



Teste de eficiência de um novo dispositivo eletrônico de identificação de cio em fêmeas bovinas leiteiras mantidas em regime de *compost barn*

Efficiency test of a newly developed heat detection device for dairy cows kept in a compost barn system

Julian Scariot¹, Bruna Favretto de Souza², Eraldo Lourenso Zanella^{1,2}, Ricardo Zanella^{1,2}

Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação¹, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Curso de Medicina Veterinária², Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

Resumo

A detecção de cio é considerada o maior problema relacionado ao sucesso reprodutivo em animais de produção leiteira. Para isso, testamos a eficiência de um novo sistema de pedômetro desenvolvido pela Gimenez®. Foram avaliadas 25 vacas holandesas criadas em um sistema de *compost barn*. Vinte e três (n = 23) vacas vazias sem nenhum problema reprodutivo, e duas vacas prenhes servindo como controles negativos foram avaliadas. As vacas foram acompanhadas por 42 dias com o uso do ultrassom com intervalo semanal, para identificação das estruturas ovarianas. A sensibilidade e especificidade do sistema de pedômetro e da observação visual foram calculadas para detecção de cio em bovinos. A presença de um novo corpo lúteo (CL) sete dias após a detecção do cio foi usada para confirmar a ovulação. Dezesesseis vacas (70%) de vinte e três, foram identificadas no cio usando o dispositivo, e tiveram um CL sete dias após a detecção. Seis vacas tiveram a presença de um CL, no entanto, não mostraram mudanças de comportamento. Dez vacas (n = 10) mostraram cio utilizando o pedômetro e visualmente. Seis (n = 6) foram identificados apenas no cio com o uso do dispositivo. Apenas uma vaca apresentou sinais visuais de cio e não foi identificada pelo dispositivo e teve um CL sete dias após. Nenhuma das vacas prenhes mostrou atividade de estro. A sensibilidade do sistema pedômetro foi de 70%, e a especificidade foi de 100%, em contraste com a sensibilidade da detecção visual de cio de 47% e 100% da especificidade. Em conclusão, o uso do pedômetro tem um potencial para reduzir o trabalho humano e consequentemente minimizar o erro associado com a detecção de cio.

Palavras-chave: Pedômetro, detecção de cio, atividade, bovinos, estro.

Abstract

The heat detection is considered the main problem associated with reproductive success in dairy animals. For that, we have tested the efficiency of a new pedometer system developed by Gimenez® to minimize those failures. Twenty-five Holstein cows raised in a compost barn system were evaluated, out of those twenty-three (n = 23) non-pregnant cows without any reproductive problems, and two cows pregnant serving as negative controls were used. Cows were followed for a period of 42 days with the ultra-sound to identify the ovarian structures. The presence of a new corpus luteum (CL) seven days after heat detection was used to confirm the ovulation. Sixteen cows (70%) were identified in heat and had a CL seven days after the detection. Six cows had the presence of a CL, however didn't have behavioral changes. Ten cows (n = 10) presented signs of heat using the pedometer system and also through visual observation. Six (n = 6) were identified in heat only with the use of the newly developed device. Only one cow showed visual signs of heat and was not identified by the device. The sensitivity of the pedometer system was 70%, and the specificity was 100%, in contrast to the sensitivity of visual heat detection of 47% and 100% specificity. In conclusion, the use of the pedometer has the potential to reduce human labor and therefore reducing the error associated with heat detection.

Key words: Pedometer, heat detection, activity, cattle, estrus.

Introdução

A necessidade de um aumento na produção de leite é iminente. Estimasse que, a população mundial, em menos de 40 anos possa alcançar a marca de 10,5 bilhões de pessoas o que demandaria uma produção de 600,000 toneladas de leite a mais do que é produzido no mundo hoje (Britt et al., 2018). Uma das soluções para este problema seria aumentar o rebanho leiteiro de forma qualitativa e quantitativa,

¹Correspondência: ricardozanella@upf.br

Recebido 18 de novembro 2019

Aceito: 26 de fevereiro de 2020



maximizando assim a produção animal. Dentre os fatores que impedem o crescimento dos rebanhos atualmente, estão os descartes voluntários por idade e involuntários por problemas de saúde, mas principalmente associados a falhas reprodutivas (Zanella, 2016; Lobato et al., 2018).

Para a maximização da produção de leite é necessário implementar o manejo animal e as instalações, bem como nutrição, sanidade além do melhoramento genético e reprodutivo. Instalações do tipo *compost barn* estão sendo cada vez mais utilizadas com o objetivo de maximizar os processos exploratórios da cadeia do leite além de melhorar o conforto e bem-estar animal (Balieiro, 2000; González et al., 2016; Oliveira et al., 2018). Ganhos genéticos na performance produtiva animal, principalmente na bovinocultura de leite, foram possíveis através do uso de material genético de animais comprovadamente superiores, com a inseminação artificial (Rodrigues e Rodrigues, 2009; Pritchard et al., 2013; Zanella, 2016; Zanella et al., 2018). No entanto, problemas associados com o manejo reprodutivo tem se tornado uma barreira a ser vencida para alcançar a eficiência no processo (Rodrigues e Rodrigues, 2009; Putti, 2018; Silva et al., 2001). Aspectos reprodutivos como involução uterina precoce, redução de números de endometrites, ausência de patologias ovarianas, possibilitam uma parcela maior de fêmeas conceberem quando inseminadas (Caetano e Caetano Júnior, 2015). No entanto, um grande entrave no processo da inseminação artificial (IA) é ainda a correta identificação do exato momento que a mesma deve ser realizada (Caetano e Caetano Júnior, 2015).

O sinal clássico de aceitação de monta do animal a ser inseminado, por muitas vezes têm se tornado uma tarefa um tanto quanto difícil, conseqüentemente falhas associadas com a identificação de estro são mais comuns (Guimarães et al., 2002). Estas falhas geralmente estão associadas a desordens podais, erros humanos, instalações inadequadas e o aumento da produção leiteira, a qual leva a um período de manifestação de estro menor (Caetano e Caetano Júnior, 2015; Guimarães et al., 2002; Ebling, 2019; Leira et al., 2018). Fêmeas androgenizadas e rufões foram amplamente utilizados, porém sua periculosidade, gastos com alimentação e vida útil curta, reduziram a sua utilização para a identificação do momento de aceitação da monta. Fitas identificadoras Estrotect[®], fixadas na região sacral do animal, também são utilizadas para demonstrar a atividade do estro, contudo, nos meses quentes do ano, pela presença de insetos hematófagos e tabanídeos, os bovinos apresentam reações de cauda exacerbadas, criando situações errôneas de falso positivas. Além disso, as fitas identificadoras podem não identificar totalmente o estro pela baixa intensidade e frequência da aceitação de monta pela fêmea em estro (Bonato et al., 2012; Caetano e Caetano Júnior, 2015). Sistemas de identificação eletrônico de estro, como Heat Watch[®] através da radiotelemetria foram testados com resultados aceitáveis, onde mudanças comportamentais associadas com a expressão do cio foram identificadas em 51% à 87% dos animais testados (Roelofs et al., 2005). Mesmo sendo uma técnica bastante eficaz para detecção do cio, devido ao seu alto custo, inviabilizou a sua utilização em larga escala (Caetano e Caetano Júnior, 2015).

A prática de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) tem sido empregada com resultados variáveis quando comparados com índices reprodutivos de vacas inseminadas com visualização de estro, principalmente devido a erros de execução no protocolo (Senger, 1994; Bergamaschi et al., 2010; Barbosa et al., 2011; Bonato et al., 2012; Lobato et al., 2018). Além disso, o baixo número de animais protocolados de uma vez em pequenas propriedades, acaba inviabilizando a presença de um profissional capacitado para a execução do protocolo, restando aos proprietários ou funcionários realizarem os procedimentos (González et al., 2016). Devido a isto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e testar um dispositivo eletrônico de identificação de cio em parceria com a Gimenez[®] denominado pedômetro, com performance satisfatória, e de fácil uso, possibilitando ao proprietário colocá-los somente nos animais que deseja inseminar e, de preço acessível.

Material e Métodos

Animais, alimentação e estabulagem

Foram selecionadas 25 vacas de um rebanho de 100 vacas da raça Holandesa, localizadas no Município de Água Santa, no noroeste do estado do Rio Grande do Sul-Brasil, latitude 28° 10' 37" sul longitude 52° 02' 02" oeste altitude 650 m com um clima subtropical úmido avaliadas durante março à abril de 2019. As vacas estavam em início de lactação DEL de 50 à 200 dias com média diária de produção de leite de 35,12 litros mínima de 29 e máxima de 56 litros, ordenhadas três vezes ao dia às 05:00, 13:00 e 21:00 horas.

As fêmeas eram mantidas em sistema de alojamento do tipo *compost barn* distribuídos em um único lote dentro do galpão. Recebendo alimentação à base de silagem de milho; 42 kg por dia, pré-



secado de cevada, 4 kg por dia e concentrado energético proteico 12 kg por dia, equilibrado para as produções e idade de lactação dos animais envolvidos. O fornecimento dessa alimentação era feito através de dieta totalmente misturada (TMR) três vezes por dia e aproximada no cocho outras três vezes. O consumo de alimentos era monitorado pelos proprietários com a visualização da alimentação nos canis individuais, o que facilitava esse manejo.

Controles sanitários eram feitos de maneira rotineira com os demais animais do rebanho, imunizando todos contra as principais enfermidades reprodutivas. Testes para brucelose e tuberculose, além de vacinações contra rinotraqueite infecciosa bovina (IBR) e diarreia viral bovina (BVD) foram realizadas semestralmente e vacinações preventivas contra leptospirose eram feitas com intervalo trimestrais. Os animais do estudo foram submetidos a um exame ginecológico e de saúde reprodutiva, através de exames de palpação retal, vaginoscopia e exames de ultrassonografia. A ciclicidade das fêmeas foi verificada pela presença do corpo lúteo e ausências de cistos foliculares e / ou luteínicos nos ovários dos animais. Escore de condição corporal (ECC), escore de locomoção, doenças pré-existentes e doenças existentes durante o experimento foram avaliadas. Somente animais hípidos e cíclicos foram utilizados no trabalho.

Descrição do Pedômetro

Pedômetros são instrumentos utilizados para mensurar a atividade física durante um determinado período. Neste caso o pedômetro foi fixado nos membros posteriores dos animais (esquerdo ou direito), utilizando fitas elásticas auto-ajustáveis com regulagem própria para permitir o conforto do animal, para avaliar a atividade física das vacas durante o ciclo estral das mesmas. O pedômetro era composto por um sensor de movimento, o microcontrolador, a bateria e o rádio para transmissão, com peso total de 360 gramas. A transmissão era realizada para uma central de comando através de uma antena com receptor de rádio frequência. A bateria tem vida útil de aproximadamente quatro anos, após isso o dispositivo deve ser substituído ou reprogramado pela fábrica. O programa de detecção e o armazenamento dos dados ficaram armazenados em uma nuvem digital com um servidor exclusivo para a Gimenez[®]. Ele identifica o pedômetro do animal que está em cio, com a sua respectiva identificação na fazenda, gerando um sinal via mensagem de texto para os celulares cadastrados no programa. As informações são repassadas para a central de comando com intervalos de duas horas gerando dados de movimentações relativas ao período anterior.

Primeiramente todos os animais tiveram os pedômetros fixados em seus membros posteriores por um período de no mínimo de 10 dias antes do início do experimento para ter seus padrões de passos e movimentos comportamentais analisados e estabelecidos pelo sistema de monitoramento. Além disso a observação do cio nos animais era realizada pelos proprietários durante um intervalo de 30 minutos antes e depois ordenha dos animais, sendo que o animal era considerado estar em cio se ficasse parado para ser montado pelas outras vacas.

Na primeira visita, todos os animais foram avaliados através do exame de ultrassonografia e encontravam-se cíclicos, com exceção dos dois animais do grupo controle. O trabalho todo foi baseado na confirmação ou não de que houve o evento do estro pela presença ou ausência do corpo lúteo sete dias após o cio conforme a tabela 1.

Tabela 1. Número de animais classificados por cada grupo durante o experimento **G1** Detecção do cio pelo pedômetro e com visual e presença de CL 7 dias após; **G2**- Confirmação de cio pelo pedômetro e sem confirmação visual com presença de CL 7 dias após; **G3**- Sem confirmação de cio pelo pedômetro e com confirmação visual com presença de CL 7 dias após; **G4** - Sem confirmação de cio pelo pedômetro e sem confirmação visual com presença de CL 7 dias após.

Grupo	Número de animais identificados no cio	% de Animais identificados no cio
G1	10	43,48%
G2	06	26,09 %
G3	01	4,34 %
G4	06	26,09%

Os animais identificados em cio pelo dispositivo ou pela visualização simples eram inseminados. A confirmação do estro/ovulação era realizada pela presença do corpo lúteo através do exame ultrassonográfico com ou sem a inseminação no mínimo sete dias após a demonstração do cio. As

avaliações com o uso da ultrassonografia eram realizadas em 6 oportunidades com intervalo de 7 dias entre elas num período total de 42 dias de experimento.

Análise dos dados

Foi realizada avaliação comportamental da demonstração do cio das vacas nos diferentes períodos do dia, calculando as correlações entre a detecção de cio pelo pedômetro e produtividade de leite das vacas.

Utilizou-se o programa estatístico R para avaliar a especificidade e sensibilidade da detecção do estro nas vacas com o auxílio do pedômetro, sendo que o cio verdadeiro era confirmado pela presença de um corpo lúteo viável pelo menos 7 dias após a sua detecção. Também foi estimado a especificidade e sensibilidade da detecção do cio pela avaliação visual realizada pela observação dos animais pelo proprietário.

Resultados e Discussão

Das vinte e cinco vacas utilizadas, 23 eram vacas vazias sem nenhum problema reprodutivo, e duas vacas prenhes serviram como controle. As vacas foram acompanhadas por 42 dias com o uso do ultrassom e intervalo semanal, para identificação das estruturas ovarianas. A presença de um novo corpo lúteo (CL) sete dias após a detecção do cio foi usada para confirmar a ovulação. Dezesesseis vacas (70%) de vinte e três, foram identificadas no cio usando o dispositivo, e tiveram um CL sete dias após a detecção. Seis vacas tiveram a presença de um CL, no entanto, não mostraram mudanças comportamentais. Dez vacas (n = 10) mostraram cio utilizando o pedômetro e visualmente. Seis (n = 6) foram identificadas apenas no cio com o uso do dispositivo. Apenas uma vaca apresentou sinais visuais de cio e não foi identificada pelo dispositivo e teve um CL sete dias após. Nenhuma das vacas prenhes mostrou atividade de estro (Figura 1).



Figura 1. Animal com demonstração de cio visual e não detectado pelo pedômetro.

O resultado mais expressivo do experimento e que demonstra a sua aplicabilidade, foi a detecção do cio no horário noturno, mesmo com o uso do sistema de *compost barn*, com um ambiente com temperatura parcialmente controlado à 24° C devido ao uso de ventiladores e aspersores (Broucek et al., 2009; Oliveira et al., 2018). Durante o trabalho, 43,47% dos animais apresentaram cio no período da meia-noite as seis da manhã. Estes resultados são similares aos encontrados por Oshi et al. (2006), que identificou que 44% das vacas criadas em sistema de *Free-Stall* apresentaram sinal de estro somente a noite. Em bovinos leiteiros de origem taurina como é o caso das vacas da raça Holandesa, o conforto térmico está entre 4 a 24° C, sendo que vacas com maior produção tendem a ter um maior risco a sofrer por estresse térmico (Cavestany et al., 1985). Neste trabalho, o cio foi identificado pelo dispositivo em



43,47% das vacas entre 8:00 e 10:00, 4,34% das 16:00 às 18:00, 4,34% entre 20:00 e 22:00 17,39% entre 00:00 e 02:00 e 26,08% entre 04:00 e 06:00 horas (Tabela 2).

Dos 25 animais do experimento, dois serviram como grupo controle, pois estavam prenhes e durante todo o período não apresentaram alterações comportamentais do movimento associadas com o cio, sendo consideradas como verdadeiros negativos, com especificidade de 100%. Das vinte e três vacas cíclicas restantes, dezesseis vacas foram identificadas em estro pelo dispositivo e tiveram uma confirmação de presença de corpo lúteo sete dias após a detecção.

Tabela 2. Horários de identificação de cio pelo dispositivo e quantidade de animais

Horário do início Cio	Número de animais identificados no cio pelo pedômetro	% de animais em cio identificados pelo pedômetro
00:00 às 02:00	04	18,18%
04:00 às 06:00	06	27,27%
08:00 às 10:00	10	45,45%
16:00 às 18:00	01	4,55%
20:00 às 22:00	01	4,55%

O número de médio de passos das vacas em estro observados em nosso trabalho foi de 1150 passos por evento por vaca. A menor atividade detectável foi de 600 passos que ampliou sua atividade de 800 para 1400 passos no dia do estro. A maior atividade de passos observada foi de 2800 passos durante o evento do cio (Figura 2). O número médio de passos das vacas Holandesas utilizadas neste experimento foi superior ao encontrado por Roelofs et al. (2005), isso pode ser devido ao sistema de *free-stall* ao qual as vacas deles foram alojadas, quando comparadas com o sistema de *compost barn*.

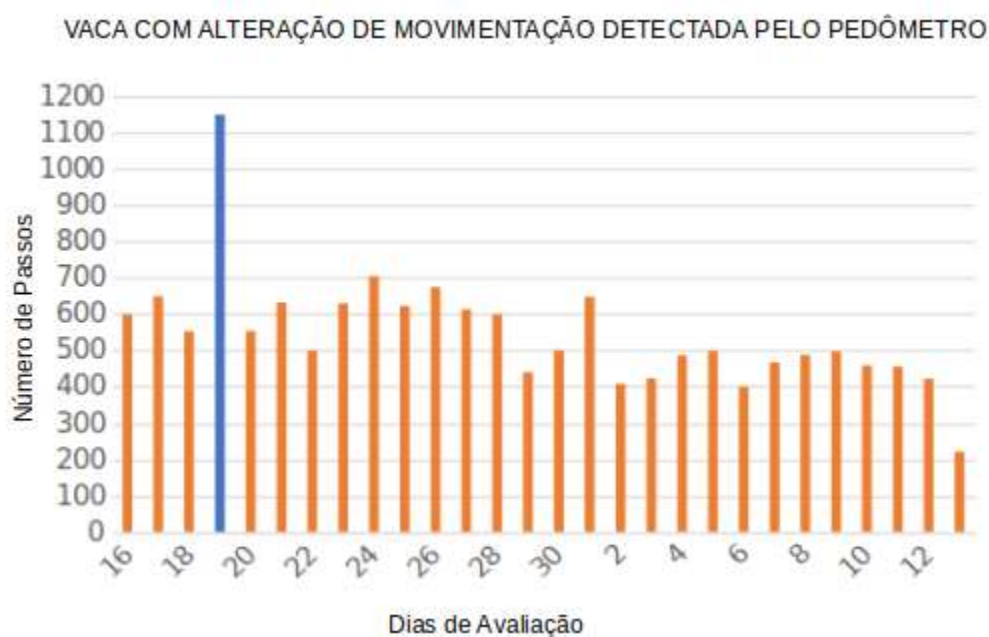


Figura 2. Animal com atividade aumentada no dia do estro detectado pelo pedômetro.

A sensibilidade do uso do dispositivo foi de 70%, e a especificidade foi de 100%, em contraste com a sensibilidade da detecção visual de cio de 47% e 100% da especificidade. A produção média diária de leite das vacas identificadas no cio com o uso do pedômetro em nosso experimento foi de 37,66 litros e com dias de lactação (DEL) médio de 202,2 dias, para as vacas que não apresentaram cio foi 34,66 L e DEL de 208,5 ($P = 0,32$ e $P = 0,8$). Não foi verificada uma correlação entre produção de leite e eficiência do uso do dispositivo. Indicando que o sistema do pedômetro, pode ser utilizado tanto em vacas de alta quanto de baixa produção de leite, tendo em vista que a produção de leiteira não afetou a detecção do cio nas vacas testadas.

Os resultados obtidos com a utilização do pedômetro para a identificação de cio foram satisfatórios. Contudo, houve pontos de estrangulamento durante o processo que devem ser colocados em



questão. A fixação torna-se papel fundamental, haja vista que os dados obtidos podem ser perdidos ou não avaliados de forma satisfatória se os animais perderem os dispositivos durante o processo de avaliação. Fitas elásticas em camas de compostagem, mostraram-se serem limitadas pois, conforme foi observado, alguns animais (N=3) perderam os dispositivos durante o período de calibragem dos padrões, o que necessitou que fossem recolocadas imediatamente.

Além disso foi observado a dificuldade de extração dos conjuntos coletores de leite na presença dos pedômetros, o que indicaria que a necessidade de sua colocação fosse nos membros anteriores. Este fato levantaria a possibilidade de haver um treinamento especial ou instalações adequadas para a sua colocação, pois gera um certo desconforto no animal, pois o membro dianteiro das vacas é uma área com maior sensibilidade e de difícil acesso para uma fêmea bovina em estação (Gonzaga, 2016). Roelofs et al. (2005) utilizaram o sistema de pedômetro, em vacas da raça Holandesa, fixando os mesmos nos membros dianteiros dos animais, não identificando qualquer perda dos sensores ou problemas com sua fixação ou remoção.

A informação gerada pelo aumento da atividade, não é em tempo real, demonstrando a demanda do monitoramento dos dados de forma constante. No momento que a informação foi repassada para a telefonia móvel cadastrada no programa, esse animal já manifestou aumento de atividade a quatro horas. Vacas com produções superiores a 50 litros, tem seus períodos de início e fim de estro com intervalos menores que esse. Padrões para esse tipo de animal devem ser revistos pois a precocidade da informação pode levar a uma tomada de decisão mais precisa pelo proprietário e ou inseminador (Lopez et al., 2004; González et al., 2016). Em nosso trabalho não observamos esta interação, tendo em vista que a média de produção de leites das vacas usadas em nosso estudo foi de 38 litros.

A necessidade da observação de todos os sinais de estro também são pontos importantes do processo, tendo em vista que, vacas no período pré-cio aumentam sua atividade participando da atividade de monta das vacas que estão em estro evidente. Aproximadamente 20 à 40% dos cios são perdidos por problemas de identificação, mesmo sendo realizado por pessoas treinadas (Caetano e Caetano Júnior, 2015). Além disso, aproximadamente 5 a 30% das vacas são inseminadas sem estarem no cio e 19% das vacas inseminadas estão gestantes (Senger, 1994).

Associar e aproveitar o uso das Tecnologias de Informação para maximizar o rendimento dos processos reprodutivos, mostra-se a ferramenta de melhor custo benefício para identificação de cio e posterior inseminação (Cappelozza et al., 2017). O uso da inseminação através do monitoramento da atividade dos animais com posterior visualização de estro atinge índices entre 51 a 87% e podendo chegar a 95% em situações com mais de uma vaca em estro no mesmo período (Roelofs et al., 2005). Estes resultados foram observados em nosso trabalho, quando múltiplas vacas apresentaram sinal de estro em um mesmo momento e a sua observação foi extremamente facilitada com o auxílio do pedômetro. O uso de protocolos de sincronização seja eles com agentes luteolíticos ou protocolos de IATF concomitante com o pedômetro, auxiliam e muito a efetividade dessa ferramenta. Principalmente em vacas que apresentam ovulação ou cio silencioso (Roelofs et al., 2010)

Conclusão

Em conclusão, pelas mensurações realizadas pelo pedômetro pode-se detectar precisamente o cio de vacas Holandesas criadas em sistema de *compost barn*, sendo um sistema bastante promissor para a predição da ovulação e conseqüentemente incremento dos índices reprodutivos nas fazendas leiteiras. A diferença de 23% (pontos percentuais) entre a sensibilidade da identificação do cio com o uso dispositivo frente a observação visual, justifica o seu uso em propriedades com esse perfil.

Referências

- Balieiro, ES, Pereira, JCC, Valente, J, Verneque, RS, Balieiro, JCC, Ferreira, WJ. Estimativas de parâmetros genéticos e de tendências fenotípica, genética e de ambiente de algumas características produtivas da raça Gir Leiteiro. Arq Bras Med Vet Zoo, v.52, n.3, p.266-275, 2000.
- Barbosa CF, Jacomini, JO, Diniz, EG, Santos, RM, Tavares, M. Inseminação artificial em tempo fixo e diagnóstico precoce de gestação em vacas leiteiras mestiças. Rev Bras Zootecn, v.40, n.1, p.79-84, 2011.
- Bergamaschi MACM, Machado R, Barbosa RT. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. Circular Técnica EMBRAPA São Carlos, n.64, p.1-12, 2010.
- Bonato GL, Cunha MO, dos Santos RM, Carneiro LC. Eficiência do EstroTECT® na identificação de estros em vacas leiteiras mestiças. Braz J Vet Res Anim Sci, v.49, p.19-23, 2012.



- Britt JH, Cushman RA, Dechow CD, Dobson H, Humblot P, Hutjens MF.** Invited review: Learning from the future-A vision for dairy farms and cows in 2067. *J Dairy Sci*, v.101, p.3722-3741, 2018.
- Broucek J, Kisac P, Uhrincat M.** Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *Int J Biometeorol*, v.53, p.201-208, 2009.
- Caetano GAO, Caetano Júnior MB.** Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas. *PUBVET*, v.9, p.381-393, 2015.
- Cappellozza A, de Moraes GHSM, Muniz LM.** Uso pessoal das tecnologias no trabalho: motivadores e efeitos à distração profissional. *RAC*, v.21, p.605-626, 2017.
- Cavestany D, El-Whishy AB, Foot RH.** Effect of season and fertility of Holstein cattle. *J Dairy Sci*, v.68, p.1471-1478, 1985.
- Ebling RC, Krummenauer A, Machado G, Zeni D, Carazzo LP, Leal MLR.** Prevalência e distribuição de lesões podais em vacas leiteiras criadas em free stall. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.40, n.1, p.239-248, 2019.
- Gonzaga MC.** Técnicas de anestesia local dos membros locomotores de bovinos: revisão de literatura. (Monografia de Graduação em Medicina Veterinária). Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2016. <http://bdm.unb.br/handle/10483/16317>
- González FHD, Raimondo FRS, Rivero BRC.** Anais do 3º Simpósio Nacional da Vaca Leiteira. Porto Alegre, 2016.
- Guimarães JD, Alves NG, Costa EP da, Silva MR, Costa FMJ, Zamperlini B.** Eficiências reprodutiva e produtiva em vacas das raças Gir, Holandês e Cruzadas Holandês x Zebu. *R. Bras. de Zootec*, v.31 n.2, p.641-647, 2002.
- Leira MH, Botelho HA, Santos HCAS, Barreto BB, Botelho JHV, Pessoa GO.** Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: revisão. *PUBVET*, v.12, p.1-13, 2018.
- Lobato AN, de Moura BVM, Rennó LN, Gomes AP, Marcondes MI.** Relação entre indicadores reprodutivos e econômicos em propriedades leiteiras. *Nutr. Rev. Eletrônica*, v.15, p.8293-8303, 2018.
- Lopez H, Satter LD, Wiltbank MC.** Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci*, v.81, p.209-223, 2004.
- Oliveira ZB, Silva CB, Souza IJ, Link TT, Bottega EL.** Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira no sul do Brasil. *Rev Bras Eng Biosistemas*, v.12, p.110-121, 2018.
- Oshi M, Dochi, OKH.** The observation of estrus behavior at night in dairy cattle on a free stall barn. *J. of Rak. Gak. Uni*, v.30, n.2, p.229-234, 2006.
- Pritchard T, Coffey M, Mrode R, Wall E.** Understanding the genetics of survival in dairy cows. *J Dairy Sci*, v.96, p.3296-3309, 2013.
- Putti FF, Góes BC, Gabriel Filho LRA, Sartori DDL, Chacur MGM, Cremasco CP.** Análise da evolução do número de patentes relacionadas ao processo de ordenha. *Braz J Food Technol*, v. 21, e2017017. Epub July 26, 2018.
- Rodrigues JL, Rodrigues BA.** Evolução da biotecnologia da reprodução no Brasil e seu papel no melhoramento genético. *Rev Ceres*, v.56, p.428-436, 2009.
- Roelofs JB, van Eerdenburg FJ, Soede NM, Kemp B.** Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, v.64, p.1690-1703, 2005.
- Roelofs J, López-Gatius F, Hunter RHF, Van Eerdenburg FJCM, Hanzen CH.** When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology*, v.74, p.327-344, 2010.
- Senger PL.** The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J Dairy Sci*, v.77, p.2745-2753, 1994.
- Silva, MVGB da, Ferreira, WJ, Cobuci, JA, Guaragna, GP, Oliveira, PRP de.** Efeito da endogamia sobre características produtivas e reprodutivas de bovinos do ecótipo Mantiqueira. *R. Bras. de Zootec*, v. 30, n.4, p.1236-1242, 2001.
- Zanella R, Lago LV, da Silva AN, Pértile F, de Carvalho NS, Panetto JCC, Zanella GC, Facioli FL, da Silva MVGB.** Genetic characterization of Indubrasil cattle breed population. *Vet Sci*, v.5, p.1-10, 2018.
- Zanella R.** Genomic tools and animal health. *Vet Sci*, v.3, p.1-8, 2016.
-