, p. 869–886, 1989.

GUNN, T. R.; GLUCKMAN, P. D. Perinatal thermogenesis. **Early Human Development**, London, v. 42, n. 3, p. 169–183, 1995.

GUTIÉRREZ, J. P. et al. Genetic relationships among calving ease, calving interval, birth weight, and weaning weight in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 1, p. 69-75, 2007.

HAMPL, R.; STÁRKA, L.; JANSKÝ, L. Steroids and Thermogenesis. **Physiological Research**, Prague, v. 55, n. 2, p. 123-131, 2006.

HANSEL, W. Estrous cycle and ovulation control in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 44, p. 2307-2314, 1961.

HASHIZUME, K. et al. Implantation and placental development in somatic cell clone recipient cows. **Cloning and Stem Cells**, New Rochelle, v. 4, n. 3, p. , 2002.

HAY, M.; SILKE, N. The Use of Biotelemetry in the Study of Animal Migration. **Nature Education Knowledge**, Cambridge, v. 3, n. 12, p. 5, 2012.

HENRICKS, D. M. et al. Plasma progesterone concentrations before mating and in early pregnancy in the beef heifer. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 33, n. 2, p. 450-454, 1971.

HICKS, L. C. et al. Comparison of methods of measuring deep body temperature of dairy cows. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 6., 2001.

**Proceedings**... Louisville, KY: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2001. p. 432–438.

HICKSON, R. E. et al. Dystocia in beef heifers: A review of genetics and nutritional influences. **New Zealand Veterinary Journal**, Palmerston North, v. 54, n. 6, p. 256-264, 2006.

HUUSKONEN, A.; TUOMISTO, L.; KAUPPINEN, R. Effect of drinking water temperature on water intake and performance of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 5, p. 2475–2480, 2011.

IGWEBUIKE, U. M. Trophoblast cells of ruminant placentas—A minireview. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 93, n. 3, p. 185-198, 2006.

JAINUDEEN, M. R.; HAFEZ, E. S. E. Gestation, prenatal physiology and parturition. In: HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E (Ed.). **Reproduction in Farm Animals**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p. 140-155.

JOHANSON, J. M.; BERGER, P. J. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 3745-3755, 2003.

Kanitz, W. Follicular dynamic and ovulation in cattle – a review. **Archives Animal Breeding**, Dummerstorf, v. 46, n. 2, p. 187-198, 2003.

KANITZ, W. et al. Comparative aspects of follicular development, follicular and oocyte maturation and ovulation in cattle and pigs. **Archives Animal Breeding**, Dummerstorf, v. 44, p. 9-23, 2001.

KESNER, J. S.; PADMANABHAN, V.; CONVEY, E. M. Estradiol induces and progesterone inhibits the preovulatory surges of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in heifers. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 26, n. 4, p. 571-578, 1982.



KHANAL, A. R.; GILLESPIE, J.; MACDONALD, J. Adoption of technology, management practices, and production systems in US milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 12, p. 6012–6022, 2010.

KILBURN, D. G.; LILLY, M. D.; WEBB, F. C. The energetics of mammalian cell growth. **Journal of Cell Science**, Cambridge, v. 4, n. 3, p. 645-654, 1969.

KUMAR, R.; INDRAYAN, A. Receiver operating characteristic (roc) curve for medical researchers. **Indian Pediatrics**, New Delhi, v. 48, n. 17, p. 277–287, 2011.

KWONG, K. H. et al. Wireless Sensor Networks in Agriculture: Cattle Monitoring for Farming Industries. **Piers Online**, Cambridge, v. 5, n. 1, p. 31– 35, 2009.

KYLE, B. L.; KENNEDY, A. D.; SMALL, J. A. Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows. **Theriogenology**, Los Altos, v. 49, n. 8, p. 1437-1449, 1998.

LABURN, H. P. et al. Effects on fetal and maternal body temperatures of exposure of pregnant ewes to heat, cold, and exercise. **Journal Applied of Physiology**, Bathesda, v. 92, p. 802–808, 2002.

LABURN, H.; FAURIE, A; MITCHELL, D. The thermal physiology of the ruminant fetus. In: CRONJÉ, P. B. (Ed.). **Ruminant physiology digestion, metabolism, growth and reproduction**. Pretoria: CAB International, 2000. p. 295-310.

LABURN, H. P.; MITCHELL, D.; GOELST, K. Fetal and maternal body temperatures measured by radiotelemetry in near-term sheep during thermal stress. **Journal Applied of Physiology**, Bathesda, v. 72, n. 3, p. 894–900, 1992.

LALKHEN, A. G.; MCCLUSKEY, A. Clinical tests: sensitivity and specificity. **Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain**, London, v. 8, n. 6, p. 221-223, 2008.

LAMMOGLIA, M. A. et al. Body temperature and endocrine interactions before and after calving in beef cow. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2526–2534, 1997.

LASTER, D. B. et al. Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, n. 4, p. 695–705, 1973.

LEFCOURT, A. M. et al. Radiotelemetry System for Continuously Monitoring Temperature in Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 237-242, 1986.

LEISER, R.; KAUFMANN, P. Placental structure: in a comparative aspect. **Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes**, Stuttgart, v. 102, n. 3, p. 122-34, 1994.

LEWIS, G. S., NEWMAN, S. K. Changes throughout estrous cycles of variables that might indicate estrus in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 1, p. 146—152, 1990.

LIGGINS, G. C. et al. The mechanism of initiation of parturition in the ewe. **Recent Progress in Hormone Research**, New York, v. 29, p. 111–159, 1973.

LIGGINS, G. C.; KENNEDY, P. C.; HOLM, L. W. Failure of initiation of parturition after electrocoagulation of the pituitary of the fetal lamb. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, St. Louis, v. 98, p. 1080–1086, 1967.

LIN TSAI, C.; KANOSUE, K.; MATSUMURA, K. Effects of estradiol treatment on responses of rat preoptic warm sensitive neurons to progesterone in vitro. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 136, n. 1, p. 23-26, 1992.

LIN TSAI, C.; MATSUMURA, K.; NAKAYAMA, T. Effects of progesterone on thermosensitive neurons in preoptic slice preparations. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 56-60, 1988.

LOMBARD, J. E. et al. Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 4, p. 1751–1760, 2006.

LONERGAN, P.; O'HARA, L.; FORDE, N. Role of diestrus progesterone on endometrial function and conceptus development in cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 223-227, 2013.

LUCY, M. C.; THATCHER, W. W.; MACMILLAN, K. L. Ultrasonic identification of follicular populations and return to estrus in early postpartum dairy cows given intravaginal progesterone for 15 days. **Theriogenology**, Los Altos, v. 34, n. 2, p. 325–340, 1990.

LYE, S. J. Initiation of parturition. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 42, n. 1, p. 495-503, 1996.

MA, X. H.; WU, W. X.; NATHANIELSZ, P. W. Differential regulation of prostaglandin ep and fp receptors in pregnant sheep myometrium and endometrium during spontaneous term labor. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 61, n. 5, p. 1281–1286, 1999.

MacDonald, J. M. et al. 2007. Profits, costs, and the changing structure of dairy farming. Economic research report. United States. Dept. of Agriculture. Economic Research Service. No. 47.

MALVEN, P. V. et al. Factors Associated with Edema of the Mammary Gland in Primigravid Dairy Heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 66, n. 2, p. 246-252, 1983.

MANFREDI, E.; DUCROCQ, V.; FOULLEY, J. L. Genetic Analysis of Dystocia in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 5, p. 1715-1723, 1991.

MANN, G. E.; LAMMING, G. E. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. **Reproduction**, London, v. 121, n. 1, p.175–180, 2001.

MANN, G. E.; LAMMING, G. E. The influence of progesterone during early pregnancy in cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, Berlin, v. 34, p. 269–274, 1999.

MARQUES JÚNIOR, A. P.; BARRETO FILHO, J. B.; SATURNINO, H. M. Aspectos morfométricos da placenta de vacas zebu (*Bos taurus indicus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 45, n. 2, p. 213-219, 1993.

MARQUES, M. O. et al. IATF: desafios e soluções para maximizar a eficiência da técnica. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 36, s. 2, p. 155-160, 2008.

MARQUES, V. B. et al. Interferon-tau e o reconhecimento da gestação em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 4, p. 479-488, 2007.

MARTINEZ DEL RIO, C.; KARASOV, W. H. Body Size and Temperature: Why They Matter. **Nature Education Knowledge**, Cambridge, v. 3, n. 10, p. 10, 2010.

MATSAS, D. J.; R.L. NEBEL, K. D. PELZER. Evaluation of an on-farm blood progesterone test for predicting the day of parturition in cattle. **Theriogenology**, Los Altos, v. 37, n. 4, p. 859–868, 1992.

MCCLINTOCK, S. E. et al. Interactions between gestation length, calf size, dystocia and calf mortality. In: CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 16., 2005, Noosa. **Proceedings**... Noosa: [s.n], 2005, v. 16, p. 275-278.

MCGUIRK, B. J.; FORSYTH, R; DOBSON, H. Economic cost of difficult calvings in the United Kingdom dairy herd. **Veterinary Record**, London, v. 161, n. 20, p. 685-687, 2007.

MEE, J. F. Managing the dairy cow at calving time. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Maryland Heights, v. 20, n. 3, p. 521–546, 2004.

MEE, J. F. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. **The Veterinary Journal**, London, v. 176, n. 1, p. 93–101, 2008.

MEE, J. F. Why do so many calves die on modern dairy farms and what can we do about calf welfare in the future? **Animals**, Basel, v. 3, n. 4, p. 1036-1057, 2013.

MEIJERING, A. Dystocia and stillbirth in cattle—A review of causes, relations and implications. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 11, n. 2, p. 143–177, 1984.

MEYER, C. L. et al. Phenotypic Trends in Incidence of Stillbirth for Holsteins in the United States. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 2, p. 515–523, 2001.

MIEDEMAA, H. M. et al. Changes in the behaviour of dairy cows during the 24 h before normal calving compared with behaviour during late pregnancy. **Applied Animal Behaviour Science**, Vancouver, v.131, n. 1-2, p. 8–14, 2011.

MIHM, M. et al. Molecular evidence that growth of dominant follicles involves a reduction in follicle-stimulating hormone dependence and an increase in

lutinizing hormone dependence in cattle. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 74, n. 6, p. 1051–1059, 2006.

MIHMA, M.; BLEACH, E. C. L. Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 78, n. 3-4, p. 217–237, 2003.

MORRISON, D. G.; WILLIAMSON, W. D.; HUMES, P. E. Estimates of heritabilities and correlations of traits associated with pelvic area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 432—437, 1986.

MOTTRAM, T. Automatic monitoring of the health and metabolic status of dairy cows. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 48, n. 3, p. 209-217, 1997.

MUJIBI, F. D. N.; CREWS JUNIOR, D. H. Genetic parameters for calving ease, gestation length, and birth weight in Charolais cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 9, p. 2759-2766, 2009.

MYLNE, K. R. Decision-making from probability forecast based on forecast value. **Meteorological Applications**, Malden, v. 9, n. 3, p. 307-315, 2002.

NAAZIE A.; MAKARECHIAN, M. M.; BERG, R. T. Factors influencing calving difficulty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 12, p. 3243-3249, 1989.

NAKAYAMA, T.; SUZUKI, M.; ISHIZUKA, N. Action of progesterone on preoptic thermosensitive neurons. **Nature**, London, v. 6, p. 80, 1975.

NAKAYAMA, T.; EISENMAN J. S.; HARDY, J. D. Single unit activity of anterior hypothalamus during local heating. **Science**, Washington, v. 134, n. 3478, p. 560-561, 1961.

NEDERGAARD, J.; CANNON, B. Brown adipose tissue: development and function. In: POLIN, R. A.; FOX, W. W. (Ed.). **Fetal and Neonatal Physiology**. Saunders, Philadelphia: Elsevier, 1992.

NEIBURGS, H. E.; KUPPERMAN, H. S; GREENBLATT, R. B. Studies on temperature variations in animals as influenced by the estrus cycle and the steroid hormones. **The Anatomical Record**, New York, v. 8, p. 622, 1948.

NESTOR JUNIOR K. E.; HEMKEN, R. W.; HARMON, R. J. Influence of Sodium Chloride and Potassium Bicarbonate on Udder Edema and Selected Blood Parameters. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 2, p. 366-372, 1988.

NIX, J. M. et al. A retrospective analysis of factors contributing to calf mortality and dystocia in beef cattle. **Theriogenology**, Los Altos, v. 49, n. 8, p. 1515–1523, 1998.

NORMAN H. D.; HUTCHISON, J. L.; MILLER, R. H. Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 8, p. 3880-3890, 2010.

OBUCHOWSKI, N. A. Receiver Operating Characteristic Curves and Their Use in Radiology. **Radiology**, Easton, v. 229, n. 1, p. 3–8, 2003.

OKUDA, K.; MIYAMOTO, Y.; SKARZYNSKI, D. J. Regulation of endometrial prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  synthesis during luteolysis and early pregnancy in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, Beeville, 23, n. 1-2, p. 255–264, 2002.

OLSON, D. M. The role of prostaglandins in the initiation of parturition. **Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology**, Philadelphia, v. 17, n. 5, p. 717–730, 2003.

ØSTRUP, E.; HYTTEL, P.; ØSTRUP, O. A Embryo-maternal communication: signalling before and during placentation in cattle and pig. **Reproduction, Fertility and Development**, Collingwood, v. 23, n. 8, p. 964–975, 2011.

PALOMBI, C. et al. Evaluation of remote monitoring of parturition in dairy cattle as a new tool for calving management. **BMC Veterinary Research**, London, v. 9, p. 191-200, 2013.

PATEL, O. V. et al. Plasma oestrone and oestradiol concentrations throughout gestation in cattle: relationship to stage of gestation and fetal number. **Research in Veterinary Science**, London, v. 66, n. 2, p. 129-133, 1999.

PATRANABIS, D. Introduction to telemetry principles. In: PATRANABIS, D. (Ed.) *Telemetry Principles*, 1<sup>st</sup> ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education, 1999. p. 1-31.

PESSOA, A. S. A. et al. Mineração de dados meteorológicos associada a eventos severos no Pantanal Sul Matogrossense. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 33., 2010, Água de Lindóia, SP. **Anais...** Água de Lindóia, SP: [CNMAC], 2010. p. 1-8.

PICCIONE, G.; CAOLA, R. REFINETTI. Daily and estrous rhythmicity of body temperature in domestic cattle, London, v. 3, p. 3-8, 2003.

POLLAK, E. J.; FREEMAN, A. E. Parameter estimation and sire evaluation for dystocia and calf size in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 10, p. 1817-1824, 1976.

POPE, G. S.; GUPTA, S. K.; MUNRO, I. B. Progesterone levels in the systemic plasma of pregnant, cycling and ovariectomized cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 20, n. 3, p. 369–381, 1969.

POWER, G. G. Biology of temperature: the mammalian fetus. **Journal of developmental physiology**, Washington, v. 12, n. 6, p. 295-304, 1989.



PRATI, R. C.; BATISTA, G. E. A. P. A.; MONARD, M. C. Curva ROC para avaliação de classificadores. **IEEE Latin America Transactions**, Los Alamitos, v. 6, n. 2, p. 215–222, 2008.

RAHMAN, A. N. Md. A. Hormonal changes in the uterus during pregnancy-lessons from the ewe: A Review. **Journal of Agriculture & Rural Development**, v. 4, n. 1, p.1-7, 2006.

RAJAMAHENDRAN, R. et al. Temporal relationships among estrus, body temperature, milk yield, progesterone and luteinizing hormone levels, and ovulation in dairy cows. **Theriogenology**, Los Altos, v. 31, n. 6, p. 1172–1182, 1989.

ROBERTS, R. M.; XIE, S.; MATHIALAGAN, N. Maternal recognition of pregnancy. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 54, n. 2, p. 294-302, 1996.

RODENBURG, J.; LANG, B. Labour costs on ontario dairy farms and their implications for precision technologies. In: THE FIRST NORTH AMERICAN CONFERENCE ON PRECISION DAIRY MANAGEMENT, 2010, Woodstock. **Anais...** Woodstock: Editora, 2010. Disponível em: <[www.precisiondairy2010.com/.../s1rodenburg.pdf](http://www.precisiondairy2010.com/.../s1rodenburg.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2014.

SAITO, S. Cytokine network at the feto-maternal interface. **Journal of Reproductive Immunology**, Hoboken, v. 47, n. 2, p. 87-103, 2000.

SALLES, M. G. F.; ARAÚJO, A. A. Corpo lúteo cíclico e gestacional: revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 34, n. 3, p. 185-194, 2010.

SANTOS, R. L.; MARQUES JÚNIOR, A. P.; BARRETO FILHO, J. B. Proporção volumétrica dos componentes estruturais do placentomo de vacas leiteiras com liberação normal e com retenção de placenta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 3, p. 317-324, 1996.

SARTORI, R. et al. Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 65, n. 5, p. 1403–1409, 2001.

SCARAMUZZI, R. J. Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. **Reproduction, Fertility and Development**, Australia, v. 23, n. 3, p. 444–467, 2011.

SCHAMS, D; BERISHA, B. Regulation of corpus luteum function in cattle – an overview. **Reproduction in Domestic Animals**, San Diego, v. 39, n. 4, p. 241–251, 2004.

SCHAUB, C. E.; KELLER-WOOD, M.; WOOD, C. E. Blockade of estrogen receptors decreases cns and pituitary prostaglandin synthase expression in fetal sheep. **Neuroendocrinology**, Basel, v. 87, n. 2, p. 121–128, 2008.

SCHRODER, H. J.; POWER, G. G. Engine and radiator: fetal and placental interactions for heat dissipation. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 82, n. 2, p. 403-414, 1997.

SCHUENEMANN, G. M. et al. Dairy calving management: Description and assessment of a training program for dairy personnel. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, n. 4, p. 2671-2680, 2013.

SHAH, K. D. et al. Strone sulfate and progesterone profile during late gestation in recipient cows transferred embryos produced by nuclear transfer and *in vitro* fertilization. **Journal of Reproduction and Development**, Ibaraki, v. 53, n. 6, p. 1237–1246, 2007.

SIEBER M.; FREEMAN, A. E.; KELLEY, D. H. Effects of Body Measurements and Weight on Calf Size and Calving Difficulty of Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 2402-2410, 1989.

SIEVERS, A. K. et al. Development of an intraruminal device for data sampling and transmission. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jablonna, v. 13, p. 207–210. 2004.

SILVA, J. E. Thermogenic mechanisms and their hormonal regulation. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 86, n. 2, p. 435–464, 2006.

SLADEK, S. M.; MAGNESS, R. R.; CONRAD, K. P. Nitric oxide and pregnancy. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 272, p. 441-463, 1997.

SMITH, M. F. et al. Regulation of ovarian extracellular matrix remodelling by metalloproteinases and their tissue inhibitors: effects on follicular development, ovulation and luteal function. **Journal Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 54, p. 367-381, 1999.

SMITH, V. G. et al. Bovine serum estrogens, progestins and glucocorticoids during late pregnancy, parturition and early lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, n. 2, p. 391-396, 1973.

SOLOFF, M. S. et al. Effects of progesterone treatment on expression of genes involved in uterine quiescence. **Reproductive Sciences**, New Haven, v. 18, n. 8, p. 781-97, 2011.

SPENCER, E. T.; BAZER, F. W. Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy. **Reproductive Biology and Endocrinology**, London, v. 2, p. 49, 2004a.

SPENCER, T. E.; BAZER, F. W. Uterine and placental factors regulating conceptus growth in domestic animals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 4–13. 2004b.

SPICER, L. J.; ECHTERNKAMP, S. E. The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. **Domestic Animal Endocrinology**, Philadelphia, v. 12, n. 3, p. 223–245, 1995.

STACHENFELD, N. S.; SILVA, C.; KEEFE, D. L. Estrogen modifies the temperature effects of progesterone. **Journal Applied of Physiology**, Bethesda, v. 88, n. 5, p. 1643–1649, 2000.

STREYL, D. et al. Establishment of a standard operating procedure for predicting the time of calving in cattle. **Journal of Veterinary Science**, Suwon, v. 12, n. 2, p. 177-185, 2011.

SUTHAR, V. S. et al. Endogenous and exogenous progesterone influence body temperature in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 5, p. 2381–2389, 2012.

TAKAGI, M. et al. Bovine retained placenta: hormonal concentrations in fetal and maternal placenta. **Placenta**, Oxford, v. 23, n. 5, p. 429–437, 2002.

TAUER, L. W.; MISHRA, A. K. Dairy Farm Cost Efficiency. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 12, p. 4937–4943, 2006.

TAVERNE, M, A. M. Corpus luteum function and parturition in cattle and pigs. **Archives Animal Breeding**, Dummerstorf, v. 44, p. 37-50, 2001.

TAVERNE, M. A.; NOAKES, D. E. Parturition and the care of parturient animals, including the newborn. In: NOAKES, D. E; PARKINSON, T. J.; ENGALND, G. C. W. (Ed.). **Veterinary Reproduction and Obstetrics**, 9th ed. London: Saunders Elsevier, 2009. p. 154-205.

TERBLANCHE, H. M; LABUSCHAGNE, J. M. Plasma progesterone in cattle. II. Levels during the oestrous cycle, pregnancy and parturition. **Journal of the South African Veterinary Association**, Durbanville, v. 52, n. 3, p.187-189, 1981.

THATCHER, W. W. et al. Maternal recognition of pregnancy in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, p. 2797-2811, 1987.

THATCHER, W. W.; MEYER, M. D.; DANET-DESNOYERS, G. Maternal recognition of pregnancy. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 49, p. 15–28, 1995.

TUCKER, W. B. et al. Evaluation of a system for rating edema in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2382-2387, 1992.

VALLET, J. L.; LEYMASTER, K. A.; CHRISTENSON, R. K. The influence of uterine function on embryonic and fetal survival. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 115-125, 2002.

WAUTLET, R. G. et al. Calving Disorders of Primiparous Holsteins from Designed selection Studies. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2555-2562, 1990.

WETTEMANN, R. P.; HAFS, H. D. LH, prolactin, estradiol and progesterone in bovine blood serum during early pregnancy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, n. 1, p. 51-56, 1973.

WETTEMANN, R. P. et al. Estradiol and progesterone in blood serum during the bovine estrous cycle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 34, n. 6, p. 1020-1024, 1972.

WHITTLE, W. L. et al. Prostaglandin production at the onset of ovine parturition is regulated by both estrogen-independent and estrogen-dependent pathways. **Endocrinology**, Bethesda, v. 141, n. 10, p. 3783-3791, 2000.

WOOD, C. E. Estrogen/hypothalamus-pituitary-adrenal axis interactions in the fetus: The interplay between placenta and fetal brain. **Journal of the Society for Gynecologic Investigation**, New York, v. 12, n. 2, p. 67–76, 2005.

WRENN, T. R.; BITMAN J.; SYKES, J. F. Body temperature variations in dairy cattle during the estrous cycle and pregnancy. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 41, n. 8, p. 1071–1076, 1958.

WRIGHT, I. A. et al. Prediction of calving date in beef cows by real-time ultrasonic scanning. **Veterinary Record**, London, v. 123, n. 9, p. 228-229, 1988.

ZABORSKI, D. et al. Factors Affecting Dystocia in Cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, San Diego, v. 44, n. 3, p. 540–551, 2009.

ZHU, W.; N. ZENG; N. WANG. Sensitivity, Specificity, Accuracy, Associated Confidence Interval and ROC Analysis with Practical SAS Implementations. In: NESUG HEALTH CARE AND LIFE SCIENCES, 2010, Baltimore, Maryland. **Proceedings...** Baltimore, Maryland: [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.nesug.org/proceedings/nesug10/hl/hl07.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

ZWEIG, M. H.; CAMPBELL, G. Receiver-operating characteristic (roc) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 39, n. 4, p. 561–577, 1993.

## APÊNDICES

### **Apêndice 1: Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação no Journal of Dairy Science**

#### **Editorial Policies and Procedures**

The American Dairy Science Association® (ADSA®) invites scientists from the global community to submit papers for consideration to the Journal of Dairy Science. Authors need not be members of ADSA. These instructions detail the form and style required by the Journal of Dairy Science (JDS) for papers submitted for publication. Papers that do not follow the form and style of the journal may be rejected without review. We recommend that authors refer to these instructions when preparing manuscripts, when incorporating requested changes into revisions after review, and when checking author proofs.

#### **Contact Information for Journal Staff.**

For information on the scientific content of the journal, contact the editor-in-chief, Dr. Roger D. Shanks; phone: (217) 344-7512; e-mail: [rdshanks@illinois.edu](mailto:rdshanks@illinois.edu). For assistance with Manuscript Central, Manuscript Submission/Copyright forms, and page charge/ offprint orders contact Shauna Miller, Editorial Assistant, Headquarters Office, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820; FAX (217) 378-4083; [shaunam@assoqh.org](mailto:shaunam@assoqh.org). For other information or to submit a paper, contact Susan Pollock, Managing Editor, Headquarters Office, American Dairy Science Association, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820; phone (217) 356- 7641; FAX (217) 378-4083; [journals@assoqh.org](mailto:journals@assoqh.org).

#### **Care and Use of Animals**

All research animals should be acquired, retained, and used in compliance with federal, state, and local laws and regulations. The authors should state explicitly that IACUC (or equivalent) approval was obtained before commencement of the study. Authors should make it clear that experiments were conducted in a manner that avoided unnecessary discomfort to the animals by the use of proper management and laboratory techniques. Experiments should be conducted in accordance with the principles and specific guidelines presented in Guidelines for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching, 3rd ed. (available from Federation of Animal Science Societies, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820; <http://www.fass.org/>). Methods of killing experimental animals must be described in the text. When describing surgical procedures, the type and dosage of the anesthetic agent must be specified.

#### **Human Subjects Research**

If human subjects were involved in research (e.g., surveys, sensory panels, or other participation), the authors certify that the studies complied with all

appropriate laws, regulations, and policies governing the use of human subjects in research.

### **Types of Articles**

**Full-Length Research Papers.** The majority of papers published in JDS are full-length research articles. The journal emphasizes the importance of good scientific writing and clarity in presentation of the concepts and methods, and sufficient background information that would be required for thorough understanding by scientists in other disciplines. The results of experiments published in the journal must be replicated, either by replicating treatments within experiments or by repeating experiments. In addition to full-length research papers, the following types of articles appear in the journal:

**Our Industry Today.** The Our Industry Today section includes interpretive applied summaries and recommendations from research that are useful to the dairy industry. Syntheses and applications from technical reports that contribute to solutions of problems in the dairy industry especially are solicited. Authors of reports for extension education of the nonscientist are encouraged to share their contributions with colleagues and to achieve larger circulation of their conclusions and recommendations through this section. In addition, papers that report on advances in teaching and outreach techniques are suitable for this section. The organization of papers for Our Industry Today may vary but should be logical and effective; an abstract is required. All other style and form instructions apply. **Hot Topics.** Papers submitted for this section must report on a completed experiment testing a timely, original hypothesis of importance to an area of dairy science. The work may be preliminary in nature, but with sufficient data so that the hypothesis is clearly tested. Results may point to avenues for fruitful, indepth analyses. Reports must contain an explicitly stated hypothesis and objectives, with sufficient detail in methodology for repetition of the work, as well as a results section, a brief discussion, and references. Total page limits for text, tables, figures, and references must be no more than 4 journal pages (approximately 10 typewritten pages minus space for tables and figures). The manuscript should contain a title and short abstract but not separate sections. The total number of tables and figures should be no more than 3; references should be minimal. The first page must have HOT TOPICS in capital letters on the header line. These papers will be given priority for publication. An effort will be made to notify authors of a decision within 1 mo of the date of receipt. Once accepted, the paper should be published within 3 mo.

**Short Communications.** Short communications are reports of limited experiments that test a timely, original hypothesis of importance to some area of dairy science. The manuscript should be no more than 4 journal pages in length (approximately 10 typewritten pages minus space for tables and figures); "Short communication:" should precede the title on the title page of the manuscript. Short communications should not contain main headings (e.g., Introduction, Materials and Methods) but may include subheadings for clarity. The manuscript may report negative results. Reports must contain a hypothesis, objectives, sufficient detail in methodology for repetition of the work, results with brief discussion, and references.



**Technical Notes.** Papers in this section should report a method that is useful to some aspect of dairy science. Submissions should include a brief justification for the technique, be it new or an improvement on a previously published technique. The report should state a hypothesis, include a full description of procedures that can be repeated by researchers, and include explicit controls to indicate sensitivity, precision, and accuracy of the technique. Technical notes should not contain main headings (e.g., Introduction, Materials and Methods) but may include subheadings for clarity. If the technique is an improvement on an existing technique, sufficient comparison of the previous technique should be included, and mean and dispersion information must be included. The page limit is 4 printed pages (approximately 10 typewritten pages minus space for tables and figures). Use of tables, figures, and references should be minimized. Requests for longer technical notes may be made to the senior editor and editor-in-chief, but justification for a longer report will be required.

**Invited Reviews.** The mechanism for consideration of invited reviews is to encourage additional publication (~10 to 12 per year) of invited reviews in all sections of the journal. Section editors will advise the editor-in-chief on suggested reviewers and justification for the review. The editor-in-chief will make the invitation and the invited reviews editor will ensure the quality of the review. The first 10 printed pages of an invited review are published at no cost to the author. Authors of symposium papers and invited papers presented at the joint annual meeting of ADSA/American Society of Animal Science may be selected to contribute invited review papers.

**Letters to the Editor.** Short (300 words) letters to the editor on topics of concern to readers, including comment on publications with rebuttals from authors if needed, may be submitted to the editor-in-chief or to any of the editors. The letters should be titled, and the title and running head should include "Letter to the editor." Letters will be published at the discretion of the editor-in-chief. Authors of letters are subject to the same copyright release requirements as other authors. Letters are published at no charge to the author(s). Biographical Sketches. Occasionally, retiring or past scientists and educators should be subjects of biographical essays, both as a small honor to them and as an example and history for other readers. This section brings a sense of maturity and completeness to our field. Individuals who wish to submit biographical sketches should contact the editor-in-chief or one of the editors for additional instructions.

#### **SUBMISSION OF MANUSCRIPTS**

Authors should submit their papers online at Manuscript Central (<http://mc.manuscriptcentral.com/jds>). Detailed instructions for submitting electronically are provided online (<http://mc.manuscriptcentral.com/jds>). Authors who are unable to submit online should contact Shauna Miller, Editorial Assistant, American Dairy Science Association, 1800 S. Oak St., Suite 100, Champaign, IL 61820 ([shaunam@assoqhq.org](mailto:shaunam@assoqhq.org)).

#### **Copyright Agreement**

Data (including graphs, figures, tables, and illustrations) must not have appeared in print elsewhere except as abstracts, local or regional field day reports, extension letters, or non-peer-reviewed, noncopyrighted proceedings of conferences. Material submitted to JDS should not be submitted for publication to popular magazines, company advertisements, or organizational proceedings until the author has received notification of acceptance of the manuscript. Before manuscripts are submitted, authors should have them read critically by others well versed in English to facilitate review, and the senior author should have authorization to publish. All coauthors should approve the manuscript before its submission to the journal.

The Manuscript Submission and Copyright Release form (published in issues of the journal and available from the journal web site: <http://www.journalofdairy.science.org/>) should be submitted for each paper; faxed copies are acceptable. The copyright agreement is included in the Manuscript Submission and Copyright Release Form; manuscripts cannot be published without this form. The corresponding author is responsible for obtaining the signatures of all coauthors. Authors who are not permitted to release copyright must still return the form with a statement of the reason for not releasing the copyright.

Requests to reproduce material published in JDS must be made through Elsevier's Rights Department (permissions@elsevier.com), online via the Elsevier homepage (<http://www.elsevier.com/locate/> permissions), or via the Copyright Clearance Center (<http://www.copyright.com>). The Association grants to the authors the right of republication of their own material in any book, thesis, or dissertation of which they are authors or editors subject only to giving proper credit in the book to the original JDS publication. In addition, authors may post abstracts of manuscripts on the web at the time of submission. Once an author receives notification of acceptance, the peer-reviewed, pre-typesetting manuscript can be posted to the author's website. Authors may deposit their peer-reviewed, pre-typesetting manuscript into a repository upon payment of the open access fee (see page 4 of these instructions). For more information, read the "Terms and Conditions" pages at <http://www.journalofdairyscience.org/>.

### **REVIEW OF MANUSCRIPTS**

Upon submission to JDS, a manuscript is assigned to an editor, who enlists reviewers to assist in the evaluation of the manuscript. The review process is confidential, which infers a bond of trust among the authors, editor, and reviewers. The editor is trustee of the manuscript until the review process is completed and ensures that the review process is fair, thorough, and confidential. Reviewers are asked not to share the contents of the manuscript with anyone, except that they may ask a colleague to assist with the review with approval of the editor. Communication with authors should only be through the editor. Reviewers should notify the editor of conflicts of interest that may compromise their ability to provide a fair and unbiased review. Moreover, they must recognize their responsibility in maintaining the confidential nature of the review. Authors should suggest names of appropriate reviewers when submitting the manuscript to streamline the review process and may list

reviewers whom they consider unacceptable because of potential bias. These recommendations will be considered by the editor when assigning reviewers.

A reviewed paper returned to authors for revision must be returned to the editor within 6 wk. If not, the paper may be treated as a new submission. Under unusual circumstances, editors may extend the revision deadline beyond 6 wk.

The Journal of Dairy Science follows the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE; [publicationethics.org](http://publicationethics.org)) and authors should refer to COPE for guidance on authorship and publication ethics.

## PRODUCTION OF PROOFS

Accepted manuscripts are forwarded by the section editors to the editorial office for technical editing and composition. At this point the technical editor may contact the authors for missing information or figure revisions. The manuscript is then typeset, figures reproduced, and author proofs prepared.

### Proofs

Author proofs will be sent by e-mail (in PDF format) to the corresponding author. Although the proof appears in a 2-column page format, it should be considered a galley proof; page layout may change when the article is paginated into an issue. Author proofs should be read carefully and checked against the typed manuscript, because responsibility for proofreading lies with the authors. Corrections may be returned by fax, mail, or e-mail. The Comments feature in Adobe Acrobat or Adobe Reader may be used to insert changes and comments within the proof PDF. For faxed or mailed corrections, changes to the proof should be made neatly and clearly in the margins of the proof. If extensive editing is required, corrections should be provided on a separate sheet of paper with a symbol indicating location on the proof. Changes sent by e-mail to the technical editor must indicate page, column, and line numbers for each correction to be made on the proof. Author queries should be answered on the galley proofs; failure to do so may delay publication. Proof corrections should be made and returned to the technical editor within 3 days of receipt. Publication cannot proceed until proofs are returned. Contact a technical editor at [journals@assoqh.org](mailto:journals@assoqh.org) if you have questions about the proof correction process.

### Publication Costs

The Journal of Dairy Science® offers two options for publication of articles: Standard Page Charges and Open Access.

**Standard Page Charges:** The current charge for publication is \$85 per printed page in the journal for articles if at least one author is a professional member of ADSA. If no authors are ADSA members, the publication charge is \$140 per journal page. The cost to publish a color figure is \$995 (per figure) plus an offprint surcharge. There is charge for all offprints and reprints. An offprint order form will be sent to the corresponding author with the author proof. Open Access: Under the open access (OA) policy, authors may choose to pay the OA fee in lieu of standard page charges when author proofs are returned so that their paper becomes freely available upon publication in an online issue. The OA fee is \$1750 if at least one author is a professional member of ADSA or

\$3500 if no authors are ADSA members. Open access articles will be freely accessible through the journal's web site (<http://www.journalofdairyscience.org/>) at the time of publication. All other (non-OA) articles become freely available without a subscription 12 months after publication.

**Articles for Deposit:** Author(s) publishing articles under open access shall bear sole responsibility for meeting the specific posting requirements of their funders. Upon payment of the OA fee, authors may deposit the accepted (peer-reviewed pre-typeset only) manuscript in a repository. The embargo period before deposit in a repository is 12 months (or as specified by the funder) after publication in a journal issue. By signing the Manuscript Submission and Copyright Release Form at the time of submission, the authors agree to bear responsibility for payment of publication charges. Invoices for publication charges will be issued at the time an issue goes to press (approximately 2 weeks before an issue is published online). Payment is due within 30 days of receipt of the invoice. The preferred method of payment is by credit card, with credit card details submitted on the page charge form sent out with the author's proof. Payment may be made by check, drawn on a US bank. For payments by wire transfer, contact Vicki Paden at [vickip@assoqh.org](mailto:vickip@assoqh.org). Manuscripts will be withheld from publication for authors (and their co-authors) with past-due page charge invoice(s) until all prior payment obligations have been met.

### **Page Charge Waivers**

Authors who must use personal funds to pay for page charges and for whom such charges would entail hardship can request of the editor-in-chief that these charges be waived, under the following conditions: 1) the request must be made in writing at the time the manuscript is submitted; 2) the request should be accompanied by a statement from a financial officer or other official from the institution with which the author is affiliated, indicating the reasons why page charges cannot be paid; and 3) if the waiver is granted, the author is expected to become a professional member of ADSA. Only one waiver will be granted per institution per twelve-month period. Authors who request waivers cannot order offprints. Full or partial waivers will be granted at the discretion of the editor-in-chief. Offprints may be ordered at an additional charge. Offprints will be shipped approximately 1 month after publication of the issue. Invoices for offprints will be sent to the author or institution shown on the page charge and offprint order form. There is a charge for all offprints.

## **MANUSCRIPT PREPARATION: STYLE AND FORM**

### **General**

Papers must be written in English. The text and all supporting materials must use American spelling and usage as given in Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, 11th ed., Webster's Third International Dictionary, or the Oxford American English Dictionary. Authors should follow the style and form recommended in *Scientific Style and Format*. The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers, 7th ed., published by the Council of Science Editors in

cooperation with The Rockefeller University Press. Authors should prepare their manuscripts in Microsoft Word (.doc or .docx format) and upload them using the fewest files possible to facilitate the review and editing processes.

#### Preparing the Manuscript File

Manuscripts should be typed double-spaced (in Microsoft Word) with lines and pages numbered consecutively, using Times New Roman font at 12 points. Special characters (e.g., Greek, math, symbols) should be inserted using the symbols palette available in this font. Complex math should be entered using MathType from Design Science ([www.dessci.com](http://www.dessci.com)). Note that equations created using the Equation Builder in Microsoft Word 2007 (and later versions) may not be compatible with earlier versions of Word or other software used in our composition system. Tables and figures should be placed in separate sections at the end of the manuscript (not placed within the text). Failure to follow these instructions may result in immediate rejection of the manuscript.

#### Interpretive Summary

All authors of JDS papers should provide an interpretive summary (IS) of 100 words or less that has been written for nonspecialist readers. That summary should consist of a title, the first author's last name, and a summary, which must include a sentence or two to summarize the project's expected importance, or its economic, environmental, and/or social impact (similar to the CRIS Progress Report Statement for those who must complete that form). Common abbreviations are permitted (those from the JDS Unrestricted list). The summary should appear on top of the first page of the manuscript, before the running head and title. Interpretive summaries will be peer reviewed. At publication, interpretive summaries will appear in a section at the beginning of the journal. The summaries are intended for an audience who may not be familiar with work in the author's area of expertise and for government or media researchers, and they will provide JDS readers with a brief overview of the research presented in each issue. Authors must make the summary readable by the general public. The goal is to make JDS research more visible to a wider audience and to emphasize its impact.

#### Headings

Major Headings. Major headings are centered (except ABSTRACT), all capitals, boldface, and consist of ABSTRACT, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION (or RESULTS AND DISCUSSION), CONCLUSIONS (optional), APPENDIX (optional), and REFERENCES.

**First Subheadings.** First subheadings are placed on a separate line, begin at the left margin, the first letter of all important words is capitalized, and the headings are boldface and italic. The heading is not followed by punctuation. Text that follows a first subheading should be in a new paragraph.

**Second Subheadings.** Second subheadings begin the first line of a paragraph. They are indented, boldface, italic, and followed by a period. The

first letter of each important word should be capitalized. The text follows immediately after the final period of the subheading.

### **Title Page**

Across the top of the title page (first page), indicate a running head (abbreviated title) of 45 characters or less. The running head is centered and all uppercase. Our Industry Today and Hot Topic serve as the running heads for those respective article types. Short Communications, Technical Notes, Invited Reviews, and Letters to the Editor use a running head beginning with the appropriate designation (i.e., SHORT COMMUNICATION:) followed by a short title.

The title should be in boldface; the first letter of the article title and proper names are capitalized and the remainder of the title is lowercase. The title should contain words or phrases used for indexing the article. Under the title, names of authors should be typed in mixed case (e.g., T. E. Smith or Tom E. Smith) and in boldface. Institutional addresses are displayed below the author names; footnotes referring from author names to displayed addresses should be symbols in the following order: \*, †, ‡, §, #, ||, and ¶. The full name, mailing address, phone number, fax number, and email address of the corresponding author should appear directly below the affiliation lines on the title page. The corresponding author will be identified by a numbered footnote and e-mail address below the accepted line on the first page of the published article (e.g., 1Corresponding author: my.name@university.edu). Supplementary address information may be given in footnotes to the first page; use numerals for these footnotes. Acronyms (except USDA) for affiliations are discouraged unless the acronym is the official name. State or provincial postal code abbreviation is not included between city and zip code if the state or province is previously mentioned in the address (see example). Acceptable format is shown below:

**J. E. Smith,\* R. A. Jones,† and A. T. Peters‡**

\*Department of Animal Science, and

†Department of Dairy Science, University of Wisconsin,  
Madison 53706

‡Department of Animal Science, Utah State University,  
Logan 84321

**Abstract.** Abstracts should be limited to 2,500 keystrokes (i.e., characters plus spaces). The abstract should review important objectives, materials, results, conclusions, and applications as concisely as possible. The abstract disseminates scientific information through abstracting journals and is a convenience for readers. Open the abstract with objectives and make the

abstract intelligible without reference to the manuscript. Use complete sentences and standard terms. Limit the use of abbreviations in the Abstract. Refer to the list on the inside front cover of JDS or Appendices 1 and 2 of this document for those terms that should be defined in the abstract. If a term is used fewer than 3 times in the abstract, it should be spelled out at each use.

Minimize the amount of data in the abstract and exclude statements of statistical probability (e.g.,  $P < 0.05$ ). Exclude references to other work because the abstracts will appear online and in indexing services without the reference list.

**Key Words.** After the abstract, list 2 to 4 key words or phrases; they should be typed in lowercase letters and separated by commas. Key words should be singular (e.g., “dairy cow” not “dairy cows”).

### **Abbreviations**

Author-derived abbreviations should be defined at first use in the abstract, and again in the body of the manuscript, and in each table and figure in which they are used. The abbreviation will be shown in bold type at first use in the body of the manuscript. Refer to the Miscellaneous Usage Notes for more information on abbreviations.

### **Body of the Paper**

The body of the paper should contain an introduction to the problem (questions, objectives, reasons for research, and related literature); materials, methods, experimental design, and procedures; and results, discussion, conclusions, and applications.

Results and discussion may be combined into a single section. If not, the results section should not contain discussion of previously published work. Results and references to tables and figures already described in the results section should not be repeated in the discussion section. The conclusions section (optional) should consist of one brief paragraph summarizing the main findings of the study.

### **Appendix**

A technical appendix, if desired, shall follow the References section. The appendix may contain supplementary material, explanations, and elaborations that are not essential to other major sections but are helpful to the reader. Novel computer programs or mathematical computations would be appropriate. The appendix will not be a repository for raw data.

### **References**

List only pertinent references. No more than 3 references should be needed to support a specific concept. Research papers and reviews should cite a reasonable number of references. Abstracts and articles from nonpeer-reviewed magazines and proceedings should be cited sparingly. Citation of abstracts published more than 3 yr ago is strongly discouraged.

**Citations in Text.** In the body of the manuscript, refer to authors as follows: Smith and Jones (1992) or Smith and Jones (1990, 1992). If the sentence structure requires that the authors' names be included in parentheses, the proper format is (Smith and Jones, 1982; Jones, 1988a,b; Jones et al., 1993) with citations listed chronologically (i.e., oldest first) and then alphabetically within a year. Where there are more than 2 authors of one article, the first author's name is followed by the abbreviation et al. Work that has not been accepted for publication shall be listed in the text as follows: "J. E. Jones (institution, city, and state, personal communication)." The author's own unpublished work should be listed in the text as "(J. Smith, unpublished data)." Personal communications and unpublished data (including papers under review) must not be included in the references section.

**References Section.** To be listed in the references section, papers must be published or accepted for publication. Manuscripts submitted for publication can be cited as "unpublished data" in the text. In the references section, references shall first be listed alphabetically by author(s)' last name(s), and then chronologically. The year of publication follows the authors' names. As with text citations, two or more publications by the same author or set of authors in the same year shall be differentiated by adding lowercase letters after the date. The dates for papers with the same first author that would be abbreviated in the text as et al., even though the second and subsequent authors differ, shall also be differentiated by letters. All authors' names must appear in the reference section. Journals shall be abbreviated according to the conventional ISO abbreviations used by PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=journals>). A short list of journal title abbreviations is provided in Appendix 3 of this document. Oneword titles are spelled out. Inclusive page numbers must be provided and digital object identifiers (doi) should be provided whenever possible. Sample references are given below.

### **Journals**

Buch, L. H., A. C. Sorensen, J. Lassen, P. Berg, J.-A. Eriksson, J. H. Jakobsen, and M. K. Sorensen. 2011. Hygiene-related and feed-related hoof diseases show different patterns of genetic correlations to clinical mastitis and female fertility. *J. Dairy Sci.* 94:1540–1551. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3137>.



- Chapinal, N., A. M. de Passille, D. M. Weary, M. A. Hayes, B. J., P. J. Bowman, A. C. Chamberlain, K. Savin, C. P. van Tassell, T. S. Sonstegard, and M. E. Goddard. 2009. A validated genomewide association study to breed cattle adapted to an environment altered by climate change. *PLoS ONE* 4:e6676.
- de Vries, M. J., and R. F. Veerkamp. 2000. Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci.* 83:62–69.
- Jenkins, T. C., E. Block, and P. H. Morris. 2011. Potassium reduces the accumulation of *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid and *trans*-18:1 in continuous cultures of mixed ruminal microorganisms regardless of dietary fat level. *J. Dairy Sci.* 94(E-Suppl. 1):509. (Abstr.)
- VanRaden, P. M. 2008. Efficient methods to compute genomic predictions. *J. Dairy Sci.* 91:4414–4423.

### **Books**

- AOAC International. 2012. *Official Methods of Analysis*. 19th ed. AOAC International Gaithersburg, MD.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. *Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications)*. Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.
- Lengemann, F. W., R. A. Wentworth, and C. L. Comar. 1974. Physiological and biochemical aspects of the accumulation of contaminant radionuclides in milk. Pages 159–170 in *Lactation: A Comprehensive Treatise. Nutrition and Biochemistry of Milk/ Maintenance*. Vol. 3. B. L. Larson and V. R. Smith, ed. Academic Press, London, UK.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

### **Conferences**

- Barbano, D. M. 1996. Mozzarella cheese yield: Factors to consider. Page 29 in *Proc. Wisconsin Cheese Makers Mtg. Ctr. Dairy Res., Univ. Wisconsin, Madison*.
- National Mastitis Council. 1995. Summary of peer-reviewed publications on efficacy of premilking and postmilking teat disinfections published since 1980. Pages 82–92 in *Natl. Mastitis Counc. Reg. Mtg. Proc., Harrisburg, PA. Natl. Mastitis Counc., Inc., Madison, WI*.

### **Other**

- Biernoth, G., and W. Merk, inventors. 1985. Fractionation of milk fat using a liquified gas or a gas in the supercritical state. Unilever NV-PLC, assignee. US Pat. No. 4,504,503.
- FASS. 2010. *Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching*. 3rd ed. Federaton of Animal Science Societies, Champaign, IL.
- Interbull. 2008. Genetic evaluation. Direct longevity. Accessed Dec. 20, 2012. <http://www-interbull.slu.se/longevity/l-aug08.html>.
- Kelly, M. G. 1977. Genetic parameters of growth in purebred and crossbred dairy cattle. MS Thesis. North Carolina State Univ., Raleigh.

US Department of Agriculture, Plant and Animal Health Inspection Service. 2004. Blood and tissue collection at slaughtering and rendering establishments, final rule. 9CFR part 71. Fed. Regist. 69:10137–10151.

### **Tables**

The use of tables should be minimized. When used, tables should be self-explanatory and may be the most effective way to organize extensive data. Refer to *Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers* for more information on effective use of tables. Table 1 in this document may be used as an example.

**Tables must be prepared using the table feature in Microsoft Word;** tables prepared in other programs (e.g., Excel) or by using spaces, tabs, and hard returns will not convert accurately and errors can result. When possible, tables should be organized to fit across the page without running broadside. Be aware of the dimensions of the printed page when planning tables (use of more than 15 columns may create layout problems).

Place table number and title on the same line above the table (as shown in sample table). The table title does not require an ending period. Do not use vertical lines and use few horizontal lines. Bold and italic typefaces should not be used in tables. When it is necessary to do so, such use must be defined in a footnote. Limit the data field to the minimum needed for meaningful comparison within the accuracy of the methods.

For each table, spell out the first use of abbreviations in parentheses or in numbered footnotes. Abbreviations should conform to journal style and be consistent with those used in the text. Avoid reference to other tables, figures, or text.

Footnotes to tables should be numerals. Each footnote should begin a new line (see sample table). For differences among means within a row or column, superscript letters should be used as appropriate sequentially (e.g., a, ab, b, c, cd) consistently from largest to smallest means. Probability may be indicated thus: †P < 0.10, \*P < 0.05, \*\*P < 0.01, \*\*\*P < 0.001.

### **Figures**

To facilitate review, figures should be placed at the end of the manuscript (separated by section breaks). Each figure should be placed on a separate page, and identified by the last name of the first author and figure number. Figure captions should be typed (double spaced) on a separate page.

- **Figure size.** Prepare figures at final size for publication. Figures should be prepared to fit one column (8.9 cm wide), 2 columns (14 cm wide), or full-page width (19 cm wide).

- **Font size.** Ensure that all type within the figure and axis labels are readable at final publication size. A minimum type size of 8 points (after reduction) should be used.

- **Fonts.** Use Helvetica, Times New Roman, Arial, and the symbols palette within those fonts only.
- **Line weight.** For line graphs, use a minimum stroke weight of 1 point for all lines. If multiple lines are to be distinguished, use solid, long-dash, shortdash, and dotted lines. Avoid the use of gray or shaded

lines, as these will not reproduce well. Lines with different symbols for the data points may also be used to distinguish curves.

- **Axis labels.** Each axis should have a description and a unit. Units may be separated from the descriptor by a comma or parentheses.

- **Shading and fill patterns.** For bar charts, use different fill patterns if needed; e.g., black, white, gray, diagonal stripes. Avoid the use of multiple shades of gray, as they will not be easily distinguishable in print. Remove unnecessary backgrounds and gridlines from graphs.

- **Symbols.** Identify curves and data points using the following symbols only: ●, ○, ▲, ▼, x, +. Symbols should be defined in the figure caption or in a key on the figure (but not both).
- **File formats.** Figures can be submitted in Word, PDF, EPS, TIFF, and JPEG formats.

- **Grayscale figures.** If figures are to be reproduced in grayscale (black and white), submit in grayscale. Often color will mask contrast problems that are apparent only when the figure is reproduced in grayscale.

- **Color figures.** If figures are to appear in color in the print journal, files must be submitted in CMYK color (not RGB).

- **Resolution.** Minimum resolution is 300 dpi for grayscale and color figures, and 600 dpi for line art.

- **Photomicrographs.** Photomicrographs must have their unmagnified size designated, either in the caption or with a scale bar on the figure. Reduction for publication can make a magnification power designation (e.g., 100×) inappropriate.

- **Captions.** The caption should provide sufficient information that the figure can be understood without excessive reference to the text. All author-derived abbreviations and symbols used in the figure should be defined in the caption.

- **General tips.** Avoid the use of three-dimensional bar charts, unless essential to the presentation of the data. Use the simplest shading scheme possible to present the data clearly. Ensure that data, symbols, axis labels, lines, and key are clear and easily readable at final publication size.

**Color Charge.** The cost to publish each color figure in the print journal is \$995; a surcharge for offprints will also be assessed. At the time of submission on Manuscript Central, authors will be asked to approve color charges for figures that they wish to have published in color in the print journal. Color versions of figures will be included in the online PDF and full-text article at no charge.

**Online-Only Data Supplements.** Authors are now able to present material online that cannot physically be displayed in the print journal (e.g., Excel files, video), or that might be cost-prohibitive (e.g., extra tables or large data sets), or that is too detailed for publication in the print issue. A note will appear in the print version that more material can be found online. A small charge may be levied for preparing data supplements; contact journal headquarters ([journals@assochoq.org](mailto:journals@assochoq.org)) for more information. Material posted online only must go through the review process, and consequently should be in an application or format easily accessible by most reviewers and readers.

## **Statistical Analysis**

Biology should be emphasized, but the use of incorrect or inadequate statistical methods to analyze and interpret biological data is not acceptable. Consultation with a statistician is recommended. Statistical methods commonly used in the animal sciences need not be described in detail, but adequate references should be provided. The statistical model, classes, blocks, and experimental unit must be designated. Any restrictions used in estimating parameters should be defined. Reference to a statistical package without reporting the sources of variation (classes) and other salient features of the analysis, such as covariance or orthogonal contrasts, is not sufficient. A statement of the results of statistical analysis should justify the interpretations and conclusions. When possible, results of similar experiments should be pooled statistically. Do not report a number of similar experiments separately.

The experimental unit is the smallest unit to which an individual treatment is imposed. For group-fed animals, the group of animals in the pen or the paddock is the experimental unit; therefore, groups must be replicated. Repeated chemical analyses of the same sample usually do not constitute independent experimental units. Measurements on the same experimental unit over time also are not independent and must not be considered as independent experimental units. For analysis of time effects, use time-sequence analysis.

Usual assumptions are that errors in the statistical models are normally and independently distributed with constant variance. Most standard methods are robust to deviations from these assumptions, but occasionally data transformations or other techniques are helpful. Most statistical procedures are based on the assumption that experimental units have been assigned to treatments at random. If animals are stratified by ancestry or weight or if some other initial measurement should be accounted for, the model should include a blocking factor, or the initial measurement should be included as a covariate. A parameter [mean, variance], which defines or describes a population, is estimated by a statistic. The term parameter is not appropriate to describe a variable, observation, trait, characteristic, or measurement taken in an experiment.

Standard designs are adequately described by name and size (e.g., “a randomized complete block design with 6 treatments in 5 blocks”). For a factorial set of treatments, an adequate description might be as follows:

“Tryptophan at 0.05 or 0.10% of the diet and niacin at 5, 10, or 20 mg/kg of diet were used in a 2 × 3 factorial arrangement in 5 randomized complete blocks, each block consisting of littermates.” Note that a factorial arrangement is not a design; the term “design” refers to the method of grouping experimental units into homogeneous groups or blocks (i.e., the way in which the randomization is restricted). Standard deviation refers to the variability in a sample or a population. The standard error (calculated from error variance) is the estimated sampling error of a statistic such as the sample mean. When a standard deviation or standard error is given, the number of degrees of freedom on which it rests should be specified. When any statistical value (as mean or difference of 2 means) is mentioned, its standard error or confidence limit should be given. The fact that differences are not “statistically significant” is no reason for omitting standard errors. They are of value when results from several experiments are combined in the future. They also are useful to the reader as

measures of efficiency of experimental techniques. A value attached by “ $\pm$ ” to a number implies that the second value is its standard error (not its standard deviation). Adequate reporting may require only 1) the number of observations, 2) arithmetic treatment means, and 3) an estimate of experimental error. The pooled standard error of the mean is the preferred estimate of experimental error. Standard errors need not be presented separately for each mean unless the means are based on different numbers of observations or the heterogeneity of the error variance is to be emphasized. Presenting individual standard errors clutters the presentation and can mislead readers.

For more complex experiments, tables of subclass means and tables of analyses of variance or covariance may be included. When the analysis of variance contains several error terms, such as in split-plot and repeated measures designs, the text should indicate clearly which mean square was used for the denominator of each F statistic. Unbalanced factorial data can present special problems. Accordingly, it is well to state how the computing was done and how the parameters were estimated. Approximations should be accompanied by cautions concerning possible biases.

Contrasts (preferably orthogonal) are used to answer specific questions for which the experiment was designed; they should form the basis for comparing treatment means. Nonorthogonal contrasts may be evaluated by Bonferroni t statistics. The exact contrasts tested should be described for the reader. Multiple-range tests are not appropriate when treatments are orthogonally arranged. Fixed-range, pairwise, multiple comparison tests should be used only to compare means of treatments that are unstructured or not related. In factorial treatment arrangements, means for main effects should be presented when important interactions are not present. Means for individual treatment combinations also should be provided in table or text so that future researchers may combine data from several experiments to detect important interactions. An interaction may not be detected in a given experiment because of a limitation in the number of observations. The terms *significant* and *highly significant* traditionally have been reserved for  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$ , respectively; however, reporting the P-value is preferred to the use of these terms. For example, use “. . . we observed a difference ( $P < 0.05$ ) between control and treated samples” rather than “. . . we observed a significant ( $P < 0.05$ ) difference between control and treated samples.” When available, the observed significance level (e.g.,  $P = 0.03$ ) should be presented rather than merely  $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ , thereby allowing the reader to decide what to reject. Other probability (alpha) levels may be discussed if properly qualified so that the reader is not misled. Do not report P-values to more than 3 places after the decimal (2 significant digits are usually sufficient). Regardless of the probability level used, failure to reject a hypothesis should be based on the relative consequences of Type I and II errors. A “nonsignificant” relationship should not be interpreted to suggest the absence of a relationship. An inadequate number of experimental units or insufficient control of variation limits the power to detect relationships. Avoid the ambiguous use of  $P > 0.05$  to declare nonsignificance, such as indicating that a difference is not significant at  $P > 0.05$  and subsequently declaring another difference significant (or a

tendency) at  $P < 0.09$ . In addition, readers may incorrectly interpret the use of  $P > 0.05$  as the probability of a beta error, not an alpha error.

Present only meaningful digits. A practical rule is to round values so that the change caused by rounding is less than one-tenth of the standard error. Such rounding increases the variance of the reported value by less than 1%, so that less than 1% of the relevant information contained in the data is sacrificed. In most cases, 2 or 3 significant digits (not decimal places) are sufficient.

### **Sensory Data**

Sensory data should comply with the “Statement of Policy in the Report of the Committee on Sensory Data to the Journal Management Committee of the American Dairy Science Association, 1986,” *Journal of Dairy Science* 69:298. Nomenclature

**Genes and Proteins.** The journal recommends using internationally accepted symbols for genes and proteins; such symbols may be used without definition. Symbols for specific genes and proteins can be obtained by querying the gene database of PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>). Nomenclature rules for humans, nonhuman primates, and livestock are available at <http://www.genenames.org>, and rules for mice and rats are at <http://www.informatics.jax.org/mgihome//nomen/strains.shtml>. Gene symbols should be shown in italics (e.g., *SERPINA14*) and proteins in roman text (e.g., SERPINA14). Gene symbols are generally shown in all uppercase letters (e.g., *LHB*), except in mice and rats, where only the first letter is capitalized (e.g., Lhb)

**Single Nucleotide Polymorphisms.** The increasing number of SNP association studies and the improvements in bovine genome annotation require a standardized SNP nomenclature for unequivocal and correct SNP identification. Additionally, information regarding the SNP investigated should be easily accessible in a publicly available database. Therefore, all relevant SNP included in a study should be listed with their unique RefSNP (rs) or submitted SNP (ss) number (if rs number is not yet available) as indicated in the public domain NCBI dbSNP database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp>). If the SNP investigated do not yet have an entry in the NCBI dbSNP database, the authors of the manuscript are responsible for submitting all the required information to NCBI (see <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/SNP/>) for depositing the SNP into the database and obtaining a unique ss number for the SNP. In the text of the manuscript, use the rs/ss number of the SNP or an alternative standardized nomenclature.

**Microorganisms.** All microorganisms must be named by genus and species. The name of the genus must appear in full the first time that the microorganism is cited in the abstract, in the body of the paper, and in each table and figure legend. Thereafter, the genus can be abbreviated by its first initial unless it will be confused with other microorganisms cited in the paper, in which case each genus should be abbreviated to use enough letters to avoid confusion (e.g., *Strep.* vs. *Staph.*). The formal, binomial names of all microorganisms should be in italics. Specific strain designations and numbers should be used when appropriate. Authorities are not required.

For microorganisms that are genetic variants of a parent strain, the genotypic and phenotypic properties should be cited according to the

procedures described by Demerec et al. (1966) in *Genetics* 54:61–76. Phenotypes should be identified by 3 letters; the first is capitalized. Genotypes should be identified by 3 lowercase italic letters. Superscript plus (+) signs are used to refer to a wild-type. The serial isolation number is placed after the locus symbol for mutations. The delta symbol is used to indicate deletions. Nomenclature for bacterial plasmids should be cited according to Novick et al. (1976) in *Bacteriological Reviews* 40:168–189.

Enzymes. Mention of an enzyme should include the EC number.

### **In Vitro Antimicrobial Susceptibility Tests**

Please refer to the JDS policy in Appendix 4 of this document.

### **Miscellaneous Usage Notes**

Abbreviations. Abbreviations should not be used in the title, key words, or to begin sentences, except when they are widely known throughout science (e.g., DNA, RNA) or are terms better known by their abbreviation (e.g., IgG, CD). Abbreviations may be used in heads within the paper if they have been first defined within the text. The inside front cover of every issue of the journal lists abbreviations that can be used without definition. The list is subject to revision at any time, so authors should always consult the most recent issue of the journal (or the updated list at <http://www.journalofdairyscience.org>) for relevant information. Abbreviations are allowed when they help the flow of the manuscript; however, excessive use of abbreviations can confuse the reader. The suitability of abbreviations will be evaluated by the reviewers and editors during the review process and by the technical editor during editing. As a rule, author-derived abbreviations should be in all capital letters. Terms used fewer than 3 times after first use must be spelled out in full rather than abbreviated. Do not use capitalized whole words (e.g., CORN) as abbreviations, or single letter abbreviations that could be confused with chemical elements (e.g., P, C, S). All terms are to be spelled out in full with the abbreviation following in bold type in parentheses the first time they are mentioned in the main body of the text. Abbreviations shall be used consistently thereafter.

The abstract, text, each table, and each figure must be understood independently of each other. Therefore, abbreviations shall be defined within each of these units of the manuscript.

Plural abbreviations do not require “s.” Chemical symbols and 1-letter and 3-letter abbreviations for amino acids do not need definition. Bacterial genus names are abbreviated according to the guidelines recommended in *Scientific Style and Format* (7th ed.), and the abbreviated form should not be shown in bold at first use. Units of measure, except those in the standard JDS abbreviation list, should be abbreviated according to standard SI usage and do not need to be defined. See Appendix 2 for a list of commonly used terms.

**International Words and Phrases.** Non-English words in common usage (i.e., given in recent editions of standard dictionaries) will not appear in italics (e.g., *in vitro*, *in vivo*, *ad libitum*, *in situ*, *a priori*). However, genus and species of plants, animals, or bacteria and viruses should be italicized. Authors

must indicate accent marks and other diacriticals on international names and institutions. German nouns shall begin with capital letters.

**Capitalization.** Breed and variety names are to be capitalized (e.g., Holstein, Danish Red). Trademarked or registered names should be capitalized, but no <sup>TM</sup> or ® symbols should be used. Proper nouns should be capitalized

**Numbers and Units.** The Journal of Dairy Science uses the Council of Science Editors' number style given in the seventh edition of *Scientific Style and Format*.

Numbers less than 1 shall be written with preceding zeros (e.g., 0.75). All numbers shall be written as digits; a comma separator must be used in numbers greater than 999. Measures must be in the metric (SI) system; however, US equivalents may be given in parentheses. Units of measure not associated with a numeric value must be written out rather than abbreviated (e.g., lysine content was measured in milligrams per kilogram of diet) unless used parenthetically. Measures of variation must be defined in the Abstract and in the body of the paper at first use.

**General Usage.** Note that "and/or" is not permitted; choose the more appropriate meaning or use "x or y or both." Use the slant line only when it means "per" with numbered units of measure or "divided by" in equations.

Use only one slant line in a given expression: e.g., g/cow per day. The slant line may not be used to indicate ratios or mixtures.

Use "to" instead of a hyphen to indicate a range of values in text; an en-dash may be used to indicate a range in parenthetical text or tables.

Insert spaces around all signs (except slant lines) of operation (=, −, +, ×, >, or <) when these signs occur between 2 items.

Items in a series should be separated by commas: e.g., a, b, and c.

Restrict the use of "while" and "since" to meanings related to time. Appropriate substitutes include "and," "but," or "whereas" for "while" and "because" or "although" for "since."

**Commercial Products.** The use of names of commercial products should be minimized. When a commercial product is being tested as part of the experiment, the manufacturer and location should be given parenthetically at first mention in text, tables, and figures, but, when possible, the generic name should be used thereafter. Only generic names should be used in article titles. Trademark symbols and registration marks should not be used and will be removed. Avoid describing a method as "per manufacturer's instructions." If the product goes out of production, the method will be lost to readers. Many products come with literature references; try to use references that can be found by other researchers to describe a method being used.

#### **Supplemental Information**

The following information is available online and updated regularly. Please refer to these pages when preparing a manuscript for submission.

**Journal Title Abbreviations.** A list of standard abbreviations for common journal titles and words used in citations is available in Appendix 3.

**SI Units.** The following site (National Institute of Standards and Technology) provides a comprehensive guide to SI units and usage: <http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>.



**Figure and Table Preparation Guidelines.** Current information on figure and table preparation can be found at <http://www.journalofdairyscience.org/>.

**Manuscript Central Instructions.** Manuscripts are submitted at <http://mc.manuscriptcentral.com/jds>. Full user instructions for using the Manuscript Central system are available at <http://mc.manuscriptcentral.com/jds/index.html?mode=instruction>.

## Apêndice 2: Comandos do programa SAS e R, e os dados apresentados no capítulo II

### Teste para verificar o efeito do dia e grupo para a Temperatura retículo-ruminal.

Observação: Os dados de temperatura não foram todos adicionados ao texto devido a extensão do número de dados (9.911 leituras provenientes das 111 novilhas e 12.351 leituras provenientes das 150 vacas). Assim, foram colocados somente alguns dados como exemplo. Os dados foram analisados duas vezes, uma vez com todas as temperaturas e outra vez sem as temperaturas abaixo de 37,7°C.

```

Data parto;
input grupo temp hora dia;
if temp =< 37.7 then delete;
datalines;
2 38.00 -4 0
2 38.72 -2 0
2 38.00 -141 -5
2 38.72 -6 0
2 37.00 -5 0
2 38.72 -3 0
2 39.00 -124 -5
2 39.00 -8 0
2 38.72 -7 0
2 39.00 -9 0
2 39.00 -99 -4
1 40.5 -38 -1
1 40.72222222 -114 -4
1 39.22222222 -113 -4
1 40.72222222 -105 -4
1 40.72222222 -104 -4
1 40.72222222 -86 -3
1 40.72222222 -84 -3
;
proc means mean stderr;
class grupo hora;
var temp;
run;
proc mixed data = parto;
class grupo hora dia;
model temp = hora*grupo;
lsmeans hora*grupo /pdiff adjust= Scheffe;
run;

```

**As Análises do programa R para os modelos de regressão através da função “glm” e para a criação de cada curva ROC, AUC, e os testes de desempenho através da função “verification”.**

```

#Read Temperature Data
cdata = read.csv("C:/Users/wellerz/Dropbox/Par/joaodata.csv",header = T)
names(cdata)
#throw out the entries which have "null" for the temp reading value
cdata = cdata[which(cdata$value != "NULL"),]

#Convert temperatures to C
value = as.numeric(as.character(cdata$value))
value = (value - 32)* (5/9)
cdata$value = value

#remove values < 37.7 C as 'water effect'
cdata = cdata[which(cdata$value >= 37.7),]

#Read the birth dates
bdays=read.csv("C:/Users/wellerz/Dropbox/Par/calf_birthdays.csv",header = T)

#Convert the birth times
times = bdays$birth
times = as.character(times)
birthtime = strptime(times,format="%m/%d/%Y %H:%M")
bdays$birthtime = birthtime

#Convert the temp reading times
times = cdata$readtime
times = as.character(times)
rt = strptime(times,format="%m/%d/%Y %H:%M")
cdata$rt = rt

#Loop over each animal to compute the difference in the reading times
#relative to calving, add these values to the data set
animalids = unique(cdata$id)
nreps = length(animalids)
tempdata = data.frame()
for(i in 1:nreps)
{
  current = cdata[which(cdata$id == animalids[i]),]
  btime =bdays[which(bdays$animalid == animalids[i]),]$birthtime
  trc = difftime(current$rt,btime, units = c("hours"))
  current$timerc = as.numeric(trc)
  tempdata = data.frame(rbind(tempdata,current))
}

cdata = tempdata

#Now, compute the two different baselines
animalids = unique(cdata$id)
nreps = length(animalids)

```

```

tempdata = data.frame()

for(i in 1:nreps)
{
  current = cdata[which(cdata$id == animalids[i]),]
  tempvalues = current$value
  rtimes = current$timerc
  kreps = length(rtimes)

  #2 baselines
  bl1hw = c()
  nreadings1 = c()
  bl5hw = c()
  nreadings2 = c()

  for(k in 1:kreps)
  {
    ct = rtimes[k]

    ##Baseline1
    good = c()
    #1 hour window, 1 day before
    lower1 = ct - 24.5
    upper1 = ct - 23.5
    #1 hour window, 2 days before
    lower2 = ct - 48.5
    upper2 = ct - 47.5
    #1 hour window, 3 days before
    lower3 = ct - 72.5
    upper3 = ct - 71.5
    #1 hour window, 4 days before
    lower4 = ct - 96.5
    upper4 = ct - 95.5
    good = c( which(rtimes >= lower1 & rtimes <= upper1),
              which(rtimes >= lower2 & rtimes <= upper2),
              which(rtimes >= lower3 & rtimes <= upper3),
              which(rtimes >= lower4 & rtimes <= upper4) )
    nreadings1 = c(nreadings1, length(good))
    bltemps = tempvalues[good]
    bl1hw = c(bl1hw, mean(bltemps))

    ##Baseline2
    good = c()
    #5 hour window, 1 day before
    lower1 = ct - 26.5
    upper1 = ct - 21.5
    #5 hour window, 2 days before
    lower2 = ct - 50.5
  }
}

```

```

    upper2 = ct - 45.5
    #5 hour window, 3 days before
    lower3 = ct - 74.5
    upper3 = ct - 69.5
    #5 hour window, 4 days before
    lower4 = ct - 98.5
    upper4 = ct - 93.5
    good = c( which(rtimes >= lower1 & rtimes <= upper1),
              which(rtimes >= lower2 & rtimes <= upper2),
              which(rtimes >= lower3 & rtimes <= upper3),
              which(rtimes >= lower4 & rtimes <= upper4) )
    nreadings2 = c(nreadings2, length(good))
    bltemps = tempvalues[good]
    bl5hw = c(bl5hw, mean(bltemps))

  }
  #Add calculated Baselines to data set
  current = cbind(current, bl1hw, nreadings1, bl5hw, nreadings2)
  tempdata = data.frame(rbind(tempdata, current))

}

cdata = tempdata

#Remove the NaN's
bad = which(cdata$nreadings1 == 0 | cdata$nreadings2 == 0)
length(bad)
cdata = cdata[-bad,]

#Add the raw drops
cdata$dropbl1 = cdata$value - cdata$bl1hw
cdata$dropbl2 = cdata$value - cdata$bl5hw

#Add the avg. of drops over last 3 hours
animalids = unique(cdata$id)
nreps = length(animalids)
tempdata = data.frame()

for(i in 1:nreps)
{
  current = cdata[which(cdata$id == animalids[i]),]
  drops1 = current$dropbl1
  drops2 = current$dropbl2
  avgdrops1 = c()
  avgdrops2 = c()
  ndrops = c()
  rtimes = current$timerc
  kreps = length(rtimes)

```

```

for(k in 1:kreps)
{
  ct = rtimes[k]

  #Look at readings over last 3 hours
  good = c()
  lower = ct - 2
  upper = ct
  good = c( which(rtimes >= lower & rtimes <= upper) )
  ndrops = c(ndrops, length(good))

  ##Drops using BL 1
  lastdrops1 = drops1[good]
  avgdrops1 = c(avgdrops1, mean(lastdrops1))

  ##Drops using BL 2
  lastdrops2 = drops2[good]
  avgdrops2 = c(avgdrops2, mean(lastdrops2))

}
#Add calculated drops to the data set
current = cbind(current,avgdrops1,avgdrops2,ndrops)
tempdata = data.frame(rbind(tempdata, current))

}

cdata = tempdata

#Now, reduce data set to only those values that are from
#-120 to +24 hours relative to calving
good = which(cdata$timerc > -120.5 & cdata$timerc < 24.5)
cdata120 = cdata[good,]

cdata120$TimeRelCalving = round(cdata120$timerc)

#Add the calving indicators
cdata120$calve24 = (cdata120$timerc > -24.5 & cdata120$timerc <= 0)
cdata120$calve12 = (cdata120$timerc > -12.5 & cdata120$timerc <= 0)

library(xlsReadWrite)
write.xls(cdata120,"J:/Zach_Data.xls")

#Plots

#Hourly averages w/ s.d.
hour = round(cdata120$timerc)
temperature = cdata120$value

```

```

#Plot herd avg. temperatures
hmeans = tapply(temperature,as.factor(hour),FUN = mean)
times = seq(-120,24,by = 1)
plot(hmeans~times,ylim = c(39.25,40),type = "b",
xlab = "Hours Relative to Calving",ylab = "Average Temp., C",
main = "Avg. Herd Temps by Hour (+/- 1 s.e.)")

hsds = tapply(temperature,as.factor(hour),FUN = sd)
nper = tapply(temperature,as.factor(hour),FUN = length)
hses = hsds/sqrt(nper)
upper = hmeans+ hses
lower = hmeans - hses
points(times, upper,pch = "_")
points(times,lower, pch = "_")
segments(times,lower,times,hmeans)
segments(times,upper,times,hmeans)

#Plot baselines
baseline = cdata120$bl1hw
bhmeans = tapply(baseline,as.factor(hour),FUN = mean)
points(times, bhmeans,col = "red",type = "b")
#legend
legend("bottomleft", c("Herd Avg.", "Baseline 1 Avg. (1H window)", "Baseline 2
Avg. (5H window)"),pch = 20,
col = c("black", "red", "blue"))

#Cows v. Heifers
cows = cdata120[which(cdata120$heifer == FALSE),]
heifers = cdata120[which(cdata120$heifer == TRUE),]
dim(cows)
dim(heifers)
hids = unique(heifers$id)
cids = unique(cows$id)
length(hids)
length(cids)

temperature = cows$value
hour = round(cows$timerc)
cowmeans = tapply(temperature,as.factor(hour),FUN = mean)
times = seq(-120,24,by = 1)
plot(cowmeans~times,ylim = c(39.25,40),type = "b",col = "blue",pch = 20,
xlab = "Hours Relative to Calving",ylab = "Average Temp., C",
main = "Avg. Temps by Hour")

temperature = heifers$value
hour = round(heifers$timerc)
heifmeans = tapply(temperature,as.factor(hour),FUN = mean)

```

```
times = seq(-120,24,by = 1)
points(heifmeans~times,ylim = c(39.25,40),type = "b",pch = 20, col = "red")
#legend
legend("bottomleft", c("Cows","Heifers"),pch = 20,
col = c("blue","red"))
```

```
#####run the models#####
```

```
library(verification)
library(pROC)
setwd("J:/")
source("lcc.R")
draw.logistic = function(x,slope,int)
{
  a = min(x)
  b = max(x)
  step = (b - a)/10000
  vals = seq(a,b,by = step)

  y = exp(int + slope*vals) / (1 + exp(int + slope*vals))
  plot(y~vals,type = "l",xlab = "x values",ylab = "Probability")
}
```

```
#Use only data from -120 to 0
good = which(cdata120$timerc > -120.5 & cdata120$timerc <= 0)
cdata120 = cdata120[good,]
```

```
#manipulate these to change the model
tdata = cdata120[which(cdata120$heifer == TRUE),]
```

```
y = tdata$calve12
x = tdata$avgdrops2
```

```
m1 = glm(y~x,family = binomial(link=logit))
summary(m1)
anova(m1,test = "Chisq")
```

```
logit.roc.plot(logit.roc(m1,step = 100))
roc.plot(y,m1$fitted.value, main = "ROC curve: Heifers, Baseline 2, 12-HR",
ylab = "Sensitivity: true hit rate",
xlab = "(1 - Specificity): false alarm rate")
#abline(1,-1,col = "red")
roc.area(y,m1$fitted.value)
```

```
draw.logistic(x,-1.76,-1.92)
dt = -0.4
```



$\exp(-1.926 - (1.764)*dt) / (1 + \exp(-1.926 - (1.764)*dt))$

#Script for compiling table numbers

threshold = -0.4

TPs = tdata[which(tdata\$calve12 == 1 & tdata\$avgdrops2 <= threshold),]

FPs = tdata[which(tdata\$calve12 == 0 & tdata\$avgdrops2 <= threshold),]

TNs = tdata[which(tdata\$calve12 == 0 & tdata\$avgdrops2 > threshold),]

FNs = tdata[which(tdata\$calve12 == 1 & tdata\$avgdrops2 > threshold),]

TP = dim(TPs)[1]

FP = dim(FPs)[1]

TN = dim(TNs)[1]

FN = dim(FNs)[1]

n = sum(TP+FP+TN+FN)

n

events = TP + FN

events

nonevents = TN+FP

nonevents

rbind(c(TP,FN),c(FP,TN))

sens = TP/(TP+FN)

spec = TN/(TN+FP)

ppv = TP/(TP+FP)

npv = TN/(TN+FN)

accur = (TP+TN)/n

sens

spec

ppv

npv

ppv

npv

accur

#Check some regression stuff

#data points 28-22 hours before calving

wave1 = cdata120[which(cdata120\$timerc <= -14 & cdata120\$timerc >= -28),]

y1 = wave1\$value

x1 = wave1\$timerc

plot(x1,y1)

mod1 = lm(y1~x1)

names(mod1)

#what proportion have sig. slopes less than 0?

slopes = c()

pvals = c()

animalids = unique(wave1\$id)

nreps = length(animalids)

```

for(i in 1:nreps)
{
  current = wave1[which(wave1$tid == animalids[i]),]
  x1 = current$timerc
  y1 = current$value
  if(length(x1) > 2)
  {
    mod1 = lm(y1~x1)
    anv = anova(mod1)

    slopes = c(slopes, mod1$coeff[2] )
    pvals = c(pvals, anv$"Pr(>F)"[1] )
  }
}
length(which(slopes<0 ))

```

#20-14 hours before calving

```

wave2 = cdata120[which(cdata120$timerc <= -14 & cdata120$timerc >= -20),]
y2 = wave2$value
x2 = wave2$timerc
mod2 = lm(y2~x2)
summary(mod2)

```

**Exemplo do modelo do programa SAS para os cálculos dos intervalos de confiança do teste de desempenho.**

```

data dvm;
input drop $ calv $ weight;
datalines;

drop calv 1556
drop n_calv 2527
n_drop calv 696
n_drop n_calv 5656
;
/*data from 24h and 48h before calving*/

proc freq data=dvm;
table drop*calv;
weight weight;
run;

proc sort data=dvm;
by calv;
run;
proc freq data=dvm;

```

```
by calv;  
table drop / binomial;  
weight weight;  
run;
```

### Apêndice 3: Comandos do programa SAS e os dados apresentados no capítulo III.

**Modelo do programa SAS para os cálculos dos efeitos do sexo e categoria no peso dos neonates.**

```

data parto;
input categ sexo peso;
datalines;
1 1 38.10
1 2 40.82
1 1 39.01
1 2 39.46
1 1 39.01
1 1 38.10
1 1 40.82
1 1 38.56
1 1 36.29
1 2 40.82
1 1 36.29
1 1 36.29
1 2 45.36
1 1 42.6384
1 2 40.824
1 1 37.1952
1 2 40.3704
1 1 39.4632
1 2 40.3704
1 2 40.824
1 1 40.824
1 2 34.02
1 2 40.824
1 2 43.092
1 1 37.1952
1 1 35.8344
1 1 34.4736
1 2 38.556
1 1 38.1024
1 2 40.3704
1 1 39.0096
1 1 39.4632
1 1 41.7312
1 1 43.092
1 2 34.02
1 1 35.8344
1 1 39.4632
1 2 40.824
1 1 34.4736
1 1 31.752
1 2 40.824
1 1 36.288
1 1 39.4632
1 1 34.02
1 1 39.0096
1 1 34.4736
1 2 40.824
1 1 39.0096
1 1 34.4736
1 2 35.8344

```

1	1	36.288
1	1	39.0096
1	1	39.0096
1	2	39.4632
1	1	35.8344
1	1	36.288
1	1	32.6592
1	1	40.824
1	1	40.824
1	1	39.0096
1	2	35.8344
1	1	36.288
1	2	40.824
1	1	36.288
1	1	36.288
1	1	34.4736
1	1	36.288
1	1	36.288
1	1	35.8344
1	1	40.824
1	1	38.556
1	1	39.4632
1	2	38.556
1	1	34.4736
1	1	34.4736
1	1	40.824
1	2	38.556
1	1	38.556
1	2	45.36
1	1	36.288
1	1	38.556
1	1	40.824
2	1	36.288
2	1	39.0096
2	1	36.288
2	1	42.6384
2	1	42.6384
2	1	36.288
2	1	42.6384
2	2	34.02
2	2	31.752
2	2	40.824
2	2	45.36
2	1	36.288
2	1	43.092
2	2	36.288
2	1	34.4736
2	1	36.288
2	1	36.288
2	2	37.1952
2	2	43.092
2	2	40.824
2	1	39.0096
2	2	38.556
2	1	39.0096
2	2	36.288
2	2	38.556
2	2	41.7312
2	2	40.824

```

2      2      40.824
2      2      45.36
2      2      31.752
2      2      41.7312
2      1      42.6384
2      2      43.092
2      1      41.7312
2      2      43.092
2      1      41.7312
2      1      42.6384
2      1      36.288
2      1      36.288
2      2      40.824
2      2      45.36
2      2      43.092
2      2      38.556
2      1      36.288
2      1      40.824
2      1      41.7312
2      1      40.824
2      1      38.556
2      1      36.288
2      1      38.556
2      2      36.288
2      2      42.6384
2      2      43.9992
2      2      41.7312
2      2      42.6384
2      1      41.7312
2      2      43.9992
2      1      41.7312
2      1      42.6384
;
proc mixed data = parto;
class categ sexo peso;
model peso = categ sexo sexo*categ;
lsmeans categ sexo sexo*categ /pdiff adjust= Scheffe;
run;

```

**Modelo do programa SAS para os cálculos dos efeito do sexo, peso ao nascer, categoria e as interações sobre o tempo total do processo do parto (estágio II do parto).**

```

data P_univ;
input categ sexo peso p1 p2 p3;
datalines;
1      1      2      20      40      130
1      2      2      25      45      80
1      1      2      15      45      85
1      2      2      15      30      60
1      1      2      20      40      120
1      1      2      25      55      85
1      1      2      25      50      75
1      1      2      40      80      140
1      1      2      25      60      130
1      2      2      20      35      200
1      1      2      30      55      95
1      1      2      25      45      80

```

1	2	3	40	75	140
1	1	2	20	70	100
1	2	2	50	80	140
1	1	2	20	50	110
1	2	2	20	65	125
1	1	2	30	60	90
1	2	2	15	50	120
1	2	2	20	45	95
1	1	2	20	50	100
1	2	1	35	65	115
1	2	2	25	60	100
1	2	2	45	85	180
1	1	2	15	45	95
1	1	2	20	40	90
1	1	1	25	35	65
1	2	2	15	35	75
1	1	2	20	65	115
1	2	2	20	60	105
1	1	2	25	50	100
1	1	2	20	50	100
1	1	2	30	75	90
1	1	2	20	50	140
1	2	1	30	70	120
1	1	2	15	40	75
1	1	2	25	50	85
1	2	2	15	25	70
1	1	1	40	55	100
1	1	1	50	80	140
1	2	2	30	55	170
1	1	2	50	65	110
1	1	2	30	60	105
1	1	1	30	110	180
1	1	2	0	30	60
1	1	1	20	50	70
1	2	2	30	45	110
1	1	2	35	60	130
1	1	1	30	65	135
1	2	2	20	40	60
1	1	2	35	65	105
1	1	2	10	25	40
1	1	2	20	45	115
1	2	2	25	50	110
1	1	2	25	55	90
1	1	2	25	50	90
1	1	1	30	50	90
1	1	2	35	55	100
1	1	2	40	80	175
1	1	2	25	50	90
1	2	2	30	60	120
1	1	2	25	60	125
1	2	2	30	50	80
1	1	2	20	50	120
1	1	2	35	60	90
1	1	1	35	70	115
1	1	2	35	35	65
1	1	2	20	40	95
1	1	2	35	80	145
1	1	2	35	65	105
1	1	2	30	75	100

1	1	2	60	115	170
1	2	2	30	45	110
1	1	1	30	75	120
1	1	1	25	60	135
1	1	2	40	70	110
1	2	2	45	70	120
1	1	2	40	.	190
1	2	3	35	65	125
1	1	2	35	90	115
1	1	2	30	75	160
1	1	2	35	65	105
2	1	2	30	55	95
2	1	2	15	35	65
2	1	2	25	55	100
2	1	2	15	60	75
2	1	2	20	40	60
2	1	2	25	65	105
2	1	2	25	35	55
2	2	1	15	40	60
2	2	1	20	40	60
2	2	2	20	40	70
2	2	3	15	30	40
2	1	2	20	50	70
2	1	2	20	30	60
2	2	2	20	45	105
2	1	1	20	40	65
2	1	2	45	65	85
2	1	2	25	50	90
2	2	2	20	50	95
2	2	2	25	55	80
2	2	2	20	40	60
2	1	2	0	35	50
2	2	2	25	40	70
2	1	2	25	40	70
2	2	2	20	45	80
2	2	2	35	55	90
2	2	2	45	80	110
2	2	2	40	75	115
2	2	2	30	50	80
2	2	3	25	45	70
2	2	1	20	45	75
2	2	2	30	50	80
2	1	2	25	50	95
2	2	2	25	45	85
2	1	2	25	50	85
2	2	2	45	55	80
2	1	2	40	70	120
2	1	2	35	65	90
2	1	2	30	70	110
2	1	2	30	50	70
2	2	2	35	70	105
2	2	3	30	.	170
2	2	2	30	60	95
2	2	2	35	50	95
2	1	2	35	55	100
2	1	2	40	80	160
2	1	2	40	70	70
2	1	2	40	80	150
2	1	2	50	70	100



2	1	2	30	60	100
2	1	2	35	65	125
2	2	2	40	90	130
2	2	2	20	60	120
2	2	2	20	40	55
2	2	2	15	40	95
2	2	2	20	55	110
2	1	2	15	35	55
2	2	2	20	35	115
2	1	2	20	40	60
2	1	2	20	50	85
2	2	2	15	45	80
2	1	2	25	50	100
2	2	2	20	45	95
2	1	2	30	60	110
2	2	2	20	45	90
2	2	2	25	50	85
2	1	2	30	55	100
2	2	2	5	25	45
2	2	2	15	45	75
2	2	2	30	55	80
2	1	2	30	40	70
2	2	2	30	55	85
2	2	2	15	40	65
2	2	2	20	50	80
2	2	2	20	40	95
2	1	2	20	45	75
2	1	2	40	55	80
2	1	2	20	40	80
2	2	2	40	80	120
2	1	2	25	.	250
2	2	2	30	50	80
2	2	2	25	40	70
2	2	2	20	70	135
2	1	2	40	55	95
2	1	2	20	50	100
2	1	2	20	50	90
2	1	2	30	60	90
2	2	3	20	40	60
2	1	2	30	50	80
2	2	2	25	45	90
2	2	2	30	40	80
2	2	2	30	75	90
2	1	2	25	45	75
2	1	2	20	35	60
2	1	2	20	60	110
2	2	3	20	50	110
2	2	2	20	45	80
2	2	2	35	50	70
2	1	2	30	60	80
2	2	3	20	.	130
2	1	2	35	50	80
2	2	2	20	50	90

```

;
proc print data=P_univ;
proc mixed data=P_univ;
class sexo peso categ P3;
model P3 = sexo peso categ categ*peso categ*sexo;

```

```

lsmeans sexo peso categ categ*peso categ*sexo / ADJUST = SCHEFFFE;
store calf;
run;
proc plm restore= calf;
lsmeans sexo peso categ categ*peso categ*sexo / diff;
run;

```

### Modelo do programa SAS para análise do intervalo de tempo entre as etapas do processo do parto como medida repetida no tempo.

Foi realizado uma análise para cada categoria.

```

data P_univ;
input categ sexo peso p1 p2 p3;
temp = P1; time=1; output P_univ;
temp = P2; time=2; output P_univ;
temp = P3; time=3; output P_univ;
datalines;
1 1 2 20 40 130
1 2 2 25 45 80
1 1 2 15 45 85
1 2 2 15 30 60
1 1 2 20 40 120
1 1 2 25 55 85
1 1 2 25 50 75
1 1 2 40 80 140
1 1 2 25 60 130
1 2 2 20 35 200
1 1 2 30 55 95
1 1 2 25 45 80
1 2 3 40 75 140
1 1 2 20 70 100
1 2 2 50 80 140
1 1 2 20 50 110
1 2 2 20 65 125
1 1 2 30 60 90
1 2 2 15 50 120
1 2 2 20 45 95
1 1 2 20 50 100
1 2 1 35 65 115
1 2 2 25 60 100
1 2 2 45 85 180
1 1 2 15 45 95
1 1 2 20 40 90
1 1 1 25 35 65
1 2 2 15 35 75
1 1 2 20 65 115
1 2 2 20 60 105
1 1 2 25 50 100
1 1 2 20 50 100
1 1 2 30 75 90
1 1 2 20 50 140
1 2 1 30 70 120
1 1 2 15 40 75
1 1 2 25 50 85
1 2 2 15 25 70
1 1 1 40 55 100
1 1 1 50 80 140
1 2 2 30 55 170

```

1	1	2	50	65	110
1	1	2	30	60	105
1	1	1	30	110	180
1	1	2	0	30	60
1	1	1	20	50	70
1	2	2	30	45	110
1	1	2	35	60	130
1	1	1	30	65	135
1	2	2	20	40	60
1	1	2	35	65	105
1	1	2	10	25	40
1	1	2	20	45	115
1	2	2	25	50	110
1	1	2	25	55	90
1	1	2	25	50	90
1	1	1	30	50	90
1	1	2	35	55	100
1	1	2	40	80	175
1	1	2	25	50	90
1	2	2	30	60	120
1	1	2	25	60	125
1	2	2	30	50	80
1	1	2	20	50	120
1	1	2	35	60	90
1	1	1	35	70	115
1	1	2	35	35	65
1	1	2	20	40	95
1	1	2	35	80	145
1	1	2	35	65	105
1	1	2	30	75	100
1	1	2	60	115	170
1	2	2	30	45	110
1	1	1	30	75	120
1	1	1	25	60	135
1	1	2	40	70	110
1	2	2	45	70	120
1	1	2	40	.	190
1	2	3	35	65	125
1	1	2	35	90	115
1	1	2	30	75	160
1	1	2	35	65	105
2	1	2	30	55	95
2	1	2	15	35	65
2	1	2	25	55	100
2	1	2	15	60	75
2	1	2	20	40	60
2	1	2	25	65	105
2	1	2	25	35	55
2	2	1	15	40	60
2	2	1	20	40	60
2	2	2	20	40	70
2	2	3	15	30	40
2	1	2	20	50	70
2	1	2	20	30	60
2	2	2	20	45	105
2	1	1	20	40	65
2	1	2	45	65	85
2	1	2	25	50	90
2	2	2	20	50	95

2	2	2	25	55	80
2	2	2	20	40	60
2	1	2	0	35	50
2	2	2	25	40	70
2	1	2	25	40	70
2	2	2	20	45	80
2	2	2	35	55	90
2	2	2	45	80	110
2	2	2	40	75	115
2	2	2	30	50	80
2	2	3	25	45	70
2	2	1	20	45	75
2	2	2	30	50	80
2	1	2	25	50	95
2	2	2	25	45	85
2	1	2	25	50	85
2	2	2	45	55	80
2	1	2	40	70	120
2	1	2	35	65	90
2	1	2	30	70	110
2	1	2	30	50	70
2	2	2	35	70	105
2	2	3	30	.	170
2	2	2	30	60	95
2	2	2	35	50	95
2	1	2	35	55	100
2	2	2	30	55	80
2	1	2	30	40	70
2	2	2	30	55	85
2	2	2	15	40	65
2	2	2	20	50	80
2	2	2	20	40	95
2	1	2	20	45	75
2	1	2	40	55	80
2	1	2	20	40	80
2	2	2	40	80	120
2	1	2	25	.	250
2	2	2	30	50	80
2	2	2	25	40	70
2	2	2	20	70	135
2	1	2	40	55	95
2	1	2	20	50	100
2	1	2	20	50	90
2	1	2	30	60	90
2	2	3	20	40	60
2	1	2	30	50	80
2	2	2	25	45	90
2	2	2	30	40	80
2	2	2	30	75	90
2	1	2	25	45	75
2	1	2	20	35	60
2	1	2	20	60	110
2	2	3	20	50	110
2	2	2	20	45	80
2	2	2	35	50	70
2	1	2	30	60	80
2	2	3	20	.	130
2	1	2	35	50	80
2	2	2	20	50	90

```

;
proc print data=P_univ;
proc mixed data=P_univ;
class sexo peso categ time;
model temp = sexo peso categ time sexo*time peso*time;
repeated time / type=cs;
lsmeans sexo peso categ time sexo*time peso*time/ADJUST= SCHEFFE;
store calf;
run;
proc plm restore= calf;
lsmeans sexo peso categ time sexo*time peso*time / diff;
run;

```

### Modelo do programa SAS para análise da correlação entre peso ao nascer e as etapas do processo de parto.

Foi realizado uma análise para cada categoria.

```

data P_univ;
input categ peso p1 p2 p3;
if categ = 1 then delete;
datalines;
1 38.10 20 40 130
1 40.82 25 45 80
1 39.01 15 45 85
1 39.46 15 30 60
1 39.01 20 40 120
1 38.10 25 55 85
1 40.82 25 50 75
1 38.56 40 80 140
1 36.29 25 60 130
1 40.82 20 35 200
1 36.29 30 55 95
1 36.29 25 45 80
1 45.36 40 75 140
1 42.6384 20 70 100
1 40.824 50 80 140
1 37.1952 20 50 110
1 40.3704 20 65 125
1 39.4632 30 60 90
1 40.3704 15 50 120
1 40.824 20 45 95
1 40.824 20 50 100
1 34.02 35 65 115
1 40.824 25 60 100
1 43.092 45 85 180
1 37.1952 15 45 95
1 35.8344 20 40 90
1 34.4736 25 35 65
1 38.556 15 35 75
1 38.1024 20 65 115
1 40.3704 20 60 105
1 39.0096 25 50 100
1 39.4632 20 50 100
1 41.7312 30 75 90
1 43.092 20 50 140
1 34.02 30 70 120
1 35.8344 15 40 75

```

```

1      39.4632      25      50      85
1      40.824       15      25      70
1      34.4736      40      55     100
1      31.752       50      80     140
1      40.824       30      55     170
1      36.288       50      65     110
1      39.4632      30      60     105
1      34.02 30     110     180
1      39.0096       0       30      60
1      34.4736      20      50      70
1      40.824       30      45     110
1      39.0096      35      60     130
1      34.4736      30      65     135
1      35.8344      20      40      60
1      36.288       35      65     105
1      39.0096      10      25      40
1      39.0096      20      45     115
1      39.4632      25      50     110
1      35.8344      25      55      90
1      36.288       25      50      90
1      32.6592      30      50      90
1      40.824       35      55     100
1      40.824       40      80     175
1      39.0096      25      50      90
2      43.5456      15      45      75
2      41.7312      30      55      80
2      41.7312      30      40      70
2      41.7312      30      55      85
2      41.7312      15      40      65
2      42.6384      20      50      80
2      41.7312      20      40      95
2      42.6384      20      45      75
2      42.6384      40      55      80
2      42.6384      20      40      80
2      43.9992      40      80     120
2      38.556       25      .      250
2      44.4528      30      50      80
2      40.3704      25      40      70
2      38.556       20      70     135
2      36.288       40      55      95
2      40.824       20      50     100
2      40.824       20      50      90
2      36.288       30      60      90
2      45.36 20     40      60
2      38.556       30      50      80
2      36.288       25      45      75
2      40.824       20      35      60
2      36.288       20      60     110
2      45.36 20     50     110
2      39.0096      20      45      80
2      38.556       35      50      70
2      40.824       30      60      80
2      45.36 20     .      130
2      38.556       35      50      80
2      36.288       20      50      90
;
proc corr data = p_univ spearman;
  var peso p1 p2 p3;
run;

```

## VITA

João Batista Gonçalves Costa Junior, filho de João Batista Gonçalves Costa e Adelina Mirtes da Silva Costa, nasceu no dia 16 de novembro de 1982, em Alegre – ES. cursou todo o ensino fundamental na Escola de 1º e 2º grau de Jerônimo Monteiro. Em 1998 entrou para a Escola Agrotécnica Federal de Alegre – Alegre - ES, onde cursou o ensino médio e se formou no curso de Técnico em Agropecuária. Em 2000 fez um curso de Pós-Técnico em Zootecnia com ênfase em Bovinocultura na Escola Agrotécnica Federal de Santa Tereza – ES.

Em 2002 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Durante o curso realizou estágios nos setores de bovinocultura de leite e de corte, caprinocultura, bioquímica animal e realizou pesquisas na área de forragicultura. Em março de 2008 ingressou no curso de mestrado em Zootecnia com ênfase em Produção Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, sob a orientação da Dr<sup>a</sup> Lúcia Maria Zeoula, desenvolvendo projeto de mestrado sobre o tema: “Digestibilidade total e parâmetros ruminais em bubalinos com adição de produto à base de própolis”. Obteve o título de mestre em Zootecnia em Março de 2010.

Em março de 2010 ingressou no curso Doutorado em Produção Animal pelo Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Dr. Júlio Otávio Jardim Barcellos. Entre fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013 realizou seu doutorado sanduíche na Colorado State University – EUA, no departamento de Animal Science desenvolvendo o realizando o projeto de tese com o tema: “Predição e comportamento do parto em bovinos da raça Holandesa”, sob a orientação dos professores Jack C. Whittier e Jason K. Ahola. Em fevereiro de 2014 foi submetido à banca de defesa de Tese.