

DETECÇÃO ELETRÔNICA DO ESTRO EM VACAS LEITEIRAS: UMA REVISÃO

(Detection electronic of estrus in dairy cows: A review)

Gisvani Lopes de VASCONCELOS¹, Marcos Aurélio LOPES¹, Eduardo Mitke Brandão REIS²

¹Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG; ²Universidade Federal do Acre

RESUMO

A eficiência na detecção do estro é fundamental para proporcionar a viabilidade na produção animal, com efeito sobre o intervalo de partos (IEP), taxa de concepção e de fertilidade em rebanhos submetidos à inseminação artificial (IA). Essa condição deve ser buscada, pois as atividades relacionadas à reprodução são muito mais intensas e falhas levariam a graves problemas no manejo, com grandes repercussões econômicas. Objetivou-se apresentar uma revisão da literatura sobre a detecção eletrônica de estro em vacas leiteiras, abordando os medidores de atividade física, como o pedômetro e o colar; detectores de monta com sensibilidade à pressão, como a radiotelemetria; medição da impedância elétrica do muco vaginal; câmeras de vídeo; e método utilizando biossensores para quantificar a progesterona no leite. Pode-se concluir que esses métodos eletrônicos de detecção de estro possuem grande eficácia, principalmente quando estão associados ao método de observação visual de detecção de estro. Dentre todos os métodos, constatou-se, neste estudo, que o pedômetro é o mais utilizado e mais eficaz. A radiotelemetria destaca-se por monitorar a atividade da monta, registrando o horário e a sua duração; é bastante eficiente e pode ser usada para indicar o início e final do estro, mostrando o melhor momento para realizar a inseminação artificial.

Palavras-chave: automação, bovinocultura, ciclo estral, zootecnia de precisão

ABSTRACT

Estrus detection efficiency is fundamental to provide viability in animal production, with effect on the calving interval (IEP), fertility and conception rate in herds submitted to artificial insemination (AI). This condition must be sought, because the activities related to reproduction are much more intense and failures would lead to serious problems in management, with major economic repercussions. The objective of this review of the literature about the electronic detection of estrus in dairy cows, addressing physical activity gauges, like the pedometer and collar; mounts detectors with pressure sensitivity, as the radio telemetry; electrical impedance measurement of vaginal mucus; video cameras; and method using biosensors to quantify the progesterone in milk. It can therefore be concluded that these electronic methods of detection of estrus have great effectiveness, especially when they are associated with the visual observation method of estrus detection. Among all methods, it was noted, in this study, that the pedometer is the most widely used and most effective method. The radiotelemetry, stands out for monitoring the activity of assemble, registering the time and its duration, is very efficient and can be used to indicate the beginning and end of estrus, showing the best time to perform the artificial insemination.

Keywords: automation, cattle, estrous cycle, precision dairy farm.

*Endereço para correspondência:
malopes@dmv.ufla.br

INTRODUÇÃO

Pesquisas vêm sendo realizadas com o propósito de criar melhores oportunidades para a reprodução animal, proporcionando uma revolução na multiplicação de animais de elevado potencial genético e econômico, particularmente na espécie bovina. O uso de tecnologias que possibilitem uma rápida multiplicação de animais geneticamente superiores pode contribuir para o desenvolvimento da economia. Nesse sentido, os métodos de detecção do estro proporcionam aumento da produtividade, tomando possível o desenvolvimento do setor e a melhoria da produção. A identificação correta do momento do estro é de suma importância para a obtenção de um menor intervalo entre partos e, conseqüentemente, para melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho, bem como possibilita a introdução de biotécnicas como a transferência de embriões e a inseminação artificial (IA) (HOMER *et al.*, 2013).

Ao longo do tempo, a detecção de estros, em muitos rebanhos, tem sido restrita apenas a observação visual; porém, esse método é bastante falho, dificultando a detecção de vários animais por longos períodos (BRUNASSI *et al.*, 2010). Por outro lado, a eficiência do método será melhor dependendo da quantidade de vezes e tempo de observação que os animais são avaliados durante todo o dia, o que demandará mais mão de obra, com implicações no custo de produção, pois, segundo Lopes *et al.* (2011), esse é o componente com a segunda maior representatividade do custo operacional efetivo; menor apenas que a alimentação.

A identificação, observação e conhecimento do estro é algo complexo, mesmo para uma pessoa experiente, que deve estar bem treinada e conhecer os sinais

característicos do estro. Nebel *et al.* (1987) relataram que 25% das vacas diagnosticadas em cio pela observação visual, apresentavam apenas alta nos níveis de progesterona.

A fim de melhorar a eficiência na observação visual em alguns rebanhos, tem sido praticado o uso do rufião, normalmente um macho vasectomizado ou com desvio peniano. Animais vasectomizados, embora se tomem inférteis apresentam libido, característica eficaz durante a estação reprodutiva. É de suma importância ter percepção da vitalidade do rufião, visto que problemas na saúde pode torná-lo um disseminador de doenças. Em adição, existe o tratamento hormonal em machos castrados, onde são aplicados progestágenos com efeito anti-androgênico. Além disso, outra forma de rufião é a aplicação de testosterona em fêmeas, a qual induz o comportamento sexual semelhante ao macho, constituindo-se as vacas androgenizadas. As fêmeas mais masculinizadas constituem excelentes rufiões, pois não há qualquer risco de fecundação, nem penetração ou, a necessidade de cirurgia. No rufião, pode-se utilizar o buçal marcador (*Chin-ball*), que é um recipiente que possui tinta, que marcará a fêmea montada, facilitando, assim, a identificação do estro. Nas vacas em lactação, poderão ser utilizados dispositivos de detecção de monta através da pressão, tipo método Kamar, que são fixados no sacro (cabeça da cauda) e mudam de cor quando a pressão da monta é aplicada. Segundo Diskin & Sreenan (2000) eficiências de detecção de estro, usando detectores desse tipo, variam de 56 a 94%, enquanto que a acurácia na detecção de monta varia de 36 a 80%.

Considerando a importância do tema e que a observação visual apresenta falhas

que refletem negativamente na produtividade, objetivou-se apresentar uma revisão da literatura sobre a detecção eletrônica de estro em vacas leiteiras.

MÉTODOS ELETRÔNICOS DE DETECÇÃO DO ESTRO

1. Medidores de atividade física

Durante o período de estro, o animal sofre alteração na temperatura e frequência da pulsação, movimentando-se mais intensamente. Essa movimentação pode ser mensurada por pedômetros, equipamentos que, atados a uma das patas, registram a atividade física. A leitura dos dados acontece por meio de uma antena, quando os animais entram na sala de ordenha. O sistema, a cada ordenha, atualiza os dados e indica a vaca que teve sua atividade física alterada (LOPES, 1997). Seu princípio de funcionamento consiste em captar a oscilação dos passos gerados e convertê-los em número de passos (JONSSON *et al.*, 2011).

Outro tipo de pedômetro é o radiotelemétrico que possui a capacidade de monitorar a atividade da monta em tempo real, através de ondas de rádio, registrando o horário e a duração das montas através da quantidade de passos gerados pelo animal (YOSHIOKA & TANIMOTO, 2010).

Pedômetros foram usados para medir a atividade física diária de vacas e determinar a variação relacionada com a detecção do estro. Utilizando pedômetros aos membros posteriores de 40 vacas pós-parto em *free stall* e 28 vacas em *comfort stalls*, nos EUA, Kiddy (1977) verificou que vacas em estro em *free stall* e em *comfort stalls* foram, respectivamente, 4 e 2,75 vezes mais ativas, respectivamente, quando comparadas com as vacas que não apresentavam estro. Demonstrou que as vacas, em *comfort stalls* e *free stall*,

apresentaram atividade física 218% maior durante o estro do que nos outros períodos do ciclo.

A relação entre o pedômetro, parâmetros comportamentais durante o estro e o momento da ovulação foram analisados por Roelofs *et al.* (2005) utilizando pedômetros fixados aos membros posteriores de 67 vacas Holandeses preto e branco (HPB). Constataram que o início da monta foi o melhor sinal de ovulação, ocorrendo $28,7 \pm 5,3$ horas antes, e que foi encontrado em 90% dos períodos de estros.

O efeito da alta temperatura ambiental no verão sobre o ciclo estral, utilizando o pedômetro radiotelemétrico em 13 vacas *Japanese Black* não-lactantes foi relatado por Sakatani *et al.* (2012). A atividade durante o estro diminuiu significativamente no verão (175 ± 10 , $P < 0,001$) comparada com o inverno (410 ± 30 , $P < 0,001$). A duração do ciclo estral foi maior no verão (23,4 dias, $P < 0,001$), quando houve redução dos sinais de estro, do que no inverno (21,5 dias, $P < 0,001$).

Estudo com pedômetro radiotelemétrico e sua relação com as taxas de concepção utilizou 20 vacas *Japanese Black* com pedômetro radiotelemétrico e 24 vacas no grupo controle (detecção visual de estro durante 30 minutos, três vezes ao dia). Constataram que os animais do grupo que utilizou o pedômetro obtiveram alta taxa de concepção (90,0%) comparados com os do grupo controle (58,4%). Salientaram que o método eletrônico foi excelente para detecção do estro e eficaz na avaliação do tempo ideal da ovulação (YOSHIOKA & TANIMOTO, 2010).

Dois protocolos diferentes de IA, um após a sincronização da ovulação e o outro baseado na observação visual no momento do estro (grupo controle) foram utilizados

para determinar o efeito do tempo do início do estro (detectado por meio do pedômetro) sobre a taxa de concepção em 73 vacas *Japanese Black*. Não houve diferença significativa na taxa de concepção entre os grupos. O protocolo de IA e a detecção do estro usando um limiar de passos contados pelo pedômetro podem ser eficazes para promover uma reprodução planejada, sem ser necessária a observação visual de estro (HEMMI, *et al.*, 2013).

A avaliação da atividade física durante 995 ciclos estrais utilizando pedômetros em 317 vacas HPB durante os primeiros 50 dias de lactação foi realizada por Yániz *et al.* (2006). Constataram que estros em dias chuvosos com umidade relativa entre 96 e 100% reduziu significativamente a atividade física ($285 \pm 118\%$) comparado com aqueles que ocorreram com umidade relativa menor ou igual a 95% ($302 \pm 111\%$).

Liu & Spahr (1993) realizaram dois experimentos, para avaliar o desempenho de um pedômetro para a detecção de estro. No primeiro, os pedômetros foram fixados aos membros posteriores de 24 vacas HPB por 35 dias pós-parto e permaneceram ligados até a gestação. Os pedômetros detectaram 74% de animais em cio enquanto que os trabalhadores, pela observação visual, diagnosticaram apenas 58%. No segundo experimento, pedômetros foram fixados aos membros anteriores e posteriores em cinco vacas e os padrões de atividade dos dois locais foram comparadas por dois meses. Os pesquisadores constataram que os padrões de atividade foram semelhantes e que os pedômetros são equipamentos eficazes e práticos para detectar o cio.

A investigação entre a relação do índice de atividade física por sistemas de monitoramento eletrônico, situado no pescoço, de 89 vacas HPB paridas, a pasto,

associado com a identificação da fase folicular pré-ovulatória e a influência de várias produções, saúde e fatores relacionados entre atividade física e o comportamento do animal em estro, foi estudada por Aungier *et al.*, (2012). A média de atividade ($19,3 \pm 0,53h$) e duração do comportamento em estro ($10,8 \pm 0,38h$) foram maiores na segunda ou posterior fase ($14,8 \pm 2,13h$) do que na primeira fase ($8,4 \pm 1,4h$) de folículos pré-ovulatórios. A taxa de concepção, em animais do mesmo agrupamento, foi influenciada pela IA. Quando o estro era observado pela manhã e a fêmea inseminada na tarde do mesmo dia, a taxa de concepção foi de 52%. Quando se observava o estro pela tarde e inseminava-se no outro dia pela manhã (pós-ordenha), a taxa de concepção foi de 34,3%. As inseminações foram realizadas utilizando a regra de inseminar 12 horas pós observação do estro.

Dados de atividade física em intervalos de um minuto foram coletados com pedômetros eletrônicos fixados no pescoço e aos membros posteriores e correlacionados com outras indicações de estro em 21 vacas HPB, 40 e 60 dias pós-parto, por um período de 29 ciclos estrais. Esses dados indicaram que a detecção do estro baseada na atividade física ocorre pela primeira vez em estreita proximidade com a onda pré-ovulatória de hormônio luteinizante (LH). Para confirmação do tempo exato do estro os autores se basearam em: amostras diárias de leite com elevadas concentrações de progesterona, mensurados por radio-imunoensaio; visualização dos sinais de cio quatro vezes ao dia; elevadas concentrações de LH em amostra de sangue coletadas diariamente; mensuração da resistência elétrica de fluido vaginal; além de palpação dos ovários semanalmente. As decisões baseadas em tais procedimentos

identificaram corretamente cerca de 70% dos períodos de estro, e classificaram com precisão 99% dos períodos de diestro (KOELSCH *et al.*, 1994).

A atividade física de 15 novilhas HPB, criadas a pasto ou confinadas foi mensurada por Sakaguchi *et al.* (2007). Salientaram que os pedômetros, tanto fixado no pescoço como aos membros (posteriores ou anteriores), mostram ser bastante eficazes, pois ele fica aderido ao animal sem haver um desprendimento; que o local mais preciso é a inserção do pedômetro nos membros do animal, podendo o estro ser detectado com segurança e que o pedômetro situado no pescoço só pode ser capaz de detectar o estro em condições de criação confinada.

Outro tipo de pedômetro é o ALT, que possui três parâmetros para mensuração: atividade, tempo de repouso e temperatura corporal. Esse equipamento conta os passos através do impulso elétrico e demonstra atividades relativas à saúde animal e do ciclo estral. (BREHME *et al.*, 2008). O pedômetro ALT foi comparado com um sistema medidor de atividade física situado no pescoço (ALPRO) e a detecção visual de estro em 11 vacas leiteiras no período de sete meses. O pedômetro ALT registrou 40, o ALPRO 23 e a detecção visual 17 ciclos estrais (BREHME *et al.*, 2008).

Dois experimentos para avaliar o ciclo estral em vacas holandesas em lactação foram conduzidos por Valenza *et al.* (2012). No experimento 1, 112 vacas foram equipadas com o pedômetro, tratadas com GnRH e sete dias depois foi aplicado análogo de prostaglandina (PGF 2α) para sincronizar o estro. Em geral, 71% das vacas foram detectadas em estro pelo pedômetro e 95% das vacas apresentaram estro sete dias após a indução da luteólise.

No experimento 2, 461 vacas receberam uma injeção intramuscular de GnRH no momento da IA, após a detecção do estro pelo pedômetro ou não receberam nenhum tratamento (controle). O tratamento com o GnRH na IA não afetou a fertilidade aos 35 e 65 dias após o IA, épocas em que foram realizados os diagnósticos de gestação; e nenhuma relação foi detectada entre o tratamento e quantidade de IA. Além disso, o tempo de IA em relação à ovulação estimada pelo pedômetro foi aceitável para a maioria das vacas que apresentaram estro.

2. Detectores eletrônicos de monta com sensibilidade à pressão

O equipamento HeatWatchTM é composto por um suporte, bolsa do transmissor que é fixado com cola na anca da vaca. O transmissor é colocado no bolso do suporte. A vaca, ao entrar em estro, deixa-se montar pelas companheiras ou pelo rufião. Esses animais, ao realizarem a monta, acionarão, pela pressão, o transmissor que emite uma onda que é recebida por uma antena (receptor), localizada em um ponto do estábulo, que por sua vez transmitirá um sinal para um *buffer* que está conectado a um computador localizado no escritório da fazenda. Caso o computador esteja desligado, as informações sobre a vaca em estro, horário, duração da monta e quantidade de montas serão armazenadas no *buffer*. Uma vez ligado o computador e inicializado o software específico, tais informações são transferidas automaticamente e registradas em um banco de dados (LOPES, 1997). Esse método se mostra bastante preciso, visto que o sistema funciona durante 24 horas por dia evitando perdas na detecção do estro que se manifestam no período noturno (PORTO-FILHO *et al.*, 2005).

Outros sistemas também estão sendo utilizados, como exemplo a implantação de sensores via subcutânea, desenvolvido por Senger (1994), que considera sua capacidade muito semelhante ao sistema instalado externamente. De acordo com o autor, os aparelhos implantáveis requerem os seguintes critérios: a) deve ser biocompatível; b) após ser implantado não deve causar desconforto ao animal; c) deve permanecer permanentemente no próprio local anatômico durante toda a vida produtiva do animal; d) nenhum dos componentes do aparelho nem sua cápsula pode ser liberada para dentro do animal; e) o aparelho deve ser facilmente removido ao abate do animal; f) deve ser facilmente e rapidamente instalado, baixo custo e não colocar em risco a saúde do animal. No entanto, os requisitos de energia para regular os circuitos eletrônicos são mais limitantes porque as baterias não podem ser substituídas. Esse problema pode ser superado através da utilização da tecnologia interrogatória eletromagnética. Além disso, há uma necessidade crítica para definir a incidência de falsos positivos desse método (SENGER, 1994).

A duração do estro em 71 vacas leiteiras utilizando diferentes métodos de diagnóstico foi estudado por At-Taras & Spahr (2001): 1) Um sensor de monta eletrônico HeatWatch™; 2) um aumento da atividade determinado pelo pedômetro de pescoço (Heat Seeker, Boumatic, Madison, WI). Os resultados do estudo mostram que a quantidade média de monta foi de $6,70 \pm 0,7$ e $5,42 \pm 0,80$ para os ensaios 1 e 2, respectivamente. Cada monta durou $3,20 \pm 0,19$ segundos (ensaio 1) e $3,36 \pm 0,42$ segundos (ensaio 2). Atividade de monta total em média foi de $5,83 \pm 0,78$ h por período estral no ensaio 1 e $5,57 \pm 1,02$ h no ensaio 2. Constatou-se que temperaturas

altas diminuíram o tempo de monta, mas não interferiram na quantidade de montas individuais. Ambos os métodos de detecção de estro empregados melhoraram a eficiência de detecção de estro quando comparados com a observação visual.

Existem três métodos de detecção de estro (visual, detectores de monta com pintura da cauda e a radiotelemetria (HeatWatch), em 23 vacas leiteiras holandesas, durante nove semanas, confinadas em baias e a pasto com suplementação concentrada, concluíram que todos os métodos foram menos eficazes (radiotelemetria: 37%; pintura da cauda: 26%; detecção visual: 20%) em animais confinados comparados com vacas mantidas a pasto (radiotelemetria: 69%; pintura da cauda: 65% e por detecção visual: 59%). Nas duas situações, não foi constatada diferença significativa entre os métodos estudados (PALMER *et al.*, 2010).

O tempo ideal de IA provenientes de dados de 2.661 IAs, em 17 rebanhos nos Estados Unidos, utilizando a radiotelemetria. A confirmação da gestação foi feita a partir de palpação retal entre 35 e 75 dias, além da observação da data de possível retorno ao cio. A duração do estro foi em média de $8,5 \pm 6,6$ h por rebanho, a taxa de concepção mais elevada através da IA ocorreu entre 4 e 12 horas após a confirmação da monta e a maior probabilidade de prenhez ocorreu ao se inseminar animais com mais de 100 dias de lactação (DRANSFIELD *et al.*, 1998).

Já houve testes para uso de uma tecnologia de rádio de banda larga (UWB), visando a melhoria da detecção de estro em vacas de leite. Doze vacas com ciclo estral sincronizado e quatro que estavam gestantes (controle) foram monitoradas por 24 horas em um período de sete dias. No estudo, 10 vacas exibiram estro confirmado pela

observação visual, monitoramento de atividades e as concentrações de progesterona no leite. A tecnologia mostrou ser bastante precisa, detectando nove em cada 10 vacas em estro. Além disso, confirmou com precisão todas as seis vacas que não estavam em estro (HOMER *et al.*, 2013).

A sensibilidade e o valor preditivo positivo (valor dos realmente positivos, sem falso positivos) de quatro métodos de detecção de estro (pedômetros fixados aos membros posteriores; HeatWatch™; detectores de monta utilizando pintura na cauda (*tail-paint*) e Kamar®) em vacas leiteiras (CAVALIERI *et al.*, 2003). Os animais, provenientes de três rebanhos, foram sincronizados para uma primeira IA e depois resincronizados para uma segunda IA. A sensibilidade e o valor preditivo positivo para a detecção de estros resincronizados foi maior que 80%. Pintura de cauda foi significativamente mais sensível na detecção de estro quando comparada com detectores de monta-Heatmount (P=0,002), mas não significativamente mais sensível que pedômetros (P=0,07) ou HW (P=0,55) (91,3; 85,7; 81,4 e 88,4 %, respectivamente) para detectar estro. O valor preditivo positivo de HW para a detecção de estro foi melhor do que a pintura da cauda (P=0,014) e detectores de monta (P=0,024), mas não mais do que os pedômetros (P=0,25; 100,0; 91,7; 92,9 e 87,5%, respectivamente). Com isso, a pintura da cauda, detectores de monta, pedômetros e HW forneceram alta sensibilidade (maior que 80%) e valor preditivo positivo (maior que 85%) de detecção de estro em vacas leiteiras com ciclos do estro resincronizados (CAVALIERI *et al.*, 2003).

Um estudo comparou três sistemas de detecção de estro e combinações em

vacas no período de lactação durante o estresse por calor no verão. Com 37-45 dias de lactação, 255 vacas foram equipadas com o dispositivo HW, com um sensor de atividade ALPRO e foram observadas visualmente (VO) três vezes por dia. Os ganhos de eficiência foram determinados comparando 570 períodos de detecção de estro e obtiveram 49,3% (VO), 37,2% (ALPRO), 48,0% (HW) e 80,2% para os três sistemas simultaneamente. As taxas de concepção para vacas foram 6,2±3,9 para VO; 19,8±5,6 para ALPRO; 17,3±5,0 para HW; 22,8±7,0 para VO + ALPRO; 26,9±4,6 para VO + HW; 23,2±5,2 para ALPRO + HW e 18,4±4,7 para VO + ALPRO + HW. A maior taxa de concepção ocorreu com a combinação de VO + HW, o que confirma que a combinação de múltiplos sistemas aumenta a eficiência e a precisão da detecção de estro (PERALTA *et al.*, 2005).

3. Avaliação da impedância elétrica no muco vaginal

Várias mudanças no animal são indicadores de estro, incluindo alterações no muco vaginal que pode ser detectada através de resistência elétrica (FIRK *et al.*, 2002). Essa mudança pode ser avaliada no muco vaginal e cervical do animal em estro e pode ser detectada no momento da ovulação (pico do LH). Na ovulação, ela diminui e logo após esse pico, essa resistência mostra um aumento gradativo (RORIE *et al.*, 2002).

A resistência elétrica do muco vaginal pode ser influenciada por vários parâmetros relacionados a qualquer fase de ciclo estral, devido, principalmente, à presença de alguma inflamação na genitália interna do animal, tornando-se, assim, um método que apresenta falso-positivo (BREHME *et al.*, 2001).

4. Avaliação da temperatura vaginal pelo sensor de termometria

A efetividade de um tipo de sensor de termometria com modelo baseado na temperatura vaginal para identificar o pico de LH associado com o estro em vacas leiteiras foi testada por Fisher *et al.* (2008). O experimento foi realizado com 12 vacas HPB, não lactantes, que tiveram seus ciclos estrais sincronizados em duas ocasiões. A partir disso, foram coletados dados para servir de base para análise dos ciclos espontâneos. Um sensor de condutividade com eletrodos revestidos com plástico, que também registra a temperatura, foi colocado na vagina durante todo o ciclo. Amostras de sangue foram coletadas para mensuração dos níveis de LH e foi realizada ultrassonografia para confirmação da ovulação. O aumento médio da temperatura vaginal no estro foi de 0,48 °C. Em 16 dos 21 casos em que a ovulação foi confirmada e que existiam dados, o pico individual de LH foi de 4h, em três casos foi $\pm 6h$ e em dois casos foi antes de 4 horas. Concluiu-se que a temperatura está apta a identificar o momento do surgimento de LH e, portanto, prever o tempo de ovulação de uma forma que permitiria realizar de forma eficaz a IA; porém o experimento precisa ser realizado com vacas em lactação, fato esse que não ocorreu no estudo.

5. Câmera de vídeo

Esse método tem sido utilizado com a finalidade de identificar o estro à distância. A câmera registra o momento da monta, podendo ser usada extensivamente em pesquisa de monitoramento do comportamento estral. A grande dificuldade é que obriga o manejador a assistir diariamente os vídeos produzidos pelas câmeras, bem como o alto custo de

implantação (SAINT-DIZIER & CHASTANT-MAILLARD, 2012). Bruyère *et al.* (2012) compararam quatro câmeras de vídeo por seis meses com observação visual do estro (controle) em 35 vacas de três raças: *Montbeliarde* (n=16), *Abondance* (n=16) e *Prim'Holstein* (n=3) em *free stalls*, na França. A câmera de vídeo detectou 80% do estro *versus* 68,6% no controle (P=0,07). Quando combinados os dois métodos, a taxa de detecção foi de 88,6%. Constataram que a câmera de vídeo pode substituir a observação visual de estro.

A sensibilidade, especificidade, valores preditivos e acurácia de detecção de estro, utilizando métodos de detectores de monta (pintura da cauda; câmera de vídeo associada com a observação visual e uso de tinta na cauda (Kamar[®]), totalizando 480 vacas criadas a pasto. Um grupo (n=240) foi equipado com a tinta na cauda e também monitorizado com câmeras de vídeo, enquanto o grupo do controle (n=240) foi monitorado usando tinta na cauda e observações visuais (ALAWNEH *et al.*, 2006). A sensibilidade e acurácia da detecção de estro no grupo controle, na observação visual e na pintura de cauda foram baixas. Comparado com o grupo controle, a detecção de estro utilizando a tinta na cauda e utilizando a câmera de vídeo resultaram em uma ótima sensibilidade (85% *versus* 78%, P=0,006), especificidade (99,6% *versus* 98,0%, P<0,001), valor preditivo positivo (88 % *versus* 51%, P<0,001) e precisão (99,0% *versus* 98,0%, P<0,001). A taxa de gestação foi maior no grupo com câmera de vídeo comparada com o grupo controle (72% *versus* 39%, P<0,05). A utilização da câmera de vídeo aumentou significativamente a percentagem de vacas gestantes durante o período de acasalamento (P=0,044). Os dois grupos

foram satisfatórios para a detecção de estro podendo melhorar a sensibilidade e precisão de detecção do estro em rebanhos, quando esses estão baixos.

6. Método de biossensores de progesterona no leite

Um modelo biológico para prever o estado reprodutivo com base nos níveis de progesterona no leite foi desenvolvido por Friggens & Chagunda (2005). O modelo prevê que o estado reprodutivo da vaca pode-se basear em três situações: anestro pós-parto, estro (ciclo estral) ou prenhez. Porém alguns outros testes foram introduzidos para fazer uso de outros efeitos conhecidos de desempenho reprodutivo que não são refletidos nos níveis de progesterona. Estes são: dias de parto, raça, paridade, sinais de estro comportamental, datas de inseminação, determinações de prenhez, *status* de energia, condição corporal, conteúdo de uréia no leite e desordens reprodutivas associadas com o parto. O modelo evoluiu usando essas três situações e simulando os dados, baseados no biossensor eletroquímico para determinação de níveis de progesterona no leite e está apto a distinguir os estados reprodutivos.

Estudo testou um modelo de previsão do estado reprodutivo através de medições de progesterona no leite. Friggens *et al.* (2008) testaram o modelo e avaliaram o *status* reprodutivo através de 55 medições de progesterona no leite em 578 lactações de 380 vacas. Foram identificados dois tipos de estros: (1) estro confirmado (em que a IA resultou em uma confirmação de gestação, n=121; e (2) estro ratificado (perfil de progesterona maior que 1 ng/mL, n=679). O modelo detectou 99,2% dos estros confirmados. Usando estros ratificados, a sensibilidade do modelo foi de

93,3% e especificidade de 93,7% para a detecção de estro.

A incidência de ovulação silenciosa (com base no perfil de progesterona no leite) e o seu impacto sobre o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras da raça HPB, de alta produção, em *free-stall* foi determinado por Ranasinghe *et al.* (2010). De um rebanho comercial, 277 lactações em 161 vacas foram estudadas. A atividade física (medida com pedômetros fixados nos membros posteriores) maior que 80% acima da média foi definida como estro, enquanto que o dia da ovulação foi estimado utilizando concentrações de progesterona no leite. A ovulação não precedida por um aumento da atividade física foi considerada uma ovulação silenciosa com incidência de 55,2%; 23,8%; 21,3% e 10,5% na primeira, segunda, terceira e quarta ovulação pós-parto, respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos utilizados são bastante eficazes, pois auxiliam na detecção precisa do estro e na redução do IEP. Além disso, facilitam a utilização de determinadas técnicas utilizadas na reprodução animal como IA e superovulação.

Vários pesquisadores tem se preocupado em estudar os métodos de detecção eletrônica de cio. No entanto, no que tange a viabilidade econômica e retorno sobre o investimento, apesar de várias propriedades já utilizarem sistemas eletrônicos de detecção de estro há vários anos, nenhum dos pesquisadores analisaram esse importante aspecto. Diante disso, verifica-se a eminente necessidade da realização de tais estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAWNEH, J.I.; WILLIAMSON, N.B.; BAILEY, D. Comparison of a camera-

- software system and typical farm management for detecting oestrus in dairy cattle at pasture. *New Zealand Veterinary Journal*, v.54, n.2, p.73-77, 2006.
- AT-TARAS, E.E.; SPAHR, S.L. Detection and characterization of estrus in dairy cattle with an electronic heatmount detector and an electronic activity tag. *Journal Dairy Science*, v.84, n.4, p.792-798, 2001.
- AUNGIER, S.P.M.; ROCHE, J.F.; SHEEHY, M.; CROVE, M.A. Effects of management and health on the use of activity monitoring for estrus detection in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.95, n.5, p.2452-2466, 2012.
- BREHME, U.; AHLERS, D.; LAUFELD, P.; SCHEIBL, P.; SCHERPING, E.; WERNER, D. Brunsterkennung und Gesundheitsüberwachung mittels sensorgestützter Funkdatenlogger. In: *Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung*, Beiträge zur 5. Internationalen Tagung in Hohenheim, 6-7. März, 2001. Hrsg.: Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Germany; 2001. p. 44-49.
- BREHME, U.; BREHME, A. U.; STOLLBERGA, U.; HOLZB, R.; SCHLEUSENER, T. Alt pedometer—new sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection. *Computers and electronics in agriculture*, v.62, n.1, p.73-80, 2008.
- BRUNASSI, L.A.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; VALE, M.M.; SOUZA, S.R.L.; LIMA, K.A.O.; CARVALHO, T.M.R.; BUENO, L.G.F. Improving detection of dairy cow estrus using fuzzy logic. *Scientia Agricola*, v.67, n.5, p.503-509, 2010.
- BRUYÈRE, P.; HÉTREAU, T.; PONSART, C.; GATIEN, J.; BUFF, S.; DISENHAUS, C. Can video cameras replace visual estrus detection in dairy cows? *Theriogenology*, v.77, n.3, p.525-530, 2012.
- CAVALIERI, J.; EAGLES, V.; RYAN, M.; MACMILLAN, K.L. Comparison of four methods for detection of oestrus in dairy cows with resynchronised oestrous cycles. *Australian Veterinary Journal*, v.81, n. 7, p.422-425, 2003.
- DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M. Expression and detection of oestrus in cattle. *Reproduction Nutrition Development*, v.40, n. 5, p.481-491, 2000.
- DRANSFIELD, M.B.; NEBEL, R.L.; PEARSON, R.E.; WARNICK, L.D. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *Journal Dairy Science*, v.74, n.2, p.1874-1882, 1998.
- FIRK, R.; STAMER, E.; JUNGE, W.; KRIETER, J. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, v.75, n.3 , p.219-232, 2002.
- FISHER, A.D.R.; MORTON, R.; DEMPSEY, J.M.A.; HENSHALL, J.M.; HILL, J.R. Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements. *Theriogenology*, v.70, n.7, p.1065-1074, 2008.
- FRIGGENS, N.C.; BJERRING, M.; RIDDER, C.; HØJSGAARD, S.; LARSEN, T. Improved detection of reproductive status in dairy cows using milk progesterone measurements. *Reproduction in Domestic Animals*, v.43, n. Supplement s2, p.113-121, 2008.
- FRIGGENS, N.C.; CHAGUNDA, M.G.G. Prediction of the reproductive status of cattle on the basis of milk progesterone measures: model description. *Theriogenology*, v.64, n.1, p.155-190, 2005.

- HEMML, K.; KOBAYASHI, I.; KAJISA, M.; KITAHARA, G.; FUKUYAMA, K.; HARADA, H. Effects of AI protocol and time interval from onset of estrus to AI on conception rate in Japanese Black cow. *Animal Science Journal*, v.84, n.1, p.23–27, 2013.
- HOMER, E.M.; GAO, Y.; MENG, X.; DODSON, A.; WEBB, R.; GARNSWORTHY, P.C. Technical note: A novel approach to the detection of estrus in dairy cows using ultra-wideband technology. *Journal Dairy Science*, v.96, n.10, p.6529–6534, 2013.
- JÓNSSON, R.M.; BLANKE, M.; POULSEN, N.K.; CAPONETTI, F.; HØJSGAARD, S. Oestrus detection in dairy cows from activity and lying data using on-line individual models. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.76, n.1, p.6–13, 2011.
- KIDDY, C.A. Variation in physical activity as an indication of oestrus in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.60, n. 2, p. 235–243, 1977.
- KOELSCH, R.K.; ANESHANSLEY, D.J.; BUTLER, W.R. Analysis of activity measurement for accurate oestrus detection in dairy cattle. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.58, n.2-3, p.107–114, 1994.
- LIU, X.; SPAHR, S.L. Automated electronic activity measurement for detection of estrus in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, v.76, n.10, p. 2906-2912, 1993.
- LOPES M. A. Informática aplicada à bovinocultura. 1 ed., Jaboticabal: FUNEP, 1997, 82p.
- LOPES, M. A.; SANTOS, G.; REZENDE, M.A.; CARVALHO, F. M.; CARDOZO, M.G. Estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Nazareno (MG). *Ciência Animal Brasileira*, v.12, n.1, p. 58-69, 2011.
- NEBEL, R. L.; WHITTIER, W.D.; CASSELL, B.G.; BRITT, J.H. Comparison on-farm and laboratory milk progesterone assays for identifying errors in detection of estrus and diagnosis of pregnancy. *Journal Dairy Science*, v.70, n.7, p.1471- 1476, 1987.
- PALMER, M.A.; OLMOS, G.; BOYLE, L.A.; MEE, J.F. Estrus detection and estrus characteristics in housed and pastured Holstein-Friesian cows. *Theriogenology*, v.74, n.2, p.255–264, 2010.
- PERALTA, O.A.; PEARSON, R.E.; NEBEL, R.L. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. *Animal Reproduction Science*, v. 87, n. 1-2, p.59-72, 2005.
- PORTO-FILHO, R.M.; BARUSELLI, P.S.; MADUREIRA, E.H. Uso da radiotelemetria para detecção do estro em fêmeas búfalas: luteólise durante duas fases do ciclo estral, ultra-sonografia da ovulação e perfis hormonais. *Boletim de Medicina Veterinária*, v. 1, n.1, p.13-32, 2005.
- RANASINGHE, R.M.; NAKAO, T.; YAMADA, K.; KOIKE, K. Silent ovulation, based on walking activity and milk progesterone concentrations, in Holstein cows housed in a free-stall barn. *Theriogenology*, v.73, n.7, p.942-949, 2010.
- ROELOFS, J. B.; FRANK, J.C.M.; EERDENBURG, V.; SOEDE, N. M., KEMP, B. Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, v.63, n. 5, p. 1366-1377, 2005.
- RORIE, R.W.; BILBY, T.R.; LESTER, T.D. Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. *Theriogenology*, v.57, n.1, p.137-148, 2002.

- SAINT-DIZIER, M.; CHASTANT-MAILLARD, S. Towards an automated detection of oestrus in dairy cattle. *Reproduction domestic animal*, v. 47, n.6, p.1056-1061, 2012.
- SAKAGUCHI, M.; FUJIKI, R.; YABUUCHI, K.; TAKAHASHI, Y.; AOKI, M. Reliability of estrous detection in Holstein heifers using a radiotelemetric pedometer located on the neck or legs under different rearing conditions. *Journal of reproduction and development*, v.53, n.4, p.819-828, 2007.
- SAKATANI, M.; BALBOULA, A.Z.; YAMANAKA, K.; TAKAHASHI, M. Effect of summer heat environment on body temperature, estrous cycles and blood antioxidant levels in Japanese Black cow. *Animal Science Journal*, v.83, n.5, p.394-402, 2012.
- SENGER, P. L. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *Journal Dairy Science*, v.77, n. 9, p.2745-2753, 1994.
- VALENZA, A.; GIORDANO, J.O.; LOPES, G. JR.; VINCENTI, L.; AMUNDSON, M.C.; FRICKE, P.M. Assessment of an accelerometer system for detection of estrus and treatment with gonadotropin-releasing hormone at the time of insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.95, n.12, p.7115-27, 2012.
- YANI, J. L.; SANTOLARIA, P.; GIRIBET, A.; LOPEZ-GATIUS, F. Factors affecting walking activity at estrus during postpartum period and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology*, v.66, n.8, p.1943-1950, 2006.
- YOSHIOKA, H.; TANIMOTO, Y. Effectiveness of a Real-time Radiotelemetric Pedometer for estrus detection and Insemination in Japanese Black Cows. *Journal of Reproduction and Development*, v. 56, n.3, p. 351-355, 2010.