

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

Eficiência do uso de medidor de atividade eletrônico na detecção de cio de vacas leiteiras de alta produção

José Fernando Guarín Montoya

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2007

José Fernando Guarín Montoya
Zootecnista

**Eficiência do uso de medidor de atividade eletrônico na detecção de cio de
vacas leiteiras de alta produção**

Orientador:
Prof. Dr. PAULO FERNANDO MACHADO

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens**

Piracicaba
2007

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Guarín Montoya, José Fernando

Eficiência do uso de medidor de atividade eletrônico na detecção de cio de vacas
leiteiras de alta produção / José Fernando Guarín Montoya. - - Piracicaba, 2007.
66 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Análise de sobrevivência 2. Bovinos leiteiros 3. Estro animal 4. Leite 5. Reprodução
animal I. Título

CDD 636.20824

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

DEDICATÓRIA

A mis padres y demás maestros de verdad;

A meu orientador por ter me recebido neste país e nesta grande universidade;

Ao pessoal da Clínica do Leite pelo suporte e carinho,

A todos os meus amigos na ESALQ e no Brasil em geral.

“No tempo de plantar aprende, na colheita ensina e no inverno deleita-te.”

WILLIAM BLAKE

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Prof. Dr. Paulo Fernando Machado, pela orientação durante a realização deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Edwin Moises Marcos Ortega, pela amizade e o aprendizado na área da estatística;

Aos Professores do Departamento de Zootecnia, pelo inestimável conhecimento passado durante o curso;

À minha grande amiga Eliane Gonçalves da Silva, pela amizade e enorme ajuda durante toda a minha estadia no Brasil;

Ao dono e ao pessoal da fazenda AGRINDUS S.A, pelo apoio durante a parte de campo o experimento;

Ao Tonhão e o Eduardo, pela amizade e a convivência;

A los otros Colombianos en la ESALQ por la camaradería y apoyo durante los momentos difíciles de “*saudade*”;

À empresa DeLaval pelos equipamentos, suporte técnico e a amizade durante o desenvolvimento do experimento;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho;

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
RESUMEN	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Revisão bibliográfica.....	14
1.1.1 A alta produção de leite	14
1.1.2 A alta ingestão de matéria seca nas vacas de alta produção de leite	14
1.1.3 O alto fluxo de sangue pelo fígado em vacas de alta produção de leite	15
1.1.4 A baixa expressão de cio nas vacas de alta produção.....	15
1.1.5 A inseminação artificial.....	16
1.1.6 Alternativas para enfrentar a baixa expressão de cio nas vacas de alta produção.....	17
1.1.6.1 Detectores de monta com sensibilidade à pressão.....	17
1.1.6.2 Marcadores de buçal.....	17
1.1.6.3 Detectores de monta eletrônicos.....	18
1.1.6.4 Registro em vídeo.....	18
1.1.6.5 Uso de animais para a detecção de cio	18
1.1.6.6 Medição da resistência elétrica dos fluidos vaginais.....	19
1.1.6.7 Inseminação artificial a tempo fixo (IATF).....	19
1.1.6.8 Os medidores de atividade.....	21
1.1.7 Curvas de detecção e porcentagem de falsos positivos	22
1.1.8 Análise de sobrevivência.....	23
1.1.8.1 Modelo de regressão Weibull com dados censurados	25
1.1.9 Custos dos programas de manejo agressivo da reprodução	26
Referências	27
2 EFICIÊNCIA DE USO DO MEDIDOR DE ATIVIDADE NA DETECÇÃO DE CIO APÓS O PERÍODO DE ESPERA VOLUNTÁRIO	32
Resumo.....	32

Abstract.....	32
2.1 Introdução.....	33
2.2 Desenvolvimento.....	34
2.2.1 Material e Métodos.....	34
2.2.1.1 Local experimental.....	34
2.2.1.2 Animais.....	34
2.2.1.3 Detecção de cio.....	35
2.2.1.4 Variáveis.....	35
2.2.1.5 Coleta de sangue e dosagem hormonal.....	36
2.2.1.6 Análise estatística.....	36
2.2.2 Resultados e Discussão.....	36
2.2.2.1 Comparação da taxa de detecção de cio e dos dias até a detecção de cio para os dois grupos.....	36
2.2.2.2 Ocorrência de falsos positivos.....	39
2.2.2.3 Sensibilidade e especificidade do medidor de atividade.....	41
2.2.2.4 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio no grupo experimental.....	42
2.2.2.5 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio no grupo controle.....	44
2.3 Conclusões.....	46
Referências.....	46
3 COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE DETECÇÃO AUTOMATIZADO DE CIO E A OBSERVAÇÃO VISUAL PARA DETECÇÃO DE CIO DE RETORNO APÓS O USO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL A TEMPO FIXO.....	48
Resumo.....	48
Abstract.....	48
3.1 Introdução.....	49
3.2 Desenvolvimento.....	50
3.2.1 Material e Métodos.....	50
3.2.1.1 Local experimental.....	50
3.2.1.2 Animais.....	50

3.2.1.3 Detecção de cio.....	51
3.2.1.4 Variáveis.....	51
3.2.1.5 Coleta de sangue e dosagem hormonal.....	51
3.2.1.6 Análise estatística.....	52
3.2.2 Resultados e Discussão.....	52
3.2.2.1 Comparação da taxa de detecção de retorno ao cio após a IATF e dos dias até a detecção do cio de retorno para os dois grupos.....	52
3.2.2.2 Ocorrência de falsos positivos.....	55
3.2.2.3 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio de retorno no grupo experimental.....	57
3.2.2.4 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio no grupo controle.....	58
3.3 Conclusões.....	59
Referências.....	60
4 ANÁLISE DE CUSTO BENEFÍCIO DA AQUISIÇÃO DE UM MEDIDOR DE ATIVIDADE PARA DETECÇÃO DE CIO EM VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO.....	60
Resumo.....	62
Abstract.....	62
3.1 Introdução.....	63
3.2 Desenvolvimento.....	64
3.2.1 Material e Métodos.....	64
3.2.2 Resultados e Discussão.....	64
3.3 Conclusões.....	65
Referências.....	65

RESUMO

Eficiência do uso de medidor de atividade eletrônico na detecção de cio de vacas leiteiras de alta produção

Grandes avanços tem sido feitos para melhorar a produção de leite, mas estes avanços têm resultado numa queda geral da eficiência reprodutiva. Para se combater esta queda, tem sido seguidos principalmente três caminhos: um relacionado com a vaca, outro com as gametas e outro com o ambiente. Os problemas associados à vaca compreendem os problemas relacionados com a detecção de cio e os problemas hormonais que resultam em baixas taxas de concepção e aumento das mortes embrionárias precoces. Alternativas para melhorar a detecção de cio tem sido procuradas, dentre estas, os medidores de atividade são uma alternativa promissória, porém ainda em desenvolvimento. Com o fim de avaliar a eficiência do uso de medidor de atividade na detecção de cio de vacas leiteiras de alta produção, foram desenvolvidos três experimentos. O primeiro avaliou a eficiência do uso de medidor de atividade na detecção de cio após o período de espera voluntario (PEV), o segundo avaliou a eficiência do uso de medidor de atividade na detecção do cio de retorno após o uso de um protocolo de inseminação artificial a tempo fixo (IATF), o terceiro avaliou a relação custo-benefício da aquisição do aparelho. Na detecção do primeiro cio efetivo após o PEV o medidor de atividade apresentou maior taxa de detecção de cio, comparado com a observação visual de cio. O aparelho mostrou especial vantagem sobre a observação visual de cio na detecção de vacas multíparas de alta produção. No experimento de detecção de cio de retorno após o uso de IATF, o medidor de atividade detectou maior número de animais em menor tempo, porém, as mudanças no padrão de comportamento animal causadas pelos hormônios próprios da sincronização de cio, diminuíram a confiabilidade do sistema automatizado de detecção, ainda assim o numero de animais detectados em cio verdadeiro do sistema automatizado foi superior. Na análise de custo-benefício, a taxa interna de retorno obtida, demonstrou que o medidor de atividade é um investimento rentável o que possibilita sua aquisição. Enquanto aos falsos positivos gerados pelo sistema, sugere-se integrar as indicações feitas pelo sistema automatizado com a experiência dos funcionários das fazendas.

Palavras-chaves: Custo-benefício; Estro; Leite; Pedômetro; Sobrevivência

ABSTRACT

Efficiency of use of an electronic activity meter tag in the detection of estrous of high producing dairy cows

Huge progress has been made to improve the milk yield, but these advances have resulted in a general decrease of reproductive efficiency. Three main ways have been taken to combat this decrease: one related to the cow, another with the gametes and the lasts related with the environment. The problems associated with cow comprehend the estrous detection problems and the hormonal disorders that results in low conception rates and increases the early embryonic deaths. Alternatives to improve the heat detection has been developed. Among them, the activity meters are a promissory alternative, but still in development. Three experiments were developed in order to assess the efficiency of use of an activity meter in the estrous detection of high producing dairy cows. The first assessed the efficiency of the use of activity meter detecting estrous after the voluntary waiting period (VWP), the second assessed the efficiency of use of activity meter in the detection of the return estrous after use of a fixed-time artificial insemination (TAI) protocol, the third assessed the cost-benefit of acquisition of the system. In the first estrous after the VWP, the activity meter presented higher estrous detection rate, compared with the visual observation. The system has special vantage in the detection of multiparous high producing cows, if compared with visual observation. In the experiment of detecting return estrous after use of TAI, the activity meter detected greater number of animals in less time, however, changes in the pattern of animal behavior caused by hormones during the synchronization, decreased the accuracy of the automated system. On the other hand, the number of animals detected in real estrous of the automated system was superior than in visual observation. In the cost-benefit analysis, the internal rate of return obtained, showed that the activity meter is a profitable investment. Referent to the false positives generated by the system, it is suggested to integrate the indications made by the automated system with the experience of the functionaries of the dairy farms.

Keywords: Cost-profit; Estrus; Milk; Pedometer; Survival curves

RESUMEN

Uso de medidor de actividad electrónico para detección de celo en vacas lecheras de alta producción

Enormes progresos han sido hechos para mejorar la producción de leche, pero estos avances han disminuido, en general, la eficiencia reproductiva. Las tres formas principales para encarar este problema han sido: la relacionada con la vaca, otra relacionada con los gametos y una última relacionada con el medio ambiente. Los problemas asociados con la vaca comprender la detección de estro y los trastornos hormonales que se traducen en un bajo índice de concepción y en aumento de muertes embrionarias tempranas. Se han desarrollado alternativas para mejorar la detección de celo, entre estas, los medidores de actividad son promisorios, pero todavía están en desarrollo. Para evaluar la eficiencia de un medidor de actividad en la detección de estro de vacas lecheras de alta producción, fueron conducidos tres experimentos. El primero evaluó la eficiencia de la utilización del medidor de actividad en la detección del primer estro después del periodo de espera voluntario (PEV), el segundo evaluó la eficiencia de uso del medidor de actividad en la detección del estro de retorno después del uso de un protocolo de sincronización de estro a tiempo fijo (IATF), un tercer experimento evaluó los costos y beneficios de la adquisición del sistema automatizado. Durante el primer estro después del PEV, el medidor de actividad presentó mayor tasa de detección de celo, en comparación con la observación visual. El sistema tiene una ventaja especial en la detección de las vacas multíparas de alta producción, si se le compara con la observación visual. En el experimento de detección de celo de retorno después del uso de IATF, el medidor de actividad detectó mayor número de animales en menos tiempo, sin embargo, los cambios en el patrón de comportamiento de los animales causado por las hormonas durante la sincronización, disminuyeron de la precisión del sistema. Por otra parte, el número real de animales detectados en celo del sistema automatizado fue superior al de la observación visual. En el análisis de la relación costo-beneficio, la tasa interna de retorno obtenida, mostró que la adquisición del medidor de actividad es una inversión rentable. En lo que respecta a los falsos positivos generados por el sistema, se sugiere la integración de las indicaciones hechas por el sistema automatizado con la experiencia de los funcionarios de las haciendas lecheras.

Palabras clave: Costo- beneficio; Curvas de sobrevivencia; Estro; Pedómetro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática do experimento de comparação entre a observação de cio e o uso do medidor de atividade para detecção do primeiro cio efetivo pós-parto.....	35
Figura 2 - Curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para os dias até a detecção de cio após o período de espera voluntário	38
Figura 3 - Ocorrência de falsos e de verdadeiros positivos para o grupo controle durante o período experimental	40
Figura 4 - Ocorrência de falsos e de verdadeiros positivos para o grupo experimental durante o período experimental	40
Figura 5 - Representação esquemática do experimento de comparação entre a observação visual de cio e o uso do medidor de atividade para detecção do cio de retorno após o uso de IATF.....	51
Figura 6 - Curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para retorno ao cio de vacas que tinham recebido IATF	54
Figura 7 - Ocorrência de falsos e de verdadeiros positivos para o grupo experimental durante o período experimental	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de animais detectados em cio, taxa de detecção de cio, dados censurados e tempo médio até a detecção de cio para os dois grupos.....	37
Tabela 2 - Ocorrência de falsos positivos e de verdadeiros positivos para os dois sistemas de detecção.....	39
Tabela 3 - Quadro para a análise de sensibilidade e de especificidade do grupo experimental....	41
Tabela 4 - Fatores aceleradores o desaceleradores da detecção de cio do grupo experimental, detectado com medidor de atividade.....	43
Tabela 5 - Fatores aceleradores o desaceleradores da detecção de cio do grupo controle, detectado com observação visual	44
Tabela 6 - Fatores aceleradores o desaceleradores da detecção de cio para vacas multíparas do grupo controle, detectado com observação visual	45
Tabela 7 - Número de animais detectados, porcentagem de detecção, dados censurados e média de dias até detecção de cio de retorno para os dois grupos.....	53
Tabela 8 - Análise comparativo do tempo de sobrevivência entre os dois sistemas de detecção .	53
Tabela 9 - Ocorrência de falsos positivos para os dois sistemas de detecção de cio	55
Tabela 10 - Fatores aceleradores o desaceleradores da detecção do cio de retorno do grupo experimental, detectado com medidor de atividade	57
Tabela 11 - Fatores aceleradores o desaceleradores da detecção do cio de retorno do grupo controle, detectado com observação visual	59

1 INTRODUÇÃO

A produção de leite tem aumentado drasticamente nas últimas duas décadas em grande parte pelo melhoramento genético das características leiteiras dos animais, juntamente com mudanças no manejo nutricional. Entretanto, a eficiência reprodutiva das fazendas leiteiras, em geral, têm diminuído. O controle da reprodução é uma estratégia importante para manter o progresso genético e a produtividade. Algumas características que contribuem à menor eficiência reprodutiva nas vacas de leite modernas são: período reduzido de estro (média de 7 horas), menores taxas de concepção, condição anovulatória (cístos foliculares), presença de corpo lúteo persistente (fase luteal > 20 dias), e baixas concentrações de hormônios esteróides circulantes. As vacas de alta produção apresentam aumentado metabolismo de hormônios esteróides (estrógeno e progesterona) como consequência do aumento no consumo de alimento e do aumento no fluxo de sangue pelo fígado, que é o principal órgão metabolizador destes hormônios. Devido ao anterior, estas vacas têm baixas concentrações de 17β -estradiol e de progesterona circulantes, hormônios importantes para a fisiologia reprodutiva. Baixos níveis de estradiol no pró-estro diminuem o tempo e a intensidade da aceitação de monta, assim, a eficiência na detecção dos cios tende a diminuir. A observação de cio deve ser realizada por uma pessoa bem treinada, com grande responsabilidade e conhecimento específico da tarefa. A observação de cio deve ser feita pelo menos duas vezes ao dia, pois além do curto período de aceitação, outros fatores externos como o tipo de piso e a divisão dos lotes podem prejudicar a expressão de cio. Fazendas com deficiência na detecção do cio apresentam diminuição do desempenho reprodutivo com consequente aumento do período de serviço e do intervalo entre partos. Com o uso de protocolos hormonais para inseminação a tempo fixo abole-se, parcialmente, a necessidade da detecção de cio, no entanto, estes protocolos possuem custo elevado, além disso, existe uma porcentagem de animais que não responde ao protocolo a qual pode ser superior a 15%, principalmente no verão. O medidor de atividade identifica os animais em cio sem necessidade do monitoramento visual, o que reduz a falha humana, estimada em 10%. Esse equipamento vem sendo utilizado com sucesso em vários países, mas devido a sua recente introdução no Brasil, existe carência de estudos delineados para medir a eficiência do medidor de atividade em condições de campo de fazendas leiteiras. Esta dissertação compreende 3 estudos que tinham como objetivo avaliar a eficiência do uso do medidor de atividade (*Activity meter ALPRO*[®]) na detecção de cio numa propriedade leiteira. Os objetivos dos experimentos foram: 1.) comparar a observação de cio por

meio visual e o medidor de atividade na detecção do primeiro cio após o período de espera voluntário; 2.) Comparar a eficiência da detecção de cio dos dois métodos no cio de retorno após o uso de um protocolo de inseminação artificial a tempo fixo (IATF); 3.) Avaliar a eficiência da detecção de cio pelo medidor de atividade em situações reais de manejo reprodutivo; 4.) Gerar resultados que sirvam para verificar o custo benefício da aquisição do medidor de atividade.

1.1 Revisão bibliográfica

1.1.1 A alta produção de leite

O aumento da produção de leite nos rebanhos modernos é devido em grande parte ao melhoramento genético das características leiteiras dos animais, juntamente com mudanças no manejo nutricional. Porém, este aumento na produção de leite acontecido nas últimas décadas, tem sido associado a uma menor eficiência reprodutiva (WASHBURN et al., 2002). Berry et al., em 2003 apontam a ênfase histórica da seleção por rendimento leiteiro como a possível causa da queda na fertilidade nas vacas de leite modernas. Outros fatores como, luteólise prematura e ciclos estrais curtos, luteólise tardia ou corpos lúteos persistentes, prolongados períodos inter-luteais, desenvolvimento de cistos foliculares e anovulação, assim como, alterações nos padrões de ondas foliculares, na morfologia do ovário, na duração do ciclo estral e nas concentrações de hormônios circulantes, são verificadas em vacas leiteiras modernas, em menor ou maior proporção segundo o nível de produção (WILTBANK et al., 2006). Também deve se mencionar como possível causa das alterações reprodutivas no início do pós-parto, o balanço energético negativo que apresentam os animais mais produtivos (FERGUSON, 1994). Altos níveis de produção de leite nos 14 dias precedentes ao estro são associados com aumento da incidência de múltipla ovulação, o que pode aumentar a ocorrência de gestações gemelares, comuns em vacas de alta produção (LOPEZ et al., 2004).

1.1.2 A alta ingestão de matéria seca nas vacas de alta produção de leite

Durante os últimos 25 anos, o leite produzido tem sido incrementado em 2% por vaca por ano. Com isto a ingestão de matéria seca também tem sido incrementada para suprir a demanda por nutrientes (EASTRIDGE, 2006). Existe uma alta correlação ($r = 0.88$) entre a produção de leite e a ingestão de matéria seca (HARRISON et al., 1990).

As interações da nutrição com o desempenho reprodutivo envolvem os mais importantes componentes da dieta (a energia, a proteína, e a sua proporção), segundo seu requerimento para a alta produção de leite (BUTLER, 2000). É comum para fazendas que têm média acima dos 12.500 kg de leite por vaca por lactação, ter vacas consumindo de 25 a 27 kg de matéria seca por dia.

Com o fato do enchimento mecânico do rúmen, a densidade energética das dietas também tem sido incrementado (EASTRIDGE, 2006).

1.1.3 O alto fluxo de sangue pelo fígado em vacas de alta produção de leite

Em vacas leiteiras, a contínua procura por nutrientes para atingir os requerimentos da alta produção, incrementam o fluxo de sangue pelo fígado e o metabolismo de hormônios esteróides, em especial progesterona e estrogênio (SANGSRITAVONG et al., 2002), o que leva a baixas concentrações circulantes destes hormônios com a bem sabida queda nas taxas reprodutivas. Pesquisas feitas em ovelhas (BURRIN et al., 1989) reportam que o incremento na ingestão de alimento aumenta o fluxo de sangue pelo fígado e o consumo de oxigênio por parte deste importante órgão. Também tem sido reportados maiores fluxos de sangue pela veia porta hepática quando os animais ingeriram maior quantidade de comida (SYMONDS; PRIME, 1989). Como o fígado é o maior sítio de metabolismo da progesterona e do 17β estradiol, é lógico que o incremento na ingestão de matéria orgânica possa incrementar o fluxo de sangue pelo fígado, o que terminará afetando a expressão de cio (SANGSRITAVONG et al., 2002).

1.1.4 A baixa expressão de cio nas vacas de alta produção

Os hormônios esteróides circulantes podem dramaticamente alterar a reprodução de vacas de alta produção de leite. Este tipo de hormônios estão envolvidos em quase todos os aspectos da fisiologia reprodutiva (LUCY, 2001; WASHBURN et al., 2002). A ingesta elevada, típica do início da lactação, resulta em grande quebra e destruição tanto de estradiol quanto de progesterona (WILTBANK et al., 2006). O resultado da alta produção de leite são baixas concentrações plasmáticas de estradiol, o que reduz a estimulação dos centros que controlam o comportamento estral (LOPEZ et al., 2004) e possivelmente, a liberação de hormônio luteinizante, o que pode induzir ovulação. Wiltbank et al. (2006), observaram que maiores

produções de leite estão negativamente associadas com a duração do cio ($r = - 0.51$; $P < 0.001$). É consequência desta diminuição, o curto período e a baixa aceitação de montas em vacas de leite modernas assim como a baixa eficiência na detecção de cio (normalmente menor que 50%). Além disso, pesquisas utilizando testes de determinação de progesterona no sangue e no leite afirmaram que cerca de 5 a 30% dos animais detectados em cio não estavam na fase de pró-estro ou estro (progesterona circulante $> 1\text{ng/mL}$), ou seja, não estavam realmente em cio (SENGER, 1994).

1.1.5 A inseminação artificial

A inseminação artificial (IA) ainda é a melhor tecnologia para a disseminação de material genético. Está baseada no uso de machos com características genéticas superiores. Esta tecnologia tem melhorado através do tempo com o desenvolvimento das técnicas de criopreservação do sêmen e com o uso de técnicas para regular a função ovárica durante a sincronização do estro e da ovulação. Atualmente a inseminação artificial é parte de todos os programas de melhoramento. A baixa eficiência da inseminação artificial, que em alguns casos é reportada, deve-se principalmente a fatores humanos, entre eles a dificuldade na detecção de cio, inapropriada manipulação do sêmen, o mal uso das técnicas de inseminação no campo e o mal manejo e deficiente nutrição dos animais inseminados (HAFEZ; HAFEZ, 2002).

A maioria das vacas têm um padrão de comportamento que se modifica gradualmente desde o começo até o fim do cio. A vaca em cio fica quieta e aceita monta das outras companheiras; Encosta nas outras vacas; Apresenta micção constante; Cheira a vagina e a urina de outras vacas, as vezes seguido pelo reflexo de Fleming; Apresenta descargas de muco vaginal claro e edema dos genitais; A vaca também diminui a ingestão de comida e a produção de leite (GRAVES, 2002; CAMARGO, 2006).

A observação de cio é um trabalho difícil e precisa de experiência e conhecimento específico da tarefa. A ovulação apresenta-se entre 5 a 24 horas depois do estro, ao final do estro se elevam os valores de LH, decrescem os valores de FSH e inicia o desenvolvimento do corpo lúteo.

Fatores que devem ser levados em consideração para a implementação da inseminação artificial são: 1.) É preciso identificar corretamente os animais em cio, já que inseminar animais fora de cio irá gerar só perdas econômicas; 2.) É necessário saber a hora de início de cio para

determinar o tempo certo da ocorrência da ovulação e garantir a sincronia do processo; 3.) Um eficiente manejo reprodutivo significa mais bezerras e mais fêmeas produzindo leite na parte mais produtiva da lactação; 4.) Deve se considerar primeiro a solução para o problema nutricional presente em grande parte dos rebanhos; 5.) Muitas das informações disponíveis a respeito às novas tecnologias existem, mas devem ser adaptadas às condições específicas de cada fazenda; 6.) Deve se eleger a tecnologia mais apropriada de acordo com os possíveis limitantes presentes em cada fazenda; 7.) A adequação de tecnologias leva tempo e não se pode pretender ter sucesso imediato; 8.) Falha na identificação de cio alongará o intervalo entre partos (SENGER, 1994; GUARIN; RAMIREZ; BERDUGO, 2003).

Para cada vaca, o intervalo entre partos pode subdividir-se em quatro etapas: 1) Período de espera voluntário (PEV), que é intervalo desde o parto até que a vaca é apta para receber seu primeiro serviço; 2) O intervalo desde o do PEV até o primeiro serviço; 3) O intervalo desde o primeiro serviço até a concepção; 4) Período de gestação (FRICKE, 2006).

1.1.6 Alternativas para enfrentar a baixa expressão de cio nas vacas de alta produção

1.1.6.1 Detectores de monta com sensibilidade à pressão

São câmaras que contém tintas e que explodem com a pressão. Estas câmaras são fixadas na garupa da vaca, quando a vaca é montada a câmara libera um líquido, geralmente vermelho, que permite a fácil identificação do animal em cio. Este tipo de dispositivos devem estar regulados para a altura de cada vaca, evitando falsa ativação o perdas na ativação vinculadas a vacas muito pequenas ou muito grandes respectivamente. É preciso tomar cuidados com o armazenamento deste tipo de dispositivos, com uso do dispositivo adequado ao tamanho de cada animal e anotar sempre a identificação da vaca em cada aparelho, em caso de perda isto pode ser útil para a identificação imediata do animal que o perdeu (O'CONNOR , 1993).

1.1.6.2 Marcadores de buçal

Este tipo de marcadores riscam a vaca com giz, tinta ou giz de cera. Os marcadores tem 25 cm de comprimento e 5 a 6 cm de largura. A marcação com giz de cera pode apresentar problemas pelo fato de esta marcação poder permanecer na vaca por um longo período de tempo (acima de três semanas), o que pode gerar confusões na indicação dos animais. Com este tipo de

marcadores podem se apresentar o mesmo tipo de falsos positivos que com as câmaras de pressão. Outro problema com as zonas de marcação é que as marcações anteriores podem comprometer as próximas, o que obriga o funcionário a detectar outros sintomas de cio. Também para fazendas muito grandes é possível que as sinais dos marcadores passem despercebidas (O'CONNOR , 1993).

1.1.6.3 Detectores de monta eletrônicos

Este tipo de marcadores tem sido desenvolvidos para detectar somente montas reais. Cada detector está vinculado ao código único de cada vaca e à informação particular de cada animal, logo a informação é transferida para um registro computarizado para ser armazenada. Em determinadas horas durante o dia, o responsável técnico da fazenda deverá acessar o registro e determinar que vacas foram montadas num tempo determinado. Este tipo de equipamentos ainda está em teste mas apresenta grande potencial (O'CONNOR , 1993).

1.1.6.4 Registro em vídeo

Este tipo de detecção tem sido usada extensivamente em pesquisa para o monitoramento do comportamento estral. As vacas devem ser muito bem marcadas para facilitar sua identificação de certa distância e deve-lhes permitir o livre acesso a todas as áreas. O vídeo deverá cobrir grande parte dos sítios de alojamento das vacas, o que obriga que várias câmaras sejam estrategicamente instaladas. Estas câmaras deverão em todo momento estar protegidas da umidade. Este sistema pode ser útil, mas obriga que os vídeos sejam assistidos diariamente. O grande problema deste tipo de sistema é o custo inicial somado aos custos de instalação, além do tempo que leva para assistir os vídeos. Não obstante, este tipo de método é muito eficiente e preciso para detecção de estro (O'CONNOR , 1993).

1.1.6.5 Uso de animais para a detecção de cio

Os animais detectores de cio reduzem os dias até o primeiro serviço e podem melhorar a detecção de estro, se estes são usados devidamente em conjunto com a observação visual. O fazendeiro pode usar touros cirurgicamente alterados ou fêmeas tratadas hormonalmente. Se estes animais interagem durante o dia com o resto do rebanho, fornecerão monitoramento estral

constante. Podem ser citados alguns problemas relacionados com a utilização deste tipo de animais. Em primeiro lugar, quando são usados machos vasectomizados, estes ainda podem copular com as vacas e dispersar doenças reprodutivas, machos com pênis desviado cirurgicamente podem ser agressivos dentro do rebanho e dificultar o manejo. Por último, a utilização de fêmeas androgenizadas pode resultar em alto custo e nem sempre a resposta é satisfatória.

1.1.6.6 Medição da resistência elétrica dos fluidos vaginais

As primeiras pesquisas em resistência elétrica dos fluidos vaginais foram desenvolvidas na Europa. Existem diferenças nos fluidos secretados durante os diferentes estádios do ciclo estral que são susceptíveis a medida usando probes. Atualmente este tipo de probes está disponível comercialmente, porém ainda precisam adequação à realidade produtiva. Os testes usando este tipo de equipamentos devem ser feitos a cada 12 horas em todas as vacas e após disto devem ser desinfetados completamente o que dificulta a operação (O'CONNOR , 1993; REDDEN et al., 1993).

1.1.6.7 Inseminação artificial a tempo fixo (IATF)

Muitos programas de sincronização de cio têm sido desenvolvidos nos últimos anos baseados na inseminação a tempo fixo. O protocolo Ovsynch (PURSLEY; MEEZ; WILTBANK, 1995) foi desenvolvido há mais de 10 anos para tentar diminuir os problemas relacionados à baixa taxa de serviço em rebanhos leiteiros. O Ovsynch consiste na utilização de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), 7 dias antes e 48 horas depois da injeção de PGF₂ α . As vacas são inseminadas só após de 16 a 25 horas da segunda injeção de GnRH. Este sistema, sincroniza a maturação dos folículos causando regressão do corpo lúteo antes da ovulação induzida pelo GnRH e da posterior inseminação a tempo fixo (RABIEE et al., 2005).

A sincronização da ovulação por métodos hormonais em bovinos tem apresentado resultados alentadores. Esta técnica permite realizar a inseminação artificial sem a necessidade de observação de cio, facilitando o manejo do rebanho e otimizando o uso desta tecnologia no campo. Desta forma, é obtida grande economia na mão de obra, além de possibilitar o agrupamento dos animais e de programar as inseminações otimizando este tipo de tarefas em dias

determinados (BARUSELLI, 2001). A prostaglandina ($\text{PGF}_2\alpha$) e seus análogos foram amplamente utilizados com a finalidade de sincronizar as manifestações estrais. A prostaglandina causa regressão do corpo lúteo durante uma fase restrita do ciclo estral (diestro), fase na qual o corpo lúteo (CL) apresenta uma resposta à luteólises, com redução dos níveis de progesterona e indução das manifestações de cio, seguidas da ovulação 2 a 5 dias depois da aplicação de $\text{PGF}_2\alpha$ (NEBEL; JOBST, 1998). A resposta é iniciada no quinto dia do ciclo estral, aumenta até o décimo segundo dia e permanece em fase de platô até o décimo sétimo dia, quando se inicia a regressão espontânea causada pela liberação endógena de prostaglandina (ODDE, 1990; LARISON; BALL, 1992).

Em bovinos, os resultados do método Ovsynch em quanto à taxa de concepção por inseminação artificial apresentaram variações entre 26 e 55% (PURSLEY et al., 1995; PURSLEY et al., 1997).

Ainda que o Ovsynch seja usado para abandonar a necessidade da observação de cio, os altos índices de indicação após a sincronização são seguidos de um lapso de tempo de aproximadamente 40 dias antes das vacas que não resultaram prenhes sejam reinseminadas (TENHAGEN et al., 2004). Durante a rotina reprodutiva em fazendas leiteiras, mesmo após o aparecimento dos protocolos de inseminação em tempo fixo, a detecção de cio serve para a manutenção de alguns índices, como o intervalo entre inseminações (que deve ser < 45 dias). Portanto, é necessária a observação estratégica do cio após a IATF, pois a maioria dos animais que não emprenharam após a sessão de IATF, vão retornar em cio de 18 a 25 dias após a inseminação sincronizada. Deste modo, a utilização de estratégias que aumentem a eficiência da detecção de cios neste período crítico é muito importante.

Os protocolos hormonais de inseminação artificial a tempo fixo melhoram os parâmetros reprodutivos de fazendas leiteiras, porém possuem custo elevado podendo chegar a mais de 11 dólares por animal, sem incluir os custos do sêmen (GUARÍN; RAMIREZ; BERDUGO, 2003). É importante sinalar, que ainda que o custo de este tratamento seja maior ao tratamento controle, ocorre uma diminuição no custo por prenhez devido ao aumento da taxa de concepção, pelo qual se obtém melhor relação custo-benefício com este protocolo de sincronização. Os programas Ovsynch têm rentabilidade maior em fazendas com falências na detecção de cio (MIALOT et al., 1999). Em fazendas com detecção eficiente, o *Ovsynch* pode ser limitado pelo custo do mesmo, não importando o aumento da eficiência reprodutiva. Ainda sendo o desempenho reprodutivo o

grande alvo, fatores como o custo das drogas e os tratamentos não podem ser desconsiderados, pois, os custos poderiam terminar mascarando o benefício que estes programas trazem (TENHAGEN, 2004).

1.1.6.8 Os medidores de atividade

Uma tecnologia promissora para a detecção de estro é o monitoramento da atividade animal. É conhecido que as vacas apresentam um incremento na atividade física perto da ocorrência do estro (KIDDY, 1977). Pedômetros mecânicos e medidores de atividade eletrônicos têm sido usados com certas restrições para monitorar a atividade das vacas, pois estes equipamentos têm apresentado problemas de mal funcionamento e principalmente, problemas com a quantidade de falsos positivos gerados. Estudos reportam que a precisão da detecção varia entre 83% e 39% (MOORE; SPAHR, 1991).

Um sistema “ideal” de detecção de estro deve: 1.) vigiar as vacas as 24 horas do dia, 2.) realizar a identificação das vacas em estro de forma correta e automatizada, 3.) ter durabilidade pelo menos durante toda a vida produtiva do animal, 4.) gerar pouco trabalho para o operário e 5.) ter alta confiabilidade para identificar eventos fisiológicos ou comportamentais que estejam correlacionados com a ovulação (SENGER, 1994).

O medidor de atividade, identifica os animais em cio sem a necessidade de monitoramento visual, o que reduz a falha humana na detecção. Este equipamento vem sendo utilizado em vários países. Na Argentina pesquisadores (MURRAY; GIUDICE, 2006) verificaram para vacas holandesas em pastejo, uma diminuição do intervalo entre partos de 15,5 meses para 13,4; Redução dos serviços por concepção de 3,7 para 1,9; Para observação de cio o progresso foi de 45,7 para 83,0 %; Quase dobrou o número de animais para inseminar em 60 dias (de 45 sem o uso do medidor de atividade para 83 quando com ele). Estes pesquisadores também obtiveram as maiores taxas de prenhez quando a inseminação artificial foi feita de 7 a 8 horas após o início da alta atividade, parâmetro também indicado pelo medidor de atividade.

Segundo estudos da Universidade de Neubrandenburg na Alemanha (MEYER; SCHNIEDEWIND; WANGLER, 2003), o detector de atividade diminuiu os dias abertos em mais de 12 dias, quando comparado com os métodos tradicionais de detecção. Este estudo também confirmou que o sistema forneceu uma taxa de detecção de estro de 95%.

Algumas vacas são tranqüilas, outras são mais ativas. Cada vaca tem o seu próprio padrão individual de movimento, que não apresenta muitas alterações com o passar dos dias. Em um estábulo com confinamento "*Loose House*", o padrão de movimento inclui o caminho percorrido até a sala de ordenha e até a área de alimentação, como também longos períodos de ruminação e de descanso. Durante o período que antecede o cio e durante o cio propriamente dito, estes padrões passam por alterações. Na grande maioria, as vacas ficam mais inquietas e se movimentam mais que o normal quando elas estão próximas do cio e também quando estão no cio. Algumas vacas ficam muito inquietas. Algumas vezes, permitem a monta de outras vacas ou elas próprias montam sobre as companheiras. Outras vacas ficam só um pouco mais ativas do que o normal. Freqüentemente, o aumento de atividade é mais aparente durante a noite (DeLAVAL, 2006).

O Medidor de atividade eletrônico detecta automaticamente o estro através do registro de incrementos nos níveis de atividade das vacas. Os transceptores do equipamento registram impulsos elétricos. O sensor que detecta movimento consiste de uma esfera magnética que se movimenta dentro de uma cavidade rodeada de bobinados de cobre, através dos quais o movimento é convertido em impulso elétrico. Os impulsos são registrados, armazenados e transmitidos a cada hora pelas antenas instaladas nos barracões para o computador e finalmente, processados num *software* específico para isto (MEYER; SCHNIEDEWIND; WANGLER, 2003). Esta tecnologia foi recentemente introduzida ao Brasil, razão pela qual, existe carência de estudos delineados para mostrar a eficiência dos medidores de atividade em condições de campo em fazendas leiteiras.

1.1.7 Curvas de detecção e porcentagem de falsos positivos

Um inconveniente para o uso de monitores de atividade tem sido a baixa exatidão da detecção devida ao grande número de casos de falsos positivos (MOORE; SPAHR, 1991). Tem sido demonstrado que os sistemas de detecção automatizada de cio possuem potencial para melhorar as taxas de concepção, conseguindo detectar as mudanças na atividade que a vaca experimenta durante o cio, porém os erros padrão destas medições teriam de ser melhorados usando uma matriz de dados maior o que faria com que os intervalos de confiança fossem reduzidos (MAATJE et al., 1997).

Outro tipo de erro reportado tem a ver com desempenho da parte eletrônica inerente ao equipamento. Tem sido dito que os falsos positivos também poderiam ocorrer como consequência deste mal funcionamento das peças mecânicas e eletrônicas dos aparelhos (MOORE; SPAHR, 1991).

Novos medidores de atividade tem sido desenvolvidos e a detecção de verdadeiros positivos tem melhorado, incluindo outros parâmetros correlacionados com o estro (DeLAVAL, 2006).

1.1.8 Análise de sobrevivência

A análise de sobrevivência reúne um conjunto de métodos úteis na análise de experimentos em que, geralmente, a variável resposta é o tempo até a ocorrência de um evento de interesse. Uma característica especial dos dados de sobrevivência é a presença de censuras, que é definida como a observação parcial da resposta e faz referência a circunstâncias em que alguns indivíduos encontram-se livres do evento por terem, por exemplo, sido retirados mais cedo do estudo ou pelo término do experimento. Sem a presença de censuras, as técnicas estatísticas clássicas, como análise de regressão, análise de planejamento de experimentos ou modelos lineares generalizados podem ser utilizados na análise de dados.

Neste experimento foi utilizada a censura aleatória à direita, nesse tipo de censura, os tempos de falha e censura T_i e E_i , $i=1,2,\dots,n$ respectivamente são considerados variáveis aleatórias independentes. Assim os tempos de vida dos indivíduos podem ser representados pelo par (t_i, δ_i) para cada indivíduo em que $t_i = \min(T_i, E_i)$ e δ_i é o indicador de censura definido como

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & \text{se } T_i \leq E_i \quad (\text{falha}) \\ 0 & \text{se } T_i > E_i \quad (\text{censura}) \end{cases} \quad (1)$$

Agora considere-se uma variável aleatória contínua T representando o tempo de vida de um indivíduo de uma população homogênea. A distribuição de probabilidade de T pode ser especificada de várias formas, três das quais são particularmente úteis em aplicações da análise de sobrevivência: a função de densidade, a função de sobrevivência e função de risco.

A função de densidade é definida por $f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T \leq t + \Delta t)}{\Delta t}$; $t > 0$. (2)

A probabilidade de um indivíduo sobreviver ao tempo t é dada pela função de sobrevivência que é definida por $S(t) = P(T > t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(u) du$. (3)

A função de risco $\lambda(t)$ é definida como a taxa instantânea de falha, isto é, dado que o indivíduo i sobreviveu ao tempo t , a função de risco fornece o risco de este indivíduo falhar no tempo $t + \Delta t$ com Δt bem pequeno ($\Delta t \rightarrow 0$).

Para estimar a função de sobrevivência ($S(t)$) utiliza-se o estimador não paramétrico de Kaplan-Meier (KAPLAN; MEIER, 1958). O referido estimador considera na sua construção, um número de intervalos de tempo igual ao número de falhas distintas, sendo os limites dos intervalos os tempos de falha da amostra. Considere-se $t_{(1)} \leq t_{(2)} \leq \dots \leq t_{(k)}$ os k tempos distintos de falha, seja d_j o número de falhas em $t_{(j)}$, $j=1,2,\dots,k$. e n_j o número de indivíduos em risco em $t_{(j)}$, ou seja, os indivíduos que não falharem e não censurarem até o instante imediatamente anterior a $t_{(j)}$. O estimador de Kaplan-Meier é dado por:

$$\hat{S}(t) = \prod_{j: t_{(j)} \leq t} \left(\frac{n_j - d_j}{n_j} \right) = \prod_{j: t_{(j)} \leq t} \left(1 - \frac{d_j}{n_j} \right) \quad (4)$$

Mais detalhes sob o estimador de Kaplan-Meier, ver por exemplo Lawless (2003).

Muitas são as situações em que comparações das funções de sobrevivência entre dois, ou mais, grupos são de interesse. O teste de *logrank* é o mais usado para comparar as curvas de sobrevivência. Considere-se que estamos interessados em comparar duas funções de

sobrevivência $S_1(t)$ e $S_2(t)$ e sejam as hipóteses: $\begin{cases} H_0 : S_1(t) = S_2(t) \\ H_1 : S_1(t) \neq S_2(t) \end{cases}$ (5)

Conforme definido no parágrafo anterior n_j e d_j , agora considera-se d_{ij} como sendo o número de falhas na amostra i no tempo t_j e n_{ij} número de indivíduos sob risco na amostra i no tempo t_j , em que $i=1,2$ e $j=1,2,\dots,k$. Assim a estatística utilizada para testar as hipótese H_0 versus H_1 é dado por:

$$T = \frac{\left(\sum_{j=1}^k (d_{2j} - w_{2j}) \right)^2}{\left(\sum_{j=1}^k (V_j)_2 \right)^{1/2}} \text{ em que } w_{2j} = \frac{(d_j)(n_{2j})}{n_j} \text{ e } (V_j)_2 = \frac{d_j n_{2j} (n_{1j})(n_j - d_j)}{n_j^2 (n_j - 1)} \quad (6)$$

Rejeita-se a hipótese nula quando $T > \chi_{1-\alpha}^2(1)$ que é o quantil $(1-\alpha)$ da distribuição qui-quadrado com 1 grau de liberdade e α é o nível de confiança. Outros testes como o teste de *Wilcoxon* e o teste da razão de verossimilhança ($-2LR$) também são muito usados. O teste de *Wilcoxon* é uma generalização do teste *logrank* e o teste da razão de verossimilhança é baseado nos estimadores de máxima verossimilhança. Para mais detalhes ao respeito ver por exemplo Colosimo (2001).

1.1.8.1 Modelo de regressão Weibull com dados censurados

Além dos tempos de sobrevivência e da variável indicadora de censura, é comum, em muitas situações observar covariáveis tais como, sexo, idade, escore de condição corporal, entre outras. Alguns objetivos dos modelos de regressão são: a comparação de dois ou mais grupos, estudo da associação entre duas características, aumento da precisão em comparações de interesse e a melhor interpretação do efeito de covariáveis nos tempos de sobrevivência. Os dados para o i -ésimo indivíduo ($i=1,2,\dots,n$), são nesse caso, representados pela tripla (t_i, δ_i, x_i^T) em que t_i é o tempo de falha, δ_i é o indicador de censura e $x_i^T = (1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ são as covariáveis observadas para cada indivíduo. Neste caso utiliza-se o modelo de regressão de locação escala (maiores detalhes ver Lawless 2003). Consideremos uma variável aleatória T com distribuição Weibull

$$\text{cuja função de densidade é dada por } f(t) = \frac{\gamma}{\alpha^\gamma} t^{\gamma-1} \exp\left\{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\gamma\right\}, \quad t, \alpha, \gamma > 0. \quad (7)$$

Consideremos a transformação $Y = \log(T)$ e utilizando métodos estatísticos pode-se mostrar que a distribuição da variável Y é:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma} \exp\left\{\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right) - \exp\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)\right\}, \quad -\infty < y, \mu < \infty, \sigma > 0, \text{ em que } \gamma = \frac{1}{\sigma} \text{ e } \alpha = \exp(\mu) \quad (8)$$

O interesse nesta modelagem é que a variável Y pode ser escrita como $Y = \mu + \sigma W$ em que W tem uma distribuição conhecida como valor extremo (LAWLESS, 2003). Se consideramos

uma função de ligação para as covariáveis como sendo $\mu = x^T \beta$ em que $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)^T$ é o vetor de parâmetros associados a cada covariável, então teremos um modelo de regressão log-linear da forma $Y = x^T \beta + \sigma W$. Agora seja y_1, y_2, \dots, y_n uma amostra aleatória da variável Y de tamanho n , indicando o logaritmo do tempo de sobrevivência o logaritmo de tempo de censura e $x_i^T = (1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ o vetor de covariáveis associado a cada indivíduo, então nesse caso o modelo pode ser escrito como $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \sigma w_i, i = 1, 2, \dots, n$, (9)

Na regressão anterior a função de densidade e sobrevivência nesse caso é dado por:

$$f(y_i) = \frac{1}{\sigma} \exp\left\{\left(\frac{y_i - x_i^T \beta}{\sigma}\right) - \exp\left(\frac{y_i - x_i^T \beta}{\sigma}\right)\right\}, \quad -\infty < y < \infty, \quad \sigma > 0, \quad (10)$$

$$e \quad S(y_i) = \exp\left\{-\exp\left(\frac{y_i - x_i^T \beta}{\sigma}\right)\right\} \quad (11)$$

Para poder estimar os parâmetros do modelo de regressão Weibull é utilizado o procedimento “survival” do *software* SAS (SAS INSTITUTE, 2002). Interpretações deste modelo podem ser visto em Lawless (2003), Colosimo (2001) dentre outros.

1.1.9 Custos dos programas de manejo agressivo da reprodução

A detecção do cio afeta diretamente o intervalo entre partos e como consequência disso, a produção de leite. A ausência de um bom programa de detecção de cio, pode tornar inviável o programa de inseminação artificial (THOMPSON; RODRIAA, 1983). Calcula-se que o incremento de 1 % na taxa de prenhez, vinculada à identificação de cio, resulta num ganho de aproximadamente 12 a 15 dólares por vaca por ano (DALTON et al., 2006). O anterior devido a que o incremento da taxa de prenhez diminui o número de dias em leite, aumentando assim a produção média de leite por dia de lactação. Esse fato aumenta também o tempo de vida útil dos animais dedicado a produzir leite na etapa mais rentável do período de lactação, tudo isso, com menores custos por serviço veterinário e reprodução. Vacas que emprenham mais rápido irão permanecer durante sua vida em média mais tempo no início da lactação, onde se apresentam as maiores produções de leite e terão menor probabilidade de serem descartadas por falha reprodutiva (De VRIES et al., 2005).

Em recente estudo feito através de modelagem na Universidade de Wisconsin (JONES apud por FRIKIE, 2006), observou-se que o retorno econômico caiu em mais de US\$128 por vaca por ano quando o intervalo entre partos aumentou de 56 semanas para 76 semanas, sendo maior o prejuízo econômico quando a vaca se distanciou mais do intervalo “ideal”.

De Vries (2006), na universidade da Flórida determinou que o custo médio de uma nova prenhez é de US\$278 e que o custo médio da perda de uma prenhez é de US\$555, o anterior usando um rebanho simulado e levando em consideração o desempenho do gado holandês e os preços vigentes para os Estados Unidos da América. O custo de uma nova prenhez aumenta com o aumento dos dias em leite ao início da lactação.

O custo por cada dia aberto a mais que tenha uma vaca, pode variar entre US\$0,81 até US\$13,33 e é incrementado quando aumentam os dias até a concepção. Um outro fator importante é que a vaca tem maior risco de ser descartada a medida que estes dias abertos aumentam (De VRIES et al., 2004).

Referências

- BARUSELLI, P.S. Avanços em reprodução animal e inseminação artificial em bubalinos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE BUBALINOCULTURA, 2., 2001, Pirassununga. **Anais ...** Pirassununga: USP, FZEA, 2001. 1 CD-ROM.
- BERRY, D.P.; BUCKLEY, F.; DILLON, P.; EVANS, R.D.; RATH, M.; VEERKAMP, R.F. Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield, and fertility in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 2193–2204, 2003.
- BURRIN, D.G.; FERRELL, C.L.; EISEMANN, J.H.; BRITTON, R.A.; NIENABER, J.A. Effect of level of nutrition on splanchnic blood flow and oxygen consumption in sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 62, p. 23–34, 1989.
- BUTLER, W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 60-61, p. 449–457, 2000.
- CAMARGO, S.L. **Identificação de cio em bovinos**: instrução técnica para o produtor. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 2 p.
- COLOSIMO, E.A. Análise de sobrevivência aplicada. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL BIOMETRIA, 46.; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 9., 2001, Piracicaba. Piracicaba: ESALQ, Depto. Ciências Exatas, 2001. 145 p.

DALTON, J.C.; AHMADZADEH, A.; CHEBEL, R.C.; OVERTON, M.W. **Cómo elevar al máximo el desempeño reproductivo.** Disponível em: <http://www.cigal.biz/elevar.html>. Acesso em: 03 ago. 2006.

DE VRIES A. Economic value of delayed replacement when cow performance is seasonal. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87. p. 2947–2958, 2004.

_____. Economic value of pregnancy in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 3876–3885, 2006.

DE VRIES, A.; VAN LEEUWEN, J.; THATCHER, W.W. Economic importance of improved reproductive performance. In: FLORIDA DAIRY REPRODUCTION ROAD SHOW, 2004, Okeechobee, Ocala and Chipley, Okeechobee. Disponível em: <http://www.animal.ufl.edu/devries> p. 33 - 43

DeLAVAL. **Activity meter user guide.** Disponível em: http://www.delaval.com/cgi-bin/MsmGo.exe?grab_id=717&EXTRA_ARG=NRMODE%3DPublished%00%26NRNODEGUILD%3D{8356EB56%252DF1B7%252D495B%252DBF49%252D831E9BBF5560}%00%26NRORIGINALURL%3D%252FAbout_DeLaval%252F_Admin_%252FSearch%253Fquery%253Dactivity%252Bmeter%00%26NRCACHEHINT%3DGuest%00%26FILTERNAME%3D%2540URL%00%26FILTERVALUE%3Dwww%252Edelaval%252Ecom%252F&CFGNAME=MssFindEN%2Ecfg&host_id=42&page_id=12064512&query=activity+meter&hiword=meter+METERED+METERING+METERS+ACTIVE+ACTIVELY+ACTIVIST+ACTIVES+ACTIVIT%20C3%89S+ACTIVITIES+activity+ACTIV+>. Acesso em: 13 ago. 2006.

EASTRIDGE, M.L. Major scientific advances in dairy science during the last 25 years: major advances in applied dairy nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 1311-1323, 2006.

FERGUSON, J.D. Diet, production and reproduction in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 5, p. 173–184, 1996.

FRICKE, P.M. **Aggressive management strategies for improving reproductive efficiency in lactating dairy cows.** Disponível em: http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/strategies502.pdf. Acesso em: 11 de ago. 2006.

GRAVES, W.M. **Heat detection strategies for dairy cattle.** Athens: The University of Georgia, 2002. 4 p. (Bulletin, 1212).

GUARÍN, J.F.; RAMIREZ, J.F.; BERDUGO, J.A. Evaluation of an Ovsynch protocol for fixed timed insemination in Water buffalo (*Bubalus bubalis*) in Colombia during the breeding season 2002- 2003. In: CONGRESSO NAZIONALE SULL'ALLEVAMENTO DEL BUFALO, 2., 2003, Rome. **Proceedings ...** Rome: Revista Bubalus bubalis. Roma, 2003. p. *6??-6??*.

HAFEZ E.S.E.; HAFEZ, V. **Reproducción e inseminación artificial en animales**. 7.ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 2002. 519 p.

HARRISON, R.O.; FORD, S.P.; YOUNG, J.W.; CONLEY, A.J.; FREEMAN, A.E. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, p. 2749–2758, 1990.

KAPLAN, E.L.; E P. MEIER. Nonparametric estimation from incomplete observations. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v. 53, p. 457-481, 1958.

KIDDY, C.A. Variation in physical activity as an indicator of estrus in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, p. 235-243, 1997.

LARISON, L.L.; BALL, P.J.H. Regulation of estrus cycle in dairy cattle: a review. **Theriogenology**, Stoneham, v. 38, p. 255-267, 1992.

LAWLESS, J. F. **Statistical models and methods for lifetime data**. New York: Wiley, 2003. 580 p.

LOPEZ, H.; SATTER, L.D.; WILTBANK, M.C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 81, p. 209–223, 2004.

LUCY, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end?. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 1277–1293, 2001.

MAATJE, K.; LOEFFLER, S.H.; ENGEL, B. Optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1098–1105, 1997.

MEYER; A.; SCHNIEDEWIND, H.; WANGLER, A. **Effects on the effectiveness of the detecting heat by using activity measurement on milk cattle**. 2003. Thesis (Master) - Fachhochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg, 2003.

MIALOT, J.P.; LAUMONNIER, G.; PONSART, C.; FAUXPOINT, H.; BARASSIN, E.; PONTER, A. A.; DELETANG, F. Postpartum subestrus in dairy cows: Comparison of treatment with prostaglandin F_{2α} or GnRH + prostaglandin F_{2α} + GnRH. **Theriogenology**, Stoneham, v. 52, p. 901–911, 1999.

MOORE, A.S.; SPAHR, S.L. Activity monitoring and an enzyme immunoassay for milk progesterone to aid in the detection of estrus. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3857, 1991.

MURRAY, R.; GIUDICE, E P. **Heat detection analysis using the DeLaval activity meter in grassland**. Provincia de Buenos Aires, Argentina, 2006. Disponível em:

http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Heat_detection_analysis_using_an_activity_meter.htm>. Acesso em: 10 ago. 2006.

NEBEL, R.L.; S.M. JOBST. Evaluation of a systematic breeding programs for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1169-1174, 1998.

O'CONNOR, M. L. **Heat detection and timing of service**. State College: The Pennsylvania State University, 1993. 19 p. (Extension Circular, 402).

ODDE, K.G. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 817-830, 1990.

PURSLEY, J.R.; M.O. MEE, E.; WILTBANK, M.C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂ and GnRH. **Theriogenology**, Stoneham, v. 44, p. 915-923, 1995.

PURSLEY, J.R.; WILTBANK, M.C.; STEVENSON, J.S.; OTTOBRE, J.S.; GARVERICK, E. H.A. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at synchronization of ovulation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 295-300, 1997.

RABIEE, A.R.; LEAN, I. J.; STEVENSON, M.A. Efficacy of ovsynch program on reproductive performance in dairy cattle: a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 2754-2770, 2005.

REDDEN, K.D.; KENNEDY, A.D.; INGALLS, J.R.; GILSON, T.L. Detection of Estrus by Radiotelemetric Monitoring of Vaginal and Ear Skin Temperature and Pedometer Measurements of Activity. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 713-721, 1993.

SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D.K.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L.; WILTBANK, M.C. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and 17 β -estradiol in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 2831-2842, 2002.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide**. SAS version 9.00. Cary, 2002.

SENGER, P.L. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 2745, 1994.

SYMONDS, H.W.; PRIME, G.R. The influence of volume of food intake by gilts on blood flow in the portal vein and clearance of progesterone from plasma. **Animal Production**, Bletchley, v. 48, p. 620-621, 1989.

TENHAGEN, B.A.; DRILLICH, M.; SURHOLT, R.; HEUWIESER, W. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: reproductive and economic considerations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 85-94, 2004.

THOMPSON, P.D.; RADRIAN, E. J.A. Transducers for capture of activity data. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 66, Suppl. 1, p. 230, 1983. Abstract.

WASHBURN, S.P.; SILVIA, W.J.; BROWN, C.H.; MCDANIEL, B.T.; MCALLISTER, A.J. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 244–251, 2002.

WILTBANK, M.; LOPEZ, H.; SARTORI, R.; SANGSRITAVONG, S.; GUMEN, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, Stoneham, v. 65, p. 17–29, 2006.

2 EFICIÊNCIA DE USO DO MEDIDOR DE ATIVIDADE NA DETECÇÃO DE CIO APÓS O PERÍODO DE ESPERA VOLUNTÁRIO

Resumo

Comparou-se a eficiência na detecção de cio da observação visual e de um medidor de atividade durante o primeiro cio efetivo após o período de espera voluntário (PEV). Foram utilizadas 110 vacas holandesas de alta produção, divididas em dois grupos, um com detecção visual (controle n=56), e outro equipado com medidores de atividade (experimental n=54). O período de avaliação iniciou-se aos 54 dias em lactação (DEL) e terminou quando as vacas foram indicadas em cio ou quando elas atingiram os 84 DEL sem que fossem indicadas pelo seu respectivo sistema. Os dados do tempo que as vacas permaneceram sem serem detectadas em cio após o PEV, foram analisados através das curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier (Proc lifetest do SAS). As covariáveis produtivas e reprodutivas que poderiam afetar a taxa de detecção de cio foram testadas para cada grupo com modelos de regressão na presença de dados censurados (Proc lifereg do SAS), utilizando a distribuição Weibull. As covariáveis foram: a produção de leite (PICO, PICOd, P305d), grau de claudicação (ICLAU), condição corporal ao parto (CCP), intervalo entre partos (IEP) e o número de partos (NL). 98,07% dos animais do grupo experimental foram indicados em cio pelo medidor de atividade até os 84DEL, porém 63,64% animais do grupo controle foram indicados durante o mesmo período. O tempo médio de dias até a detecção de cio foi menor para o grupo experimental do que para o grupo controle (10,73 Vs. 19,60 $P<0.01$) e a percentagem de falsos positivos dos dois sistemas foi de 21,57 e 5,88 respectivamente. Um animal do grupo experimental não foi detectado, enquanto 20 animais do grupo controle não foram detectados até o final do experimento. O medidor de atividade teve sensibilidade de 100% e especificidade de 8,3%, isto quer dizer que o aparelho identificou as mudanças no comportamento animal, porém não conseguiu diferenciar muito bem quando estas mudanças eram em realidade falsos positivos. Para o grupo Experimental, o NL ($P<0.05$) e a CCP ($P<0.10$) influenciaram a detecção de cio sendo que vacas com maior NL e maior CCP foram detectadas antes pelo sistema. A detecção de cio das vacas múltiparas do grupo controle, foi influenciada pela produção de leite e também pelo IEP. Em conclusão, a alta produção de leite não foi um fator limitante para a detecção de cio no grupo experimental, mas sim para o grupo controle. O Medidor de atividade identificou maior número de animais mais rapidamente durante o período experimental, porém outros sintomas de cio devem ser associados à indicação em cio do aparelho para melhorar sua confiabilidade.

Palavras-chave: Estro; Leite; Pedômetro; Sobrevivência

Abstract

With the aim to compare the efficiency of use of an electronic activity meter tag (AMT) during the first effective estrous after the voluntary waiting period, 110 Holstein cows (n=110; 54 DIM) were divided into two groups, one detected via visual observation (control n=56) and the other equipped with AMT (experimental n=54). The trial period ended when the cow was

indicated in estrous or when it reached 84 DIM without any detection. The time spent in the process of detection was analyzed using survival curves (Proc life test of SAS). The AMT detected more animals than the visual observation (98.07% versus 63.64%) more quickly (10.73 Vs. 19.60 P <0.0001) until 84 DIM, although the rate of false positives was higher (21.57 versus 5.88 respectively). The productive and reproductive covariates that could affect the estrous detection were tested separately for each group with regression models (Proc life reg of SAS), using the Weibull distribution. In the experimental group, only the number of lactations (P <0.05) and body score at birth (P <0.10) influenced the heat detection. The detection for multiparous cows of the control group was influenced by the milk production (P <0.05) and by the interval between births (P <0.10). In conclusion, high milk production was not a limiting factor for heat detection of the experimental group, but for the control group. The AMT identified more animals more quickly during the trial period, however, other symptoms of estrous should be associated with the activity meter indication to improve its reliability.

Keywords: Estrus; Milk; Pedometer; Survival

2.1 Introdução

A produção de leite tem aumentado drasticamente nas últimas duas décadas em grande parte pelo melhoramento genético das características leiteiras dos animais, juntamente com mudanças no manejo nutricional. Porém a eficiência reprodutiva das fazendas leiteiras, em geral, tem diminuído, devido à características como: período reduzido de estro (média de 7 horas), menores taxas de concepção, condição anovulatória (cístos foliculares) e presença de corpo lúteo persistente (fase luteal > 20 dias) (WILTBANK et al., 2006). Também deve se mencionar como possível causa das alterações reprodutivas no início do pós-parto, o balanço energético negativo que apresentam os animais mais produtivos (FERGUSON, 1994). Existe uma alta correlação ($r = 0.88$) entre a produção de leite e a ingestão de matéria seca (HARRISON et al., 1990). É comum para fazendas que têm média acima dos 12.500 kg de leite por vaca por lactação, ter vacas consumindo de 25 a 27 kg de matéria seca por dia. Com o fato do enchimento mecânico do rúmen, a densidade energética das dietas também tem sido incrementada (EASTRIDGE, 2006). Em vacas leiteiras, a contínua procura por nutrientes para atingir os requerimentos da alta produção, incrementa o fluxo de sangue pelo fígado e o metabolismo de hormônios esteróides, em especial progesterona e estrogênio (SANGSRITAVONG et al., 2002). Como o fígado é o maior sítio de metabolismo da progesterona e do 17β estradiol, é lógico que o incremento na ingestão de matéria seca possa incrementar o fluxo de sangue pelo fígado, assim as vacas de alta produção apresentam aumento do metabolismo de hormônios esteróides (estrógeno e

progesterona), razão pela qual apresentam baixas concentrações circulantes destes hormônios importantes para a fisiologia reprodutiva (SANGSRITAVONG et al., 2002). Baixos níveis de estradiol durante o pró-estro diminuem o tempo e intensidade da aceitação de monta, o que prejudica a observação de cio (WILTBANK et al., 2006). O medidor de atividade identifica os animais em cio sem a necessidade de monitoramento visual, o que reduz a falha humana na detecção. Esse equipamento vem sendo utilizado com sucesso em vários países, mas devido à sua recente introdução no Brasil, existe carência de estudos delineados para medir a eficiência dos medidores de atividade em condições subtropicais. O objetivo deste artigo é comparar a observação de cio por método visual e o medidor de atividade na detecção do primeiro cio após o período de espera voluntário em vacas holandesas de alta produção.

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Material e Métodos

2.2.1.1 Local experimental

O experimento foi desenvolvido na Fazenda AGRINDUS S.A., município de Descalvado, São Paulo (latitude 21°54'14" Sul, longitude 47°37'10" Oeste, altitude de 679 metros sobre o nível do mar). Os animais nesta fazenda estão confinados em *free stalls*, com zonas de lazer apropriadas e recebem ração total com suplemento mineral à vontade.

2.2.1.2 Animais

Foram selecionadas 110 vacas de alta produção da raça Holandesa com 54 dias pós-parto (período voluntário de espera definido pela fazenda). As vacas foram divididas em dois grupos, Controle (n=56) e Experimental (n=54), com as mesmas características produtivas (média de 1.95 partos; condição corporal ao parto 3.26, escala de 1 a 5; produção de leite média de 24,39 Litros por vaca por dia e índice de claudicação médio de 1,46, escala de 1 a 5). Testes de comparação de médias foram feitos para verificar que os dois grupos não fossem diferentes no início do experimento.

2.2.1.3 Detecção de cio

Para o Grupo Controle, a observação de cio foi realizada três vezes ao dia por funcionários treinados. As observações foram feitas de madrugada (1-3 horas), na ordenha da manhã (6-8 horas) e de tarde (16-18 horas). As vacas do grupo Experimental foram equipadas com medidores de atividade eletrônicos (*DeLaval activity meter Tags*) e monitoradas durante as 24 horas do dia usando um sistema computadorizado de registro. Foi realizado exame ultrassonográfico prévio nos dois grupos para descartar possíveis anomalias reprodutivas. Também este tipo de exames continuaram-se quinzenalmente sobre todos os animais como rotina definida pela fazenda. O período experimental teve início aos 54 dias em lactação (DEL) e terminou quando a vaca apresentou comportamento de cio ou até esta atingir os 84 DEL sem que fosse detectada em cio (Figura 1).

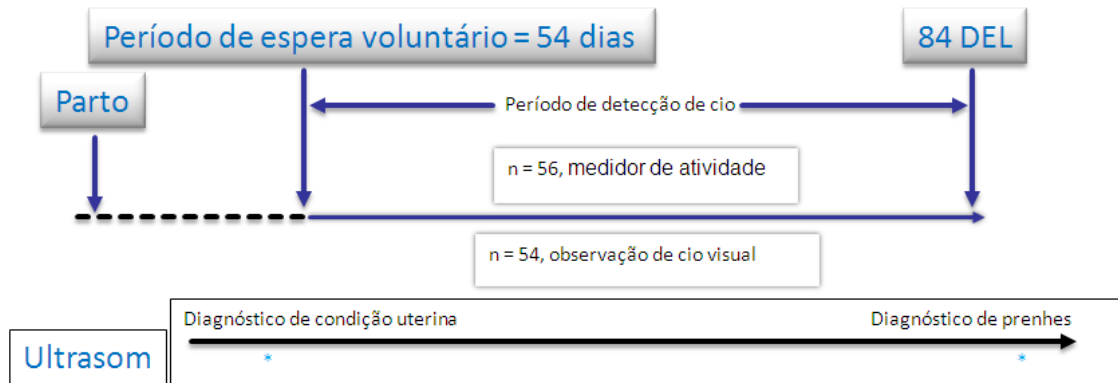


Figura 1 - Representação esquemática do experimento de comparação entre a observação de cio e o uso do medidor de atividade para detecção do primeiro cio efetivo pós-parto

2.2.1.4 Variáveis

A variável resposta denominada de permanência (tempo=t) indica o tempo em dias que as vacas tardaram em ser detectadas em cio após o período de espera voluntário. Foram obtidos os registros das vacas para avaliar quais foram as covariáveis produtivas e reprodutivas que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio. As variáveis coletadas foram: Índice de claudicação (x1=ICLAU), Número de lactações (x2=NL), Intervalo entre partos (x3=IEP), Pico de produção (x4=PICO), Dia do pico de produção (x5=PICOd), Produção de leite ajustada aos 305 dias (x6=P305d) e Classificação das vacas como primíparas o multíparas (x7=PRIM-MULT). A variável Condição corporal ao parto (x10=CCP) foi transformada numa variável

Dummy porque não se comportava como variável contínua, assim, ela foi dividida em duas novas variáveis, a (x8=CCP1) que compara as condições corporais 3,0 e 3,5 e a variável (x9=CCP2) que compara as condições corporais 3,0 com 4,0.

2.2.1.5 Coleta de sangue e dosagem hormonal

Amostras de sangue foram coletadas por venopunção a vácuo da veia caudal em tubos de Vacutainer® heparinizados. As coletas foram realizadas no momento da inseminação artificial, depois que o medidor de atividade ou a observação visual indicaram os animais em cio. O sangue foi mantido refrigerado entre 2 e 8°C por até 4h e então centrifugado a 800G por 10 minutos. O soro obtido foi transferido para tubo plástico identificado e então congelado a -20°C para posterior análise no Laboratório de Dosagens Hormonais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. A concentração plasmática de Progesterona (P₄) foi determinada pelo teste comercial de radioimunoensaio (DPC, Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, USA) (BARUSELLI, 2003).

2.2.1.6 Análise estatística

Os dados de permanência no experimento de detecção de cio foram analisados através das curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier (Proc lifetest do pacote estatístico SAS versão 9.00) e comparados com os testes estatísticos log-rank, Wilcoxon e -2Log(LR). Para cada grupo experimental foram feitos modelos de regressão na presença de dados censurados (Proc lifereg do SAS versão 9.00), utilizando a distribuição Weibull.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_n x_{in} + \sigma w_i$$

Onde: β_0 : é o intercepto, $\beta_n x_{in}$: as Covariáveis e σw_i : é o erro aleatório do modelo, que neste caso tem distribuição Valor extremo.

2.2.2 Resultados e Discussão

2.2.2.1 Comparação da taxa de detecção de cio e dos dias até a detecção de cio para os dois grupos

Cinquenta e um de 52 (98,07%) animais do grupo experimental, foram detectados em cio pelo medidor de atividade durante o período experimental. Porém, somente 35 dos 55 (63,64%)

animais do grupo controle, monitorado visualmente, foram detectados em cio durante o mesmo período. A média de dias até detecção de cio deferiu estatisticamente ($P < 0,01$) entre os dois grupos. A média de dias para detecção de cio do grupo experimental foi de 10,73 dias, enquanto a média do grupo detectado visualmente foi de 19,60 dias. Durante o experimento, 3 vacas (2 do grupo experimental e 1 do grupo controle) foram excluídas em razão de alterações fisiológicas como, aderência de útero e mastite clínica, as quais poderiam afetar a fertilidade destes animais. Estes animais foram tratados como dados censurados e a sua permanência no experimento foi registrada. Além disso, os animais que não apresentaram nenhuma alteração fisiológica, mas que nunca foram detectados em cio durante o período experimental (1 no caso do grupo experimental e 20 para o grupo controle), foram tratados como dados censurados. O tempo de permanência no experimento destes animais foi estimado como o tempo máximo na equação de sobrevivência (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de animais detectados em cio, taxa de detecção de cio, dados censurados e tempo médio até a detecção de cio para os dois grupos

Grupo	n	Animais detectados	Porcentagem de detecção	Censurados durante o experimento	Não detectados	Média de dias até detecção	Erro padrão
Experimental	54	51	98,07	2	1	10,73 ^a	1,05
Controle	56	35	63,64	1	20	19,60 ^b	1,40

Médias seguidas por letra minúscula sobrescrita na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,01$) pelos testes de igualdade Log-Rank, Wilcoxon e -2Log(LR)

Como mostrado na Tabela 1, as vacas do grupo experimental tiveram a primeira inseminação artificial após o parto em média 8,87 dias antes do que as vacas do grupo controle.

As curvas de sobrevivência obtidas para os dias até a detecção de cio ilustram mais claramente a diferença na eficiência da detecção de cio existente entre os dois grupos. Também nestas curvas pode se observar a porcentagem de animais que não receberam nenhuma inseminação artificial até 84 dias após do parto (1,92% no caso do grupo experimental e 36,36% para o grupo controle) (Figura 2).

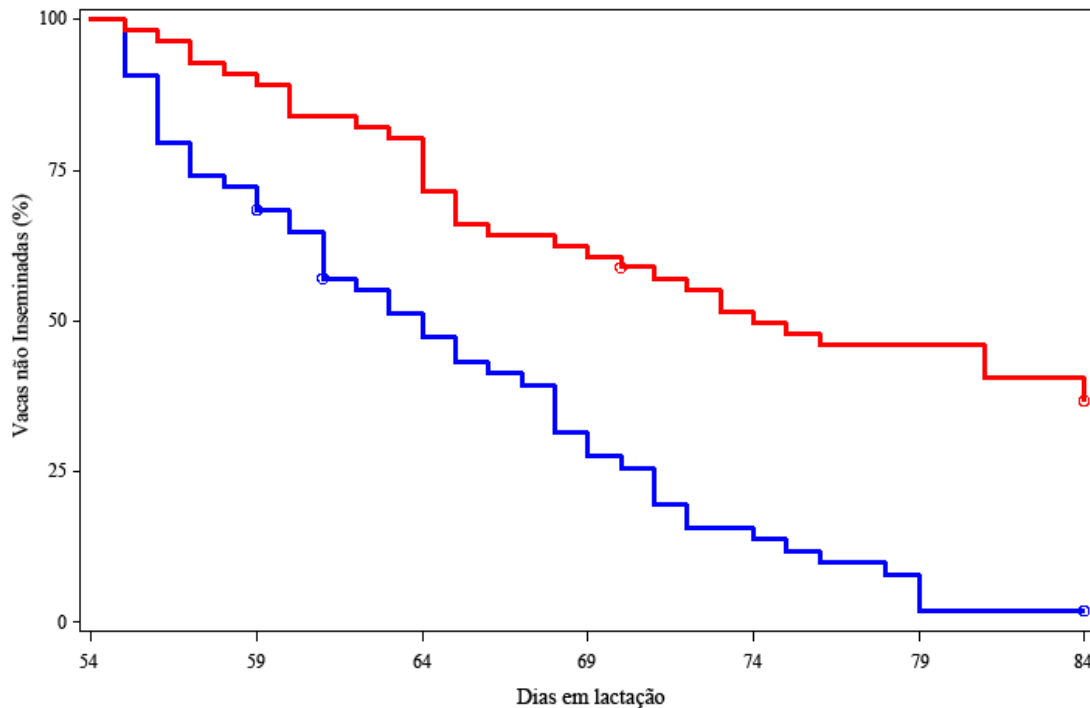


Figura 2 - Curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para os dias até a detecção de cio após do período de espera voluntário. Em azul o grupo experimental, detectado com medidor de atividade, em vermelho o grupo controle monitorado visualmente. Círculos sobre as linhas indicam ocorrência de dados censurados

Murray e Giudice (2006), comparando os dois mesmos sistemas de detecção de cio em períodos consecutivos de 60 dias, mas num sistema de alimentação baseado em pastejo, reportaram aumento de mais de 30% na percentagem de detecção de cios após a utilização do medidor de atividade (medidor de atividade = 88% versus detecção visual = 54%).

Meyer et al. (2003), utilizando um delineamento experimental similar, conseguiram diminuir os dias abertos em mais de 12 dias após o uso do medidor de atividade, se comparado aos dias abertos obtidos após o uso do sistema de observação visual de cios. Estes estudos também confirmaram que o sistema eletrônico de monitoramento da atividade animal forneceu uma taxa de detecção de cios de 95%.

Durante o período experimental não foi observada nenhuma falha eletrônica no funcionamento dos medidores de atividade, também não ocorreu nenhuma disfunção nos equipamentos adicionais usados para o armazenamento e processamento da informação referente a atividade das vacas do grupo experimental.

2.2.2.2 Ocorrência de falsos positivos

As análises de progesterona circulante presente no momento da inseminação junto aos resultados do exame ultra-sonográfico para ambos os grupos, permitiram verificar a ocorrência de falsos positivos (animais com P_4 circulante $\geq 1\text{ng/mL}$ + presença de corpo lúteo na semana imediatamente anterior) e de verdadeiros positivos (P_4 circulante $< 1\text{ng/mL}$ + presença de folículo) para os dois sistemas de detecção de cio (Tabela 2).

Tabela 2 - Ocorrência de falsos positivos (P_4 circulante $\geq 1\text{ng/mL}$ + presença de corpo lúteo na semana imediatamente anterior) e de verdadeiros positivos (P_4 circulante $< 1\text{ng/mL}$ + presença de folículo) para os dois sistemas de detecção de cio

Sistema de detecção	Animais detectados	Falso Positivo	Verdadeiro positivo
	(n)	% (n)	% (n)
Observação visual	34	5,88% (2)	94,11% (32)
Medidor de atividade	51	21,57% (11)	78,43% (40)

A ocorrência de falsos positivos no grupo detectado visualmente foi de apenas 5,88%, em grande parte devido à experiência dos funcionários. Porém, no grupo detectado com o medidor de atividade a taxa de falso positivo foi de 21,57%. Maatje et al. (1997) relatam que muitas das indicações de falsos positivos neste tipo de equipamentos se dão em função do número de vacas que apresentam estro no mesmo dia e dos algoritmos utilizados para determinação de cio. Um exemplo do anterior é o achado pelo Lopez et al. (2004), trabalhando com vacas holandesas de alta produção, onde é descrito que, o período de aceitação de montas e o número de montas depende do nível de produção de leite do animal. Portanto, a calibração do *software* que reconhece quais animais estão apresentando comportamento de cio é um fator determinante para o sucesso de qualquer programa reprodutivo gerenciado por medidores eletrônicos de atividade. Estudos feitos com este mesmo equipamento de detecção de cio por Meyer et. al. (2003), concluíram que taxas de erro do 54% deveriam ser aceitas em função de uma alta taxa de animais indicados (95%), mas que este tipo de erros podem, na maioria dos casos, ser filtrados visualmente e também usando o calendário da vaca.

O histograma de ocorrência de falsos positivos nos dois grupos permite visualizar que nos dois sistemas de detecção de cio, a maioria dos falsos positivos apresentaram-se nos 10 primeiros dias do experimento (Figuras 3 e 4).

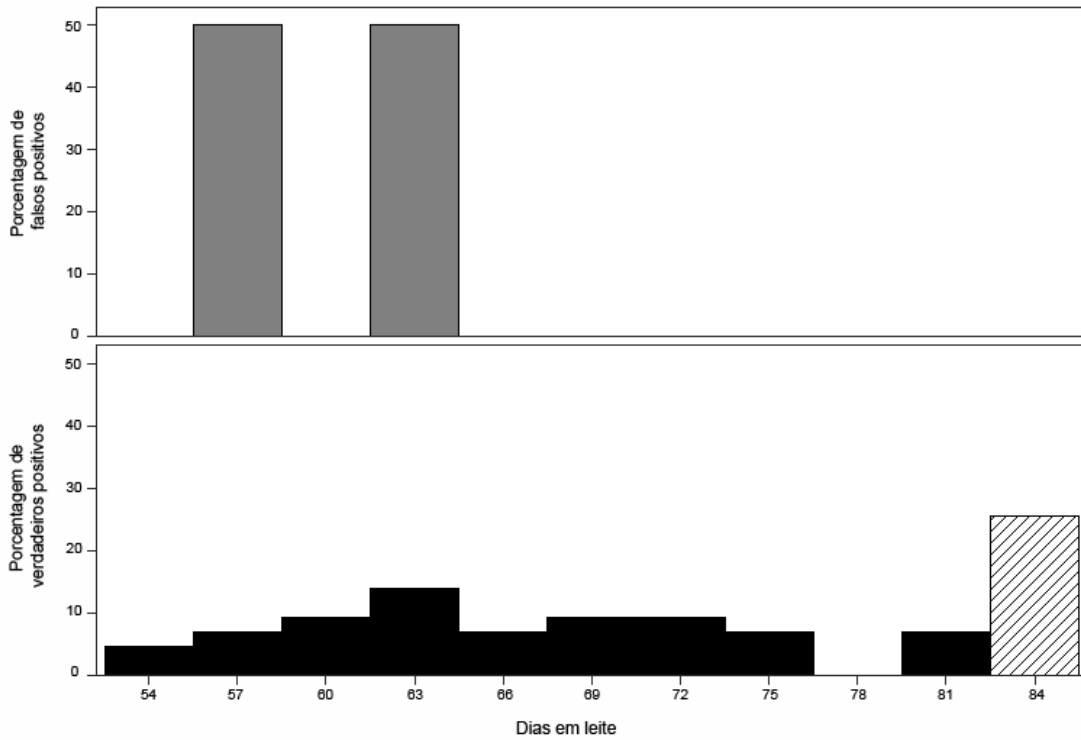


Figura 3 - Ocorrência de falsos e de verdadeiros positivos para o grupo controle durante o período experimental. Acima em cinza os falsos positivos, abaixo em preto os verdadeiros positivos, abaixo com linhas pretas verticais os animais não detectados

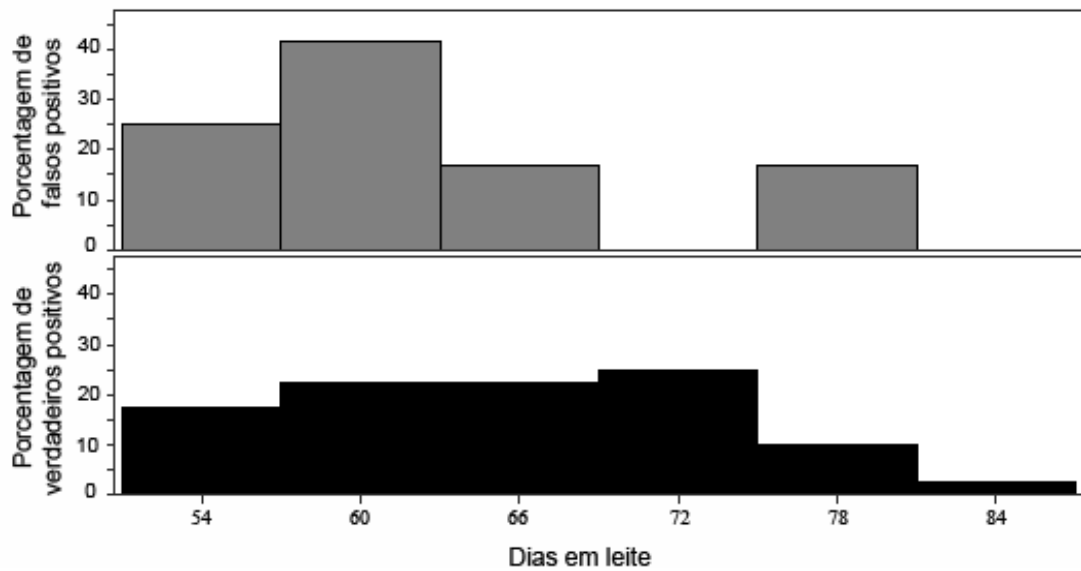


Figura 4 - Ocorrência de falsos e de verdadeiros positivos para o grupo experimental durante o período experimental

Este resultado sugere a importância de centrar os esforços para filtrar as falsas indicações de cio, lembrando que, estas alertas emitidas pelos equipamentos não necessariamente deverão levar a uma ação por parte dos fazendeiros quando as alertas pudessem ser falsos positivos. Um

sistema de escolha visual baseado na experiência dos funcionários deve estar integrado ao sistema automatizado, assim quando o sistema faça as indicações, outras informações relativas ao animal deverão ser analisadas. O anterior pode ser feito verificando a produção de leite durante a última semana e no dia do cio, verificando se possível o consumo de alimento durante os últimos dias, verificando outros sinais externos de cio ou verificando tonicidade do útero durante a inseminação por exemplo.

2.2.2.3 Sensibilidade e especificidade do medidor de atividade

Partindo dos dados anteriores foi feita um análise de especificidade e de sensibilidade sobre os resultados do grupo equipado com o medidor de atividade (Tabela 3). O verdadeiro negativo mostrado na tabela foi determinado com base nos dados de exames ultra-sonográficos coletados a cada 15 dias até os 100 dias pós-parto.

Tabela 3 - Quadro para a análise de sensibilidade e de especificidade do grupo experimental

	Alerta gerada	Alerta não gerada
Animal em cio	40VP	0FN
Animal que não está em cio	11FP	1VN

VP: verdadeiro positivo, FN: falso negativo, FP: falso positivo, VN: verdadeiro negativo;
 SENSIBILIDADE $40/(40+0) * 100 = 100\%$; ESPECIFICIDADE $1/(1+11) * 100 = 8,3\%$

O medidor de atividade teve uma sensibilidade de 100% e uma especificidade de 8,3%. Isso quer dizer que ele conseguiu identificar muito bem os animais que apresentaram mudanças no padrão do comportamento, mas que não conseguiu diferenciar com grande eficiência os casos em que estas indicações eram falsos positivos. A sensibilidade e a especificidade são mutuamente dependentes. Aumento na sensibilidade diminui a especificidade e vice versa. Uma alta sensibilidade pode ser desejada quando não quer ser perdido nenhum evento e em que, além, os falsos positivos não são um grande problema. Uma alta especificidade é melhor quando os falsos positivos devem ser detectados. O sistema de detecção automatizada de cio traz como definição padrão, o nível de sensibilidade ajustado para 1. Isso significa que o sistema necessita de apenas uma hora de alta atividade significativa antes de gerar um alarme. Para o nível de sensibilidade 2, o sistema necessita de duas horas consecutivas de alta atividade. O nível de sensibilidade 3 necessita de 3 horas consecutivas, e assim por diante. O nível pode ser ajustado entre 1 e 5. O

aumento do nível faz com que o sistema desconsidere as vacas com um período curto de alta atividade, colocando menos vacas na lista de atividade. Além dos ajustes de sensibilidade, o aparelho permite ajuste do nível de precisão. Quanto maior for o nível de precisão, menor será o número de vacas identificadas como positivas ou falsas positivas. Com um nível alto, a precisão na identificação das vacas com alta atividade será maior, mas também é possível que as que mostram sinais físicos de cio sejam desconsideradas. Reduzindo o nível de precisão o número de vacas será maior, mas também serão apresentadas mais vacas positivas falsas. Todavia, isso dará a possibilidade de controlar estas vacas para verificar se elas apresentam os sinais visuais de cio. Na maioria dos casos, essas vacas falsas positivas podem ser filtradas facilmente com base no calendário das vacas e nos sinais visuais de cio. A otimização da precisão irá depender das condições de cada fazenda.

2.2.2.4 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio no grupo experimental

Depois que as médias de dias até a detecção de cio dos dois sistemas de detecção avaliados apresentaram diferença pelos testes de igualdade aplicados, o conjunto de variáveis que poderiam interferir acelerando ou desacelerando o processo de detecção de cio, foram analisados por separado para cada um destes sistemas.

Os dados analisados em conjunto para as vacas primíparas e multíparas demonstraram que os parâmetros que interferiram, acelerando ou desacelerando a detecção de cio para o grupo experimental foram: o número de lactações ($P < 0.05$) e a condição corporal ao parto ($P < 0.1$), sem que se tivessem indícios estatísticos de que as outras variáveis avaliadas influenciaram a detecção de cio (Tabela 4).

Tabela 4 - Fatores acelerantes ou desacelerantes da detecção de cio do grupo experimental, detectado com medidor de atividade

Análise do estimador do parâmetro							
Parâmetro	g.l.	Estimação	Erro padrão	Intervalo de confiança (95%)		Qui-quadrada	P-valor
Intercepto	1	33,148	0,8011	17,446	48,849	17,12	<,0001
ICLAU	1	0,1248	0,1360	-0,1417	0,3913	0,84	0,3587
NL	1	-0,2825	0,1451	-0,5668	0,0018	3,79	0,0515
CCP1	1	-0,5949	0,3078	-11,981	0,0083	3,74	0,0532
CCP2	1	-0,7435	0,3935	-15,148	0,0278	3,57	0,0589
PICO	1	0,0089	0,0150	-0,0205	0,0384	0,35	0,5524
PICOd	1	-0,0109	0,0092	-0,0289	0,0071	1,40	0,2367
PRIM-MULT	1	0,2006	0,4371	-0,6562	10,573	0,21	0,6464
Scale	1	0,6730	0,0781	0,5361	0,8449		
Weibull Shape	1	14859	0,1725	11,836	18655		

ICLAU: índice de claudicação; NL: número de lactações; CCP1: comparação entre a condição corporal 3,0 e 4,0; CCP2: comparação entre a condição corporal 3,5 e 4,0; PICO: pico de lactação; PICOd: dia em que ocorreu o pico de lactação; PRIM-MULT: classificação das vacas como primípara o múltipara. Os dados aqui reportados foram testados usando a distribuição Weibull.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_8 x_{i8} + \beta_9 x_{i9} + \beta_4 x_{i4} + \beta_5 x_{i5} + \beta_7 x_{i7} + \sigma w_i \quad (12)$$

Onde: β_0 : é o intercepto, $\beta_1 x_{i1}$: o índice de claudicação, $\beta_2 x_{i2}$: o número de lactações, $\beta_8 x_{i8}$: comparação entre a condição corporal 3,0 e 4,0, $\beta_9 x_{i9}$: comparação entre a condição corporal 3,5 e 4,0, $\beta_4 x_{i4}$: o pico de lactação, $\beta_5 x_{i5}$: o dia em que ocorreu o pico de lactação, $\beta_7 x_{i7}$: classificação das vacas como primípara o múltipara e σw_i : é o erro aleatório do modelo, que neste caso tem distribuição Valor extremo.

Vacas com maior número de lactações foram detectadas antes em cio pelo medidor de atividade, mesmo assim, vacas com melhor condição corporal ao parto foram detectadas mais rapidamente. A relação existente entre escore de condição corporal e sucesso reprodutivo é conhecida. O escore de condição corporal e a intensidade e duração do balanço energético negativo são reportados como fatores influenciadores da reprodução. O escore de condição corporal decai no início da lactação e é repostado no meio da lactação. O tempo para que a condição corporal chegue a seu ponto mais baixo é de dois meses para vacas de primeira e de segunda lactação, e de 4 meses para vacas de terceira e quarta lactação (CHAGAS et al., 2007). O anterior explica por que as vacas com maior número de lactações e com melhor escore de

condição corporal ao parto apresentaram cio antes do que vacas com menores índices para estas duas características.

2.2.2.5 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio no grupo controle

Quando foram analisados os fatores que tinham influência sobre a média de dias para detecção de cio das vacas do grupo controle, isto sem diferenciar entre vacas primíparas e múltíparas, não se comprovou interferência destes fatores sobre a detecção durante o período experimental (Tabela 5).

Tabela 5 - Fatores acelerantes ou desacelerantes da detecção de cio do grupo controle, detectado com observação visual

Análise do estimador do parâmetro							
Parâmetro	g.l.	Estimação	Erro padrão	Intervalo de confiança (95%)		Qui-quadrada	P-valor
Intercepto	1	54,782	12508	30,266	79,298	19,18	<,0001
ICLAU	1	0,1334	0,1610	-0,1821	0,4490	0,69	0,4073
NL	1	-0,1247	0,1996	-0,5160	0,2666	0,39	0,5322
CCP1	1	0,3462	0,3644	-0,3680	10604	0,90	0,3421
CCP2	1	0,5164	0,6524	-0,7623	17950	0,63	0,4287
PICO	1	-0,0322	0,0223	-0,0759	0,0115	2,08	0,1491
PICOd	1	-0,0159	0,0109	-0,0372	0,0054	2,13	0,1442
PRIM-MULT	1	0,4899	0,5137	-0,5170	14,968	0,91	0,3403
Scale	1	0,7830	0,1169	0,5843	10492		
Weibull Shape	1	12772	0,1907	0,9531	17115		

ICLAU: índice de claudicação; NL: número de lactações; CCP1: comparação entre a condição corporal 3,0 e 4,0; CCP2: comparação entre a condição corporal 3,5 e 4,0; PICO: pico de lactação; PICOd: dia em que ocorreu o pico de lactação; PRIM-MULT: classificação das vacas como primípara ou múltípara. Os dados aqui reportados foram testados usando a distribuição Weibull

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_8 x_{i8} + \beta_9 x_{i9} + \beta_4 x_{i4} + \beta_5 x_{i5} + \beta_7 x_{i7} + \sigma w_i \quad (13)$$

Onde: β_0 : é o intercepto, $\beta_1 x_{i1}$: o índice de claudicação, $\beta_2 x_{i2}$: o número de lactações, $\beta_8 x_{i8}$: comparação entre a condição corporal 3,0 e 4,0, $\beta_9 x_{i9}$: comparação entre a condição corporal 3,5 e 4,0, $\beta_4 x_{i4}$: o pico de lactação, $\beta_5 x_{i5}$: o dia em que ocorreu o pico de lactação, $\beta_7 x_{i7}$: classificação das vacas como primípara ou múltípara e σw_i : é o erro aleatório do modelo, que neste caso tem distribuição Valor extremo.

Separando as 31 vacas múltíparas deste grupo e analisando as variáveis produtivas, encontrou-se que o pico de lactação ($P=0,05\%$), a produção de leite ajustada aos 305 dias ($P=0,05\%$) e o intervalo entre partos histórico das vacas ($P=0,1\%$) foram significativos sobre a detecção de cio (Tabela 6).

Tabela 6 - Fatores acelerantes ou desacelerantes da detecção de cio para vacas múltíparas do grupo controle, detectado com observação visual

Análise do estimador do parâmetro							
Parâmetro	g.l.	Estimação	Erro padrão	Intervalo de confiança (95%)		Qui-quadrada	P-valor
ICLAU	1	0,1431	0,1155	-0,0833	0,3695	1,53	0,2154
NL	1	0,0673	0,1270	-0,1816	0,3163	0,28	0,5961
IEP	1	-0,0052	0,0029	-0,0109	0,0004	3,35	0,0672
PICO	1	-0,1158	0,0573	-0,2280	-0,0035	4,08	0,0433
P305d	1	0,8714	0,3848	0,1173	16255	5,13	0,0235
Scale	1	0,6099	0,0932	0,4521	0,8228		
Weibull Shape	1	16397	0,2505	12154	22121		

ICLAU: índice de claudicação; NL: número de lactações; IEP: Intervalo entre partos; PICO: pico de lactação; P305d: produção de leite ajustada aos 305 dias. Os dados aqui reportados foram testados usando a distribuição Weibull

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \beta_4 x_{i4} + \beta_6 x_{i6} + \sigma w_i \quad (14)$$

Onde: β_0 : é o intercepto, $\beta_1 x_{i1}$: o índice de claudicação, $\beta_2 x_{i2}$: o número de lactações, $\beta_3 x_{i3}$: intervalo entre partos, $\beta_4 x_{i4}$: o pico de lactação, $\beta_6 x_{i6}$: produção de leite ajustada aos 305 dias e σw_i : é o erro aleatório do modelo, que neste caso tem distribuição Valor extremo.

A alta produção do leite foi um fator determinante para a demora na detecção visual do cio das vacas múltíparas. Wiltbank et al. (2006) indicam a alta produção de leite como responsável da diminuição da taxa de observação de cio. Assim, a alta produção de leite, a ingesta aumentada e as taxas metabólicas típicas do início da lactação, resultam em quebra e desabastecimento tanto de estradiol como de progesterona. Estes baixos níveis hormonais levam a curtos períodos de aceitação de monta, o que vai gerar baixas taxas de detecção de cio. Lopez et al. (2004) estudando um grupo de vacas múltíparas classificadas como de baixa produção (<39.5 kg/dia) ou de alta produção (≥ 39.5 kg/dia), conseguiram provar que os eventos de monta e que a

duração da monta foi menor para vacas com maior produção de leite. Ao diminuir o tempo de monta e a duração deste evento, a visualização de um possível cio é danificada, o que compromete o sucesso de um programa de observação de cio. Outros autores (VAN EERDENBURG et al., 2002) reportam que estas montas e os outros característicos sintomas de cio só são observados apenas em 50% das vacas de alta produção.

2.3 Conclusões

O medidor de atividade apresentou maior taxa de detecção de cio quando comparado com a observação visual durante o período experimental (54 a 84 DEL). A efetividade do aparelho para indicar as vacas em cio mostrou-se principalmente vantajosa para as vacas multíparas de alta produção de leite, devido ao seu monitoramento constante de qualquer mudança no comportamento do animal. O sistema de detecção automatizado deverá estar integrado com a observação das manifestações externas de cio para filtrar possíveis falsos positivos e otimizar o ganho pelo uso do aparelho .

Referências

- BARUSELLI, P.S.; MARQUES, M. De O.; CARVALHO, N.A.T.; BERBER, R.C.A.; VALENTIM, R.; CARVALHO FILHO, A.F.; COSTA NETO, W.P. Follicular dynamics and pregnancy rate in embryo recipient (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*) treated with "Ovsynch" protocol for fixed-time embryo transfer. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Sao Paulo, v. 40, p. 96-106, 2003. Suplemento.
- CHAGAS, L.M.; BASS, J.J.; BLACHE, D; BURKE, C.R.; KAY, J.K.; LINDSAY, D.R.; LUCY, M.C.; MARTIN, G.B.; MEIER, S.; RHODES, F.M.; ROCHE, J.R.; THATCHER, W.W.; WEBB, R. Invited Review: New Perspectives on the Roles of Nutrition and Metabolic Priorities in the Subfertility of High-Producing Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 4022–4032, 2007.
- EASTRIDGE, M.L. Major scientific advances in dairy science during the last 25 years: major advances in applied dairy nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 1311-1323, 2006.
- FERGUSON, J.D. Diet, production and reproduction in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 5, p. 173–184, 1996.

HARRISON, R.O.; FORD, S.P.; YOUNG, J.W.; CONLEY, A.J.; FREEMAN, A.E. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, p. 2749–2758, 1990.

LOPEZ, H.; SATTER, L.D.; WILTBANK, M.C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 81, p. 209–223, 2004.

MAATJE, K.; LOEFFLER, S.H.; ENGEL, B. Optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1098–1105, 1997.

MEYER, A.; SCHNIEDEWIND, H.; WANGLER, A. **Effects on the effectiveness of the detecting heat by using activity measurement on milk cattle**. 2003. Thesis (Master) - Fachhochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg, 2003.

MURRAY, R.; GIUDICE, E P. **Heat detection analysis using the DeLaval activity meter in grassland. provincia de Buenos Aires, Argentina, 2006**. Disponível em: http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Heat_detection_analysis_using_an_activity_meter.htm. Acesso em: 10 ago. 2006.

SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D.K.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L.; WILTBANK, M.C. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and 17 B-estradiol in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 2831–2842, 2002.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide: SAS version 9.00**. Cary, 2002.

VAN EERDENBURG, F.J.C.M.; KARTHAUS, D.; TAVERNE, M.A.M.; MERICS, I.; SZENCI, E.O. The relationship between estrous behavioral score and time of ovulation in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, p. 1150–1156, 2002.

WILTBANK, M.; LOPEZ, H.; SARTORI, R.; SANGSRITAVONG, S.; GUMEN, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, Stoneham, v. 65, p. 17–29, 2006.

3 COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE DETECÇÃO AUTOMATIZADO DE CIO E A OBSERVAÇÃO VISUAL PARA DETECÇÃO DE CIO DE RETORNO APÓS O USO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL A TEMPO FIXO

Resumo

Foi realizado um experimento para comparar a eficiência da observação visual e de um medidor de atividade na detecção do cio de retorno após o uso de inseminação artificial a tempo fixo (IATF). Foram utilizadas 101 vacas holandesas de alta produção, divididas em dois grupos, um com detecção visual (Controle n=50), e outro equipado com os medidores de atividade (Experimental n=51). O período experimental iniciou-se após a IATF e terminou quando as vacas foram indicadas ou quando estas completaram 30 dias após a IATF sem serem detectadas pelo seu respectivo sistema. Os dias até a detecção de cio foram analisados com curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier (Proc lifetest do SAS). As covariáveis dentro de cada grupo que poderiam afetar, acelerando ou desacelerando a taxa de detecção de cio de retorno foram analisadas com modelos de regressão na presença de dados censurados (Proc lifereg do SAS), utilizando a distribuição Weibull. As covariáveis coletadas foram: Índice de claudicação, número de lactações, condição corporal ao parto, dias em leite ao início do experimento e o número de coberturas. Das 101 vacas que receberam IATF 27 (26,77%) resultaram prenhes, sobrando assim 39 animais do grupo experimental e 35 animais do grupo controle para serem detectadas em cio de retorno. Destes animais 69,23% foram indicados em cio pelo medidor de atividade, enquanto 45,71% foram indicados pela observação visual. A média de dias até a detecção de cio para os dois grupos deferiu estatisticamente (22,86 Vs. 26,26 $P < 0,05$). O medidor de atividade teve alta taxa de falsos positivos (44%), sem que se apresentaram falsos positivos no grupo controle, porém ambos os grupos tiveram similar número de animais indicados como verdadeiros positivos (20 e 17 respectivamente). Nenhuma das covariáveis analisadas interferiu no medidor de atividade na detecção de cio de retorno. O número de coberturas ($P > 0,001$) e o número de dias em leite ao início do experimento ($P > 0,1$), adiaram e adiantaram a detecção de cio no grupo controle, respectivamente. O medidor de atividade detectou em cio um número igual de animais num menor período de tempo. As mudanças no padrão de comportamento animal causadas pelos hormônios próprios da sincronização de cio, diminuiram a confiabilidade do sistema automatizado de detecção. É preciso integrar as indicações feitas pelo sistema automatizado com a experiência dos funcionários das fazendas.

Palavras-chave: Estro; *Ovsynch*; Pedômetro; Sobrevivência

Abstract

An experiment was conducted to compare the effectiveness of visual observation and an activity meter tag in detection of the return estrous after the use of fixed-time artificial insemination (TAI). 101 high producing Holstein cows were divided into two groups, one detected via visual observation (control n = 50), and the other equipped with activity meter tags (Experimental n = 51). The trial period began after the TAI and ended when cows were detected

or when they completed 30 days after the TAI without being detected by their respective system. The days until the estrous detection were analyzed using the Kaplan-Meier survival curves (Proc lifetest of SAS). The covariates that might affect, increasing or decreasing the days until estrus detection were analyzed with regression models in the presence of censored data (Proc lifereg of SAS), using the Weibull distribution. The covariates collected were: Locomotion Score, Lactation number, Body Score at Birth, Days in Milk at the beginning of the experiment and the number of previous inseminations. After the TAI 74 animals (39 for experimental group and 35 animals for the control group) have not become pregnant. 69.23% of these animals were indicated in return estrous by the activity meter tag, while 45.71% were indicated by visual observation. The main days until the detection of experimental group was fewer than days for detection in the control group (22.86 Vs. 26.26, $P < 0.05$). The activity meter tag had high rate of false positives (44%) compared with visual observation (0%), but both groups had similar number of animals indicated as true positives (20 and 17 respectively). None of the covariates examined interfered in the detection of activity meter during the return estrous. The number of previous inseminations ($P > 0.001$) and the number of days in milk at the beginning of the experiment ($P > 0.1$), affected the days until detection in the control group. The activity meter tag detected estrous in an equal number of animals in a shorter period of time, compared with visual observation. The changes in the animal behavior pattern caused by the hormones of estrous synchronization, decreased the reliability of the automated system. It is suggested to integrate the indications made by the automated system with the experience of the functionaries of dairy farms.

Keywords: Estrus; Ovsynch; Pedometer; Survival

3.1 Introdução

Os protocolos hormonais de inseminação artificial a tempo fixo (IATF) são uma alternativa bastante usada para enfrentar problemas na detecção de cio, pois estes métodos abolem, em certa medida, a necessidade desta detecção. Assim programas *Ovsynch* têm rentabilidade maior em fazendas com falências na detecção de cio (MIALOT et al., 1999; TENHAGEN et al., 2004). Outro autor (CALLEJAS, 2004) pelo contrario, destaca a importância da detecção de cio durante a IATF para monitorar a atividade sexual do rebanho, assim no momento da ultima injeção pode ser tomada a decisão de continuar ou não com o programa de sincronização de cio, diminuindo as perdas econômicas da baixa resposta aos hormônios. Os protocolos *Ovsynch* possuem custo elevado podendo chegar a mais de 11 dólares por animal, sem incluir os custos do sêmen (GUARÍN et al., 2003). É importante sinalar, que apesar do custo deste tratamento ser maior que o dos métodos convencionais, ocorre uma diminuição no custo por prenhez devido ao aumento da taxa de concepção. Em fazendas com detecção eficiente, o *Ovsynch* pode ser limitado pelo seu próprio custo, no importando o aumento da eficiência reprodutiva. Ainda sendo o desempenho reprodutivo o grande alvo, fatores como o custo das

drogas e os tratamentos não podem ser desconsiderados, assim os custos poderiam terminar mascarando o benefício que este programa traz (TENHAGEN, 2004). Como as taxas de concepção das vacas leiteiras de alta produção são de 40% ou menos, 60% a mais das vacas falham em conceber e por tanto requerem uma estratégia de resincronização para receber rapidamente um novo serviço (FRICKE, 2003). A rápida detecção das vacas inseminadas que não conseguiram engravidar, permite tomar medidas e rapidamente e reinseminá-las. Quando o tempo para reinseminar é curto, o desempenho reprodutivo do rebanho pode ser melhorado (OLTENACU et al., 1990). É necessária a observação estratégica do cio após a IATF, pois a maioria dos animais que não engravidaram após a sessão de IATF, irão retornar ao cio de 18 a 25 dias após da inseminação sincronizada. Deste modo, a utilização de estratégias que aumentem a eficiência da detecção de cios neste período crítico é muito importante. O medidor de atividade, identifica os animais em cio sem a necessidade de monitoramento visual, pelo que pode se tornar uma ferramenta bastante útil para detectar rapidamente as vacas que não engravidaram após da inseminação artificial a tempo fixo, ainda antes do uso de ultra-som. Este artigo tem como objetivo comparar a eficiência de detecção da observação visual e de um medidor de atividade eletrônico durante o cio de retorno após o uso de protocolos de IATF.

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Material e Métodos

3.2.1.1 Local experimental

O experimento foi desenvolvido na Fazenda AGRINDUS S.A., município de Descalvado, São Paulo (latitude 21°54'14" Sul, longitude 47°37'10" Oeste, altitude de 679 metros sobre o nível do mar). Os animais nesta fazenda estavam confinados em *free stalls*, com zonas de lazer apropriadas e receberam ração total com suplemento mineral à vontade.

3.2.1.2 Animais

Foram selecionadas 101 vacas de alta produção da raça Holandesa, as quais foram sincronizadas em cio usando um protocolo de inseminação artificial a tempo fixo e inseminadas segundo o mesmo. As vacas foram divididas em dois grupos, Controle e Experimental, com as mesmas características produtivas.

3.2.1.3 Detecção de cio

Para o Grupo Controle, a observação de cio foi realizada três vezes ao dia por funcionários treinados. As observações foram feitas de madrugada (1-3 horas), na ordenha da manhã (6-8 horas) e de tarde (16-18 horas). As vacas do grupo Experimental foram equipadas com medidores de atividade eletrônicos (DeLaval *activity meter Tags*) e monitoradas durante as 24 horas do dia usando um sistema computadorizado de registro. Foi realizado exame ultra-sonográfico prévio nos dois grupos para descartar possíveis anomalias reprodutivas. O período experimental iniciou-se quando os animais receberam a inseminação artificial a tempo fixo (IATF) e terminou quando a vaca apresentou comportamento de cio ou até os 30 dias após a IATF sem que fosse detectada (Figura 5).

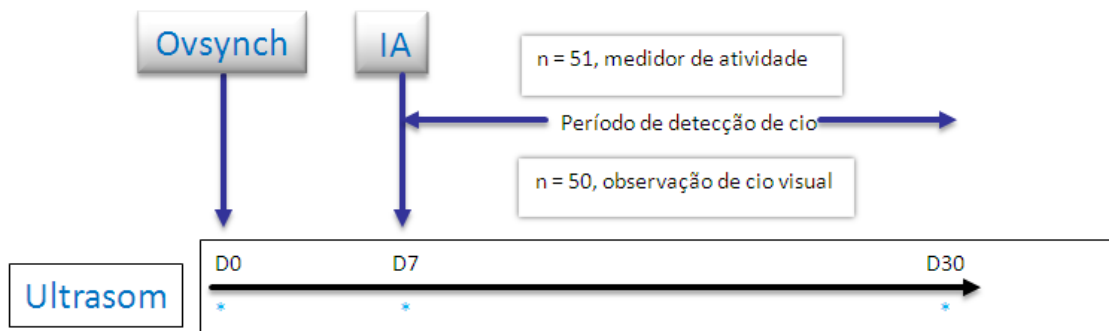


Figura 5 - Representação esquemática do experimento de comparação entre a observação de cio e o uso do medidor de atividade para detecção do cio de retorno após o uso de IATF

3.2.1.4 Variáveis

A variável resposta denominada de permanência (tempo=t) a qual indica o tempo em dias que as vacas tardaram em ser detectadas no cio de retorno após a IATF. Foram obtidos os registros das vacas para avaliar quais as covariáveis produtivas e reprodutivas que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio de retorno. As variáveis coletadas foram: Índice de claudicação (x1=ICLAU), Número de lactações (x2=NL), Condição corporal ao parto (x10=CCP), Dias em leite ao início do experimento (x11= DEL-INÍCIO) e o Número de coberturas até o início do experimento (x12=COBERTURAS).

3.2.1.5 Coleta de sangue e dosagem hormonal

Amostras de sangue foram coletadas por venopunção a vácuo da veia caudal em tubos de Vacutainer® heparinizados. As coletas foram realizadas no momento da inseminação artificial, depois que o medidor de atividade ou a observação visual indicarem os animais em cio de retorno. O sangue foi mantido refrigerado entre 2 e 8°C por até 4h e então centrifugado a 800G por 10 minutos. O soro obtido foi transferido para tubo plástico identificado e então congelado a -20°C para posterior análise no Laboratório de Dosagens Hormonais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (BARUSELLI et al., 2003). A concentração plasmática de Progesterona (P₄) foi determinada pelo teste comercial de radioimunoensaio (DPC, Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, USA).

3.2.1.6 Análise estatística

Os dados de permanência no experimento de detecção de cio foram analisados através das curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier (Proc lifetest do pacote estatístico SAS versão 9.00) e comparados com os testes estatísticos log-rank, Wilcoxon e -2Log(LR). Para cada grupo experimental foram feitos modelos de regressão na presença de dados censurados (Proc lifereg do SAS versão 9.00), utilizando a distribuição Weibull.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_n x_{in} + \sigma w_i$$

Onde: β_0 : é o intercepto, $\beta_n x_{in}$: as Covariáveis e σw_i : é o erro aleatório do modelo, que neste caso tem distribuição Valor extremo.

3.2.2 Resultados e Discussão

3.2.2.1 Comparação da taxa de detecção de retorno ao cio após a IATF e dos dias até a detecção do cio de retorno para os dois grupos

Após os animais terem recebido inseminação artificial, 39 animais no grupo experimental e 35 no grupo controle, não resultaram prenhes. Destes animais 27 foram indicados em cio durante o período experimental pelo medidor de atividade e 16 foram indicados em cio pela observação visual. A média de dias até a detecção de cio para os dois grupos deferiu estatisticamente ($P < 0,05$) pelos testes de igualdade de Log-Rank, Wilcoxon. Durante o experimento 2 animais, um para cada grupo, saíram do mesmo por ter apresentado distúrbios

metabólicos que ocasionaram a morte de um deles e o outro por ter apresentado mastite clínica. Estes animais foram registrados como dados censurados. Os animais que não apresentaram nenhum impedimento fisiológico, mas que não foram detectados em cio por seu respectivo sistema de detecção, foram inseridos no análise como dados censurados (Tabela 7).

Tabela 7 - Número de animais detectados, porcentagem de detecção, dados censurados e média de dias até detecção de cio de retorno para os dois grupos

Grupo	n	Animais detectados	Porcentagem de detecção	Censurados durante o experimento	Não detectados	Média de dias até detecção	Erro padrão
Experimental	39	27	69,23%	1	11	22,86 ^a	1,19
Controle	35	16	45,71%	1	18	26,26 ^b	0,72

Médias seguidas por letra minúscula sobrescrita na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelos testes de igualdade Log-Rank, Wilcoxon e ($P < 0,1$) pelo teste -2Log(LR)

Podemos observar da tabela 8, que pelo teste -2Log(LR) não ocorreu diferença com probabilidade menor do que 0,05 entre os tempos de sobrevivência dos dois grupos. Porém pelos testes Log-Rank e Wilcoxon essa diferença é significativa a um nível de 5%. Utilizando um modelo de regressão Weibull com dados censurados foi comprovado que realmente existe diferença significativa ($P < 0,05$) (Tabela 8).

Tabela 8 - Análise comparativo do tempo de sobrevivência entre os dois sistemas de detecção

Análise do estimador do parâmetro							
Parâmetro	g.l.	Estimação	Erro padrão	Intervalo de confiança (95%)		Qui-quadrada	P-valor
Intercepto	1	33,232	0,0618	32,021	34,443	2893,80	<0,001
Grupo	1	0,2269	0,1045	0,0221	0,4317	4,72	0,0299
Scale	1	0,3206	0,0438	0,2453	0,4189		
Weibull Shape	1	31195	0,4259	23,871	40766		

As curvas de sobrevivência obtidas para a variável permanência ilustram o comportamento de detecção de cio que os dois métodos tiveram. Também nestas curvas é observado o número de animais que não foi detectado em cio até o final do experimento (Figura 6).

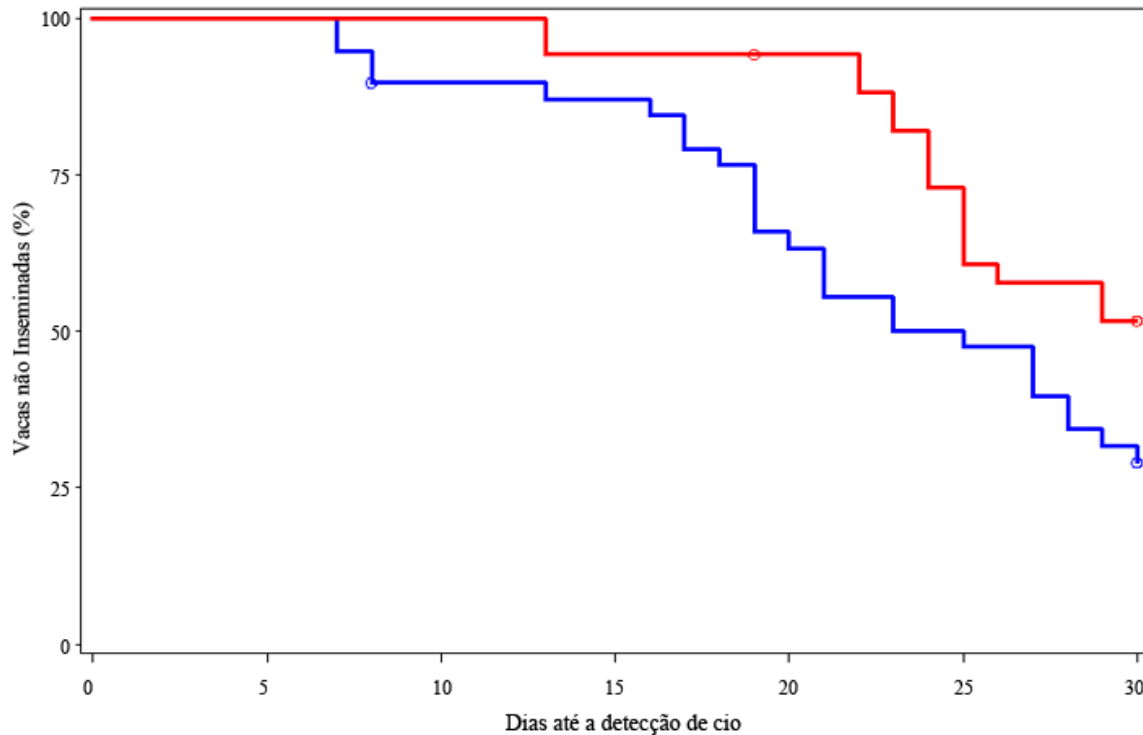


Figura 6 - Curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para retorno ao cio de vacas que tinham recebido IATF. Em azul o grupo experimental, detectado com o medidor de atividade, em vermelho o grupo controle monitorado visualmente. Círculos sobre as linhas indicam ocorrência de dados censurados

Após as vacas receberem a inseminação artificial a tempo fixo, os padrões de comportamento que o aparelho armazena para cada um dos animais, sofreram modificações, sendo estes incrementados entorno de um 20 a 30%. A quantificação certa da mudança não foi possível estabelecê-la pois, a base de dados comportamentais do programa não é um código aberto. Esta modificação do padrão de comportamento de cada animal iniciou se após a inseminação artificial e durou até, pelo menos, o final do experimento. Também as mudanças no comportamento do animal foram detectadas pelo pessoal encarregado da detecção visual do grupo controle, os quais afirmaram que as vacas tinham ficado mais ativas e “enganosas” após estas receberem os hormônios próprios da sincronização.

A natureza mesma do sistema automatizado de detecção de cio é determinar mudanças no padrão de comportamento das vacas (MEYER; SCHNIEDEWIND; WANGLER, 2003). O sistema de detecção de cio começa fazendo um registro prévio dos movimentos do animal, “aprendendo” como a vaca se movimenta normalmente. Logo, esses dados adquiridos nestes dias prévios são processados com estatísticas complexas, logrando estabelecer o padrão de comportamento da vaca. A resposta de cada vaca ao protocolo IATF é bem diferente, podendo se apresentar diferenças de vários dias para a apresentação de cio (PORTALUPPI; STEVENSON, 2005). Se o padrão da vaca muda, saindo do “normal”, como ocorre com a utilização de hormônios durante a sincronização de cio este padrão não será mais válido, diminuindo a eficiência da indicação, e mais ainda a confiabilidade dos resultados, como apresentado mais adiante.

3.2.2.2 Ocorrência de falsos positivos

As análises de progesterona circulante presente quando as vacas apresentaram retorno ao cio após terem recebido IATF, junto aos resultados do exame ultra-sonográfico para ambos os grupos, permitiram verificar a ocorrência de falsos positivos (animais com P_4 circulante \geq 1ng/mL + presença de corpo lúteo na semana imediatamente anterior) e de verdadeiros positivos (P_4 circulante $<$ 1ng/mL + presença de folículo) para os dois sistemas de detecção de cio (Tabela 9).

Tabela 9 - Ocorrência de falsos positivos (P_4 circulante \geq 1ng/mL + presença de corpo lúteo na semana imediatamente anterior) e de verdadeiros positivos (P_4 circulante $<$ 1ng/mL + presença de folículo) para os dois sistemas de detecção de cio

Sistema de detecção	Animais detectados	Falso Positivo % (n)	Verdadeiro positivo % (n)
Observação visual	17	0	100% (17)
Medidor de atividade	36	44,4 (16)	55,6 % (20)
Medidor de atividade Tirando >10 dias	28	32,14% (9)	67,86% (19)

Na tabela acima é demonstrada a quantidade total de falsos positivos para os dois grupos e também um corte feito, tirando os falsos positivos ocorridos durante os 10 dias após a

inseminação artificial. Fazendo este corte e iniciando a detecção de cio só após 10 dias da IATF, é eliminado 56,25% dos falsos positivos totais ocorridos para o grupo Experimental. No delineamento do experimento foram incluídos os dias imediatamente após a IATF para descrever o comportamento animal após os tratamentos hormonais. Sinais antes dos 10 dias após a IATF não deveriam gerar ação por parte do fazendeiro em decorrência das mudanças hormonais que os animais experimentam após a sincronização. O anterior é apreciado graficamente no histograma de ocorrência de falsos e verdadeiros positivos (Figura 7).

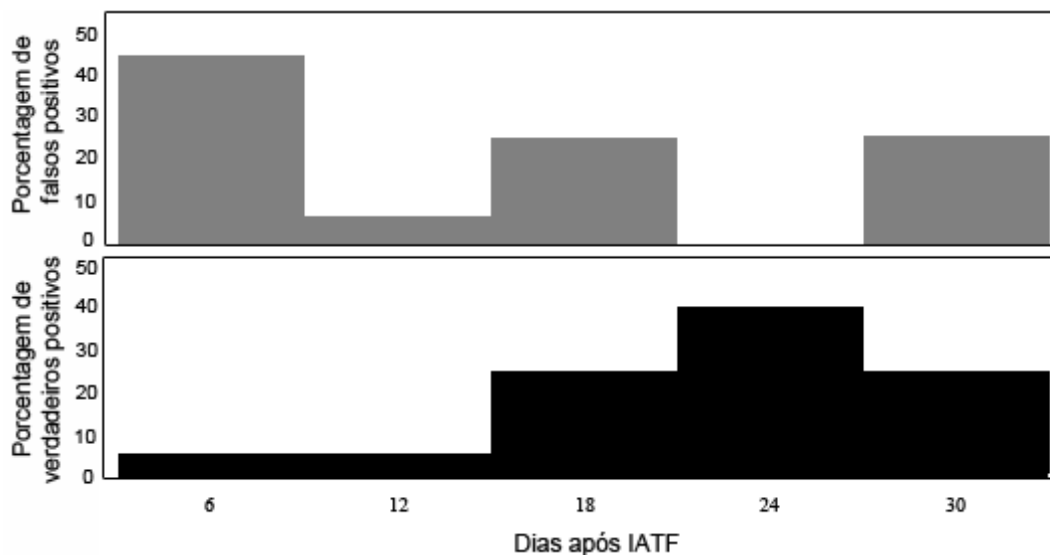


Figura 7 - Ocorrência de falsos e de verdadeiros positivos para o grupo experimental durante o período experimental

Da nossa experiência pode se inferir que o aparelho fornece uma taxa de indicação de cio de retorno similar a indicação fornecida pela observação visual, mas possui menor número de dias até a detecção de cio do que a observação visual. Num programa de inseminação artificial pode ser útil um sistema automatizado de detecção de cio para evitar “perder” ainda mais dias com as vacas que não resultaram emprenhadas e repetiram cio (OLTENACU et al., 1990). Um sistema de detecção de cio fornecerá dados das vacas que não emprenharam ainda antes de passar ultra-som em elas aos 25 dias pós-serviço, evitando procedimentos perigosos, como administração de GnRH em vacas prenhas (FRICKE, 2006). Um outro fator a levar em conta é que normalmente as fazendas que utilizam *Ovsynch* não dispõem de pessoal treinado para a visualização de cio. Treinar o pessoal pode ser uma tarefa laboriosa e que vai dispensar altos

custos (SENGER, 1994). O sistema de detecção automatizado deverá estar integrado com a observação das manifestações externas de cio para filtrar possíveis falsos positivos e evitar a perda econômica que estes trazem.

3.2.2.3 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio de retorno no grupo experimental

Após encontrar diferença entre as médias para dias até a detecção de cio de retorno dos dois sistemas avaliados, foram analisadas as covariáveis que poderiam interferir retrasando ou adiantando o processo de detecção de cio para cada um dos grupos. Não foi comprovada nenhuma interferência das covariáveis analisadas sobre os dias para a detecção de cio de retorno no grupo experimental, detectado com medidor de atividade (Tabela 10).

Tabela 10 - Fatores acelerantes ou desacelerantes da detecção do cio de retorno do grupo experimental, detectado com medidor de atividade

Análise do estimador do parâmetro							
Parâmetro	g.l.	Estimação	Erro padrão	Intervalo de confiança (95%)		Qui-quadrada	P-valor
Intercepto	1	42.255	0.9281	24.065	60.445	20.73	<.0001
DEL-INÍCIO	1	0.0027	0.0034	-0.0039	0.0093	0.63	0.4272
COBERTURAS	1	-0.1395	0.0919	-0.3197	0.0407	2.30	0.1293
NL	1	-0.0100	0.0577	-0.1231	0.1031	0.03	0.8626
CCP	1	-0.2351	0.2627	-0.7499	0.2797	0.80	0.3708
ICLAU	1	-0.0903	0.0672	-0.2219	0.0414	1.81	0.1789
Scale	1	0.3441	0.0592	0.2456	0.4822		
Weibull Shape	1	29061	0.5003	20.739	40723		

DEL-INÍCIO: dias em leite ao início do experimento; COBERTURAS: número de coberturas até o início do experimento; NL: número de lactações; CCP: condição corporal ao parto; ICLAU: índice de claudicação. Os dados aqui reportados foram testados usando a distribuição Weibull.

$$y_i = \beta_0 + \beta_{11}x_{i11} + \beta_{12}x_{i12} + \beta_2x_{i2} + \beta_{10}x_{i10} + \beta_1x_{i1} + \sigma w_i \quad (15)$$

Onde: β_0 : é o intercepto, $\beta_{11}x_{i11}$: os dias em leite ao início do experimento, $\beta_{12}x_{i12}$: o número de coberturas até o início do experimento, β_2x_{i2} : o número de lactações, $\beta_{10}x_{i10}$: a condição corporal ao parto, β_1x_{i1} : o índice de claudicação e σw_i : é o erro aleatório do modelo, que neste caso tem distribuição Valor extremo.

O aparelho detectou as vacas em cio sem que nenhuma das possíveis interferências tivessem efeito sobre a média de dias para a detecção de cio de retorno, mostrando-se sólido na detecção, descartando possíveis fatores que poderia se esperar adiaram esta detecção.

3.2.2.4 Fatores que aceleraram ou desaceleraram o processo de detecção de cio no grupo controle

O fator que mais interferiu adiantando a detecção de cio de retorno para o grupo controle foi o número de coberturas ($P > 0,001$), sendo que vacas com maior número de coberturas prévias foram detectadas antes do que vacas com menor número de coberturas (Tabela 11). Este comportamento poderia estar relacionado ao fato de estas vacas terem tido menor resposta ao protocolo de inseminação artificial do que os outros animais que o receberam, não apresentando sincronia de cio. Foi sugerido (GÜMEN; GUENTHER; WILTBANK, 2003) que os protocolos de sincronização da ovulação precisam de melhoras no desempenho sobre as vacas anovulatórias. A Prostaglandina usada durante a sincronização do cio faz efeito sobre a presença de um corpo lúteo funcional, com isso, animais que não tenham esta estrutura não terão resposta ao hormônio (CALLEJAS, 2004). Um outro fator que interferiu foi o número de dias em leite que as vacas tinham ao início do experimento ($P > 0,1$), outra característica bastante comum entre as vacas problema, que na maioria dos casos apresentam outros problemas reprodutivos associados o que impede as de ter boas taxas reprodutivas. Uma outra possível causa de estas vacas de alta produção terem diferença ao momento da detecção de cio é elas terem baixas quantidades de 17β estradiol o que pode diminuir o comportamento estral, também ao momento da sincronização os níveis deste importante hormônio podem limiar a fertilidade (SOUZA et al., 2007).

Tabela 11 - Fatores acelerantes ou desacelerantes da detecção do cio de retorno do grupo controle, detectado com observação visual

Análise do estimador do parâmetro							
Parâmetro	g.l.	Estimação	Erro padrão	Intervalo de confiança (95%)		Qui-quadrada	P-valor
Intercepto	1	29,432	0,5136	19,366	39,498	32,84	<,0001
DEL-INICIO	1	0,0022	0,0013	-0,0003	0,0047	2,89	0,0890
COBERTURAS	1	-0,1398	0,0411	-0,2204	-0,0592	11,56	0,0007
NL	1	-0,0234	0,0350	-0,0920	0,0453	0,44	0,5049
CCP	1	0,1537	0,1329	-0,1068	0,4142	1,34	0,2474
ICLAU	1	0,0483	0,0400	-0,0301	0,1267	1,46	0,2271
Scale	1	0,1541	0,0352	0,0985	0,2411		
Weibull Shape	1	64893	14,822	41,475	101535		

DEL-INÍCIO: dias em leite ao início do experimento; COBERTURAS: número de coberturas até o início do experimento; NL: número de lactações; CCP: condição corporal ao parto; ICLAU: índice de claudicação. Os dados aqui reportados foram testados usando a distribuição Weibull.

$$y_i = \beta_0 + \beta_{11}x_{i11} + \beta_{12}x_{i12} + \beta_2x_{i2} + \beta_{10}x_{i10} + \beta_1x_{i1} + \sigma w_i \quad (16)$$

Onde: β_0 : é o intercepto, $\beta_{11}x_{i11}$: os dias em leite ao início do experimento, $\beta_{12}x_{i12}$: o número de coberturas até o início do experimento, β_2x_{i2} : o número de lactações, $\beta_{10}x_{i10}$: a condição corporal ao parto, β_1x_{i1} : o índice de claudicação e σw_i : é o erro aleatório do modelo, que neste caso tem distribuição Valor extremo.

3.3 Conclusões

O medidor de atividade detectou em cio de retorno um número igual de animais num menor período de tempo. As mudanças no padrão de comportamento animal causadas pelos hormônios próprios da sincronização de cio, diminuíram a confiabilidade do sistema automatizado de detecção. Diante o anteriormente exposto, sugere-se integrar as indicações feitas pelo sistema automatizado com a experiência dos funcionários das fazendas.

Referências

- BARUSELLI, P.S.; MARQUES, M. De O.; CARVALHO, N.A.T.; BERBER, R.C.A.; VALENTIM, R.; CARVALHO FILHO, A.F.; COSTA NETO, W.P. Follicular dynamics and pregnancy rate in embryo recipient (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*) treated with "Ovsynch" protocol for fixed-time embryo transfer. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Sao Paulo, v. 40, p. 96-106, 2003. Suplemento.
- CALLEJAS, S. Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados, 2004. Disponível em: http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/65-control_farmacologico_ciclo.htm. Acesso em: 15 de nov. 2007.
- FRICKE, P.M. **La ecuación de la reproducción en los rodeos lecheros, 2003**. Disponível em: http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/67-ecuacion_reproduccion_rodeos_lecheros.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2007.
- _____. **Aggressive management strategies for improving reproductive efficiency in lactating dairy cows**. Disponível em: http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/strategies502.pdf>. Acesso em: 11 de ago. 2006.
- GUARÍN, J.F.; RAMIREZ, J.F.; BERDUGO, J.A. Evaluation of an Ovsynch protocol for fixed timed insemination in Water buffalo (*Bubalus bubalis*) in Colombia during the breeding season 2002- 2003. In: CONGRESSO NAZIONALE SULL'ALLEVAMENTO DEL BUFALO 2., 2003, Rome. **Proceedings ...** Rome: Revista Bubalus bubalis, 2003.
- GÜMEN, A.; GUENTHER, J.N.; WILTBANK; M.C. Follicular size and response to Ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 3184–3194, 2003.
- MEYER; A.; SCHNIEDEWIND, H.; WANGLER, A. **Effects on the effectiveness of the detecting heat by using activity measurement on milk cattle**. 2003. Thesis (Master) - Fachhochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg, 2003.
- MIALOT, J.P.; LAUMONNIER, G.; PONSART, C.; FAUXPOINT, H.; BARASSIN, E.; PONTER, A. A.; DELETANG, F. Postpartum subestrus in dairy cows: Comparison of treatment with prostaglandin F2 α or GnRH + prostaglandin F2 α + GnRH. **Theriogenology**, Stoneham, v. 52, p. 901–911, 1999.
- OLTENACU, P.A.; FERGUSON, J.D.; LEDNOR, A.J. Economic evaluation of pregnancy diagnosis in dairy cattle: a decision analysis approach. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, p. 2826-2831, 1990.
- PORTALUPPI, M.A.; STEVENSON, J.S. Pregnancy rates in lactating dairy cows after presynchronization of estrous cycles and variations of the Ovsynch protocol. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 914–921, 2005.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: SAS version 9.00.** Cary, 2002.

SENGER, P.L. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 2745, 1994.

SOUZA, A.H.; GÜMEN, A.; SILVA, E.P.B.; CUNHA, A.P.; GUENTHER, J.N.; WILTBANK, C.M. Supplementation with estradiol-17 β before the last gonadotropin-releasing hormone injection of the Ovsynch protocol in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 4623–4634, 2007.

TENHAGEN, B.A.; DRILLICH, M.; SURHOLT, R.; HEUWIESER, W. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to ai at estrus: reproductive and economic considerations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 85–94, 2004.

4 ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA AQUISIÇÃO DE UM MEDIDOR DE ATIVIDADE PARA DETECÇÃO DE CIO EM VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO

Resumo

Foi feita uma análise de custo-benefício para avaliar a viabilidade da aquisição de um medidor de atividade numa fazenda leiteira com 100 vacas Holandesas de alta produção. Baseados nos resultados das médias de dias até a detecção de cio dos dois sistemas avaliados durante o experimento de detecção de cio após o período de espera voluntário, foi gerado um sistema de custos para determinar a viabilidade de aquisição de um sistema de detecção de cio automatizado. As médias de dias até a detecção dos dois sistemas ajustadas para a detecção de 100% dos animais foram de 14,03 dias para o medidor de atividade e de 30,79 dias para a observação visual. A queda média na curva de lactação que as vacas detectadas com medidor de atividade deixaram de perceber é de 3,77% mensal, o que equivale a 40.521 quilos de leite a mais produzida por ano. Tirando os custos variáveis para produzir este leite, pode ser calculado o ganho líquido gerado pelo medidor de atividade. Assim o ganho por o uso do medidor de atividade no nosso cenário com 100 vacas em lactação é de R\$ 20.666. O custo de aquisição de um equipamento completo para a detecção de cio automatizado é de R\$45.000. Fazendo o investimento a vista e depreciando o equipamento até um máximo de 10 anos de uso (tempo de vida da bateria interna do aparelho), sem preço de retiro, temos que o aparelho tem uma taxa interna de retorno do 45%, o que viabiliza sua aquisição.

Palavras-chave: Estro; Leite; Pedômetro; TIR

Abstract

A cost-benefit analysis was performed to evaluate the feasibility of acquisition of an activity meter tag in a dairy farm with 100 high producing Holstein cows. Based on the results of mean days until the estrous detection of the two systems evaluated on the experiment of detection of estrus after the voluntary waiting period, was created a system of costs to determine the feasibility of purchasing an automated detection system. The mean days until estrous detection for the systems adjusted for detection of 100% of the animals were 14.03 days for the activity meter tag and 30.79 days for the visual observation. The mean of days in milk of the cows detected via activity meter tags will be improved in 3.77% a month, that is equivalent to 40,521 kilos of milk more produced per year. Calculating the variable costs to produce this milk, the liquid gain of using the activity meter tags can be calculated. Thus the gain of using the automated system in our scenario with 100 lactating cows, is \$ 11,336. The cost of a complete equipment for the automated detection of estrous is \$ 24,685. Making the investment in the first year and using the equipment for a maximum of 10 years (life time of the battery inside the device) without price of retreat, the unit has an internal rate of return of 45%, which enables its acquisition.

Keywords: Estrus; Milk; Pedometer; IRR

3.1 Introdução

A rentabilidade das fazendas leiteiras dependem em grande parte da eficiência reprodutiva das vacas. A detecção do cio afeta diretamente o intervalo entre partos, e como consequência disso, a produção de leite. A ausência de um bom programa de detecção de cio, pode tornar inviável o programa de inseminação artificial (THOMPSON; RODRIAA, 1983). Estudos tem demonstrado que os dias adicionais em que as vacas não estão prenhes no período pós-parto, são custosos (HOLMANN et al., 1984; MEADOWS et al., 2005). O desempenho reprodutivo afeta as quantidades de leite produzida por vaca durante a vida produtiva desta, também os custos de cria, taxas de descarte voluntário e involuntário, e a taxa de progresso genético para características de importância econômica (PLAIZIER et al., 1997).

Vacas que emprenham mais rápido irão permanecer durante sua vida, em média, mais tempo no início da lactação, onde se apresentam as maiores produções de leite e terão menor probabilidade de serem descartadas por falha reprodutiva (DE VRIES et al., 2005).

Em recente estudo feito através de modelagem na Universidade de Wisconsin (JONES, citado por FRIKIE, 2006), observou-se que o retorno econômico caiu em mais de US\$128 por vaca por ano quando o intervalo entre partos aumentou de 56 semanas para 76 semanas, sendo maior o prejuízo econômico quando a vaca se distanciou mais do intervalo “ideal”.

De Vries (2006), na universidade da Florida determinou que o custo médio de uma nova prenhez é de US\$278 e que o custo médio da perda de uma prenhez é de US\$555. O estudo anterior foi feito usando um rebanho simulado e levando em consideração o desempenho do gado holandês e os preços vigentes para os Estados Unidos da América. O custo de uma nova prenhez aumenta com o aumento dos dias em leite ao início da lactação.

O custo por cada dia aberto a mais que tenha uma vaca, pode variar entre US\$0,81 até US\$13,33 e é incrementado quando aumentam os dias até a concepção. Um outro fator importante é que a vaca tem maior risco de ser descartada a medida que estes dias abertos aumentam (DE VRIES et al., 2004). Outras perdas econômicas trazidas pela ineficiência da reprodutiva, como o tempo perdido, a seleção dos animais, a organização e a documentação, são difíceis de estimar com certidão (TENHAGEN et al., 2004)

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Material e Métodos

Baseados nos resultados das médias para os dias até a detecção de cio dos dois sistemas avaliados durante o primeiro experimento (detecção de cio após o período de espera voluntário), foi gerado um sistema de custos para determinar a viabilidade da aquisição de um sistema de detecção de cio automatizado. As entradas da análise levaram em conta as taxas de indicação brutas, a percentagem de falsos positivos e a média de dias até a detecção de cio para os dois sistemas. Assim temos que, o medidor de atividade teve taxa de indicação de cio de 98,07%, ocorrência de falso positivo de 21,57% e média de dias até a detecção de 10,93; a observação visual teve 63,64% de taxa de indicação de cio, ocorrência de falso positivo de 5,88% e média de dias até a detecção de 19,60. As médias de dias até a detecção dos dois sistemas ajustadas para a detecção de 100% dos animais em cio foram de 14,03 dias para o medidor de atividade e de 30,79 dias para a observação visual (Equação 1). A diferença da média de dias até a detecção de cio entre os dois sistemas de detecção foi de 16,77 dias.

Equação 17 - Cálculo da média de dias corrigida para 100 por cento dos animais

$$\text{Média de dias corrigida para 100\% dos animais} = \frac{\text{Média de dias até a detecção de cio não corrigida}}{\text{Taxa de detecção bruta} - \text{Ocorrência de falsos negativos}} \times 100$$

Sendo que, a proporção normal de novilhas e de vacas em uma fazenda comercial de alta produção é de 30 e de 70% respectivamente, e que a queda média na curva de lactação para novilhas é de 2,7% mensal e de 8,3% para vacas, segundo dados históricos da Clínica do Leite ESALQ/USP (dados não publicados), a queda média de leite neste tipo de fazendas está entorno de 6,62% mensal. Agora, estabelecendo uma média de dias em leite “X” para uma fazenda constituída por 100 vacas em lactação, esta média “X” será deslocada 16,77 dias à esquerda devido à melhora na média de dias para a detecção de cio fornecida pelo medidor de atividade. A queda nestes 16,77 dias que estas vacas deixaram de perceber será de 3,77%.

3.2.2 Resultados e Discussão

Cem vacas produzindo em média 30 quilos de leite, produziram 1.095.000 quilos de leite por ano. Se a esta produção somamos 3,7% que estas vacas deixaram de perder nos 16,77 dias de melhora na média de dias até a detecção de cio que o aparelho trouxe, temos que, as vacas

produziram 40.521 quilos de leite a mais por ano. Num panorama moderado de preço de venda de leite, com preço de compra do leite de R\$ 0,60, este leite a mais produzido rendeu R\$ 24.313 a mais por ano. O único custo variável que a produção deste leite afetou foi o custo de alimentação. Para determinar este custo, foi calculado o custo de uma dieta para produzir 1 quilo de leite. O resultado mostrou que a dieta antes mencionada custou R\$ 0,09 por quilo de leite. Assim, para produzir 40.521 quilos de leite gastou-se R\$ 3.647 a mais por ano. Calculando o ganho líquido do leite a mais produzido temos R\$ 20.666 de ganho por o uso do medidor de atividade no nosso cenário com 100 vacas em lactação.

O custo de aquisição de um equipamento completo para a detecção de cio automatizado é entorno de R\$45.000. Este custo inclui: o sistema de processamento, armazenamento e registro dos dados, também as antenas necessárias para receber e transmitir as informações das vacas e também os custos por instalação do equipamento na nossa fazenda de 100 vacas em lactação.

Fazendo o investimento a vista e depreciando o equipamento até um máximo de 10 anos de uso (tempo de vida da bateria interna do aparelho), sem preço de retiro, temos que, o aparelho tem uma taxa interna de retorno do 45%, o que viabiliza sua aquisição.

3.3 Conclusões

A taxa interna de retorno demonstra que o medidor de atividade é um investimento rentável o que possibilita sua aquisição.

Referências

DE VRIES A. Economic value of delayed replacement when cow performance is seasonal. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87. p. 2947–2958, 2004.

_____. Economic value of pregnancy in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 3876–3885, 2006.

DE VRIES A.; STEENHOLDT, C. ; RISCO C. A. Pregnancy Rates and Milk Production in Natural Service and Artificially Inseminated Dairy Herds in Florida and Georgia **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88., p. 948–956, 2005.

FRICKE, P.M. **Aggressive management strategies for improving reproductive efficiency in lactating dairy cows** . Disponível em:

http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/strategies502.pdf>. Acesso em: 11 de ago. 2006.

HOLMANN, F.J; SHUMWAY, C.R. ; BLAKE, R.W.; SCHWART, R.B.; SUDWEEKS, E.M. Economic value of days open for Holstein cows of alternative milk yields with varying calving intervals. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, p. 636–643, 1984.

MEADOWS, C.; RAJALA-SCHULTZ, P.J.; FRAZER, G.S. A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 1244–1254, 2005.

PLAIZIER, J.C.; KING, G.J.; DEKKERS, J.C.; LISSEMORE, K. Estimation of economic values of indices for reproductive performance in dairy herds using computer simulation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 2775–2783, 1997.

TENHAGEN, B.A.; DRILLICH, M.; SURHOLT, R.; HEUWIESER, W. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to ai at estrus: reproductive and economic considerations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 85–94, 2004.

THOMPSON P. D.; RADRIAN J. A. Transducers for capture of activity data. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 66, Suppl. 1, p. 230, 1983. Abstract.