

Pecuária leiteira de precisão: conceitos e tecnologias disponíveis

bigstockphoto.com

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira¹ - CRMV-MG5930, Cláudio Antônio Versiani Paiva¹ - CRMV-MG 6203, Marcelo Neves Ribas² - CRMV-MG 8208, Alexandre Lima Ferreira³

¹ Embrapa Gado de Leite, Complexo Multiusuário de Bioeficiência e Sustentabilidade da Pecuária, Coronel Pacheco, Minas Gerais

² Intergado Tecnologia, Contagem, Minas Gerais

³ Bolsista Pós-Doc – CAPES-PVE – Universidade Federal de São João del-Rei/Embrapa

1. Introdução

A pecuária leiteira de precisão pode ser definida como uma postura gerencial amparada em tecnologias da informação e comunicação que permite a melhoria do controle da fonte de variabilidade animal e espacial, otimizando econômica, social e ambientalmente o desempenho da fazenda leiteira.

Tecnologias de precisão têm sido desenvolvidas com o objetivo de melhorar o gerenciamento dos rebanhos leiteiros e mensurar os indicadores produtivos, comportamentais e fisiológicos em benefício da saúde, produtividade e bem-estar animal (Steenefeld *et al.*, 2015). As tecnologias de precisão utilizam sistemas de monitoramento por sensores. Esses sistemas podem ser descritos a partir de quatro níveis de desenvolvimento e utilização (Fig. 1): (I) **tecnologia** (sensor), que mensura algum parâmetro individual da vaca (ex.: consumo de alimento), gerando um con-

junto de **dados**; (II) **interpretação**, que resume as alterações observadas no conjunto de dados gerados pelo sensor (ex.: diminuição do consumo) para produção de uma **informação** sobre o *status* da vaca (ex.: vaca com torção de abomaso); (III) **integração dessa informação** gerada pelo sensor, acrescida a outra informação (ex.: informação de cunho econômico), para proposição de um **aconselhamento** (ex.: operar ou não a vaca doente); (IV) **tomada de decisão** pelo gestor da fazenda ou autonomamente pelo sistema (ex.: o veterinário é acionado). A maioria dos estudos sobre tecnologias de precisão para pecuária de leite realizada até o momento está relacionada à detecção de mastite (25%), fertilidade (33%), problemas de locomoção (33%) e distúrbios metabólicos (16%), e se concentram principalmente nos níveis de desenvolvimento/utilização I e II (Rutten *et al.*, 2013).

O uso de tecnologias de precisão está se tornando uma prática cada vez mais comum

em fazendas leiteiras. Entre os principais parâmetros monitorados atualmente, estão a produção, composição, temperatura, condutividade, presença de sangue e contagem de células somáticas do leite, ruminação, consumo de alimentos e água, medidores de atividade para detecção de cio, problemas de casco e pesagem corporal das vacas (Firk *et al.*, 2002; Pastell *et al.*, 2009; Chapinal *et al.*, 2010; O'Connell *et al.*, 2010; Holman *et al.*, 2011; Bar e Bewley, 2010; Solomon, 2010; van der Tol e van der Kamp, 2010; Miekley *et al.*, 2012; Büchel e Sundrum, 2014; Chizzotii, 2015). Além desses, vários outros parâmetros estão sendo propostos ou encontram-se em desenvolvimento.

2. Perfil de utilização das tecnologias de precisão e implicações sobre a mão de obra

Há várias décadas os sistemas de monitoramento por sensores têm sido utilizados para mensurar indicadores de saúde de vacas individualmente (Hogeveen *et al.*, 2010). As razões para se investir em sistemas de monitoramento por sensores apresentam variação em função do perfil socioeconômico e geográfico do produtor de leite. Entre as motivações que le-

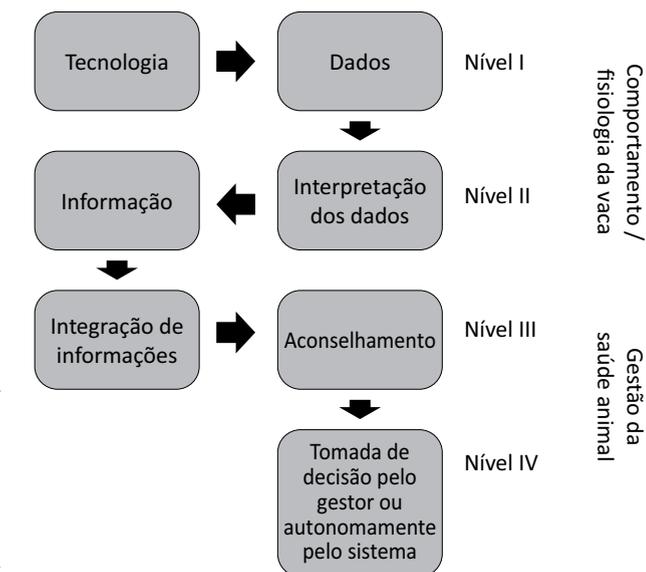


Figura 1. Níveis de desenvolvimento e utilização dos sistemas de monitoramento por sensores na gestão da fazenda leiteira.

vam produtores de leite a investir em tecnologias de precisão destacam-se a expectativa de redução do trabalho e maior facilidade no manejo diário do rebanho (Steenefeld e Hogeveen, 2015). Dessa forma, o uso de sistemas de monitoramento por sensores tende a apresentar um resultado econômico positivo, especialmente devido à redução esperada sobre os custos da mão de obra (Steenefeld *et*

Entre os principais parâmetros monitorados atualmente estão a produção, composição, temperatura, condutividade, presença de sangue e contagem de células somáticas do leite, ruminação, consumo de alimentos e água, medidores de atividade para detecção de cio, problemas de casco e pesagem corporal das vacas.

al., 2015). Em pesquisa realizada na Holanda, fazendas que adotaram algum tipo de tecnologia de precisão obtiveram uma redução de até 23% das horas trabalhadas por vaca/semana (Fig. 2) em comparação com aquelas que não faziam uso de sistemas de monitoramento por sensores (Steenefeld e Hogeveen, 2015).

Quanto ao perfil dos produtores que utilizam tec-

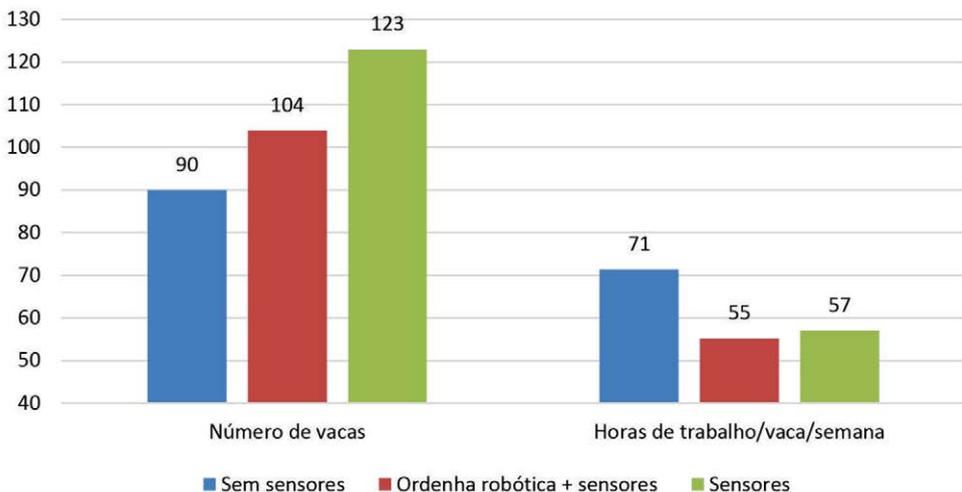


Figura 2. Comparação do número de vacas e do número de horas trabalhadas por vaca/semana entre fazendas que utilizam e outras que não utilizam algum tipo de sensor para vacas.

nologias de precisão, existem os que usam determinados sistemas de monitoramento por sensores porque estão embarcados em algum equipamento adquirido, como, por exemplo, em sistemas de ordenha robotizados. Outros já o fazem de forma deliberada, investindo em sensores para melhorar a eficiência da gestão sobre a saúde do rebanho (Fig. 3) (Steenefeld e Hogeveen, 2015).

Além das questões relacionadas à mão de obra e facilidade de manejo, fatores (Tab. 1) como relação custo benefício, custo do investimento total e simplicidade de uso estão entre os principais critérios analisados no momento da adoção de tecnologias de precisão por produtores americanos (Borchers e Bewley,

2015).

Bewley e Russell (2010) pesquisaram 229 produtores de leite americanos e identificaram que as razões mais comuns para a não adoção de tecnologias de precisão eram: (I) não estarem familiarizados com as tecnologias disponíveis (55%); (II) baixa relação custo/benefício (42%); (III) não saberem o

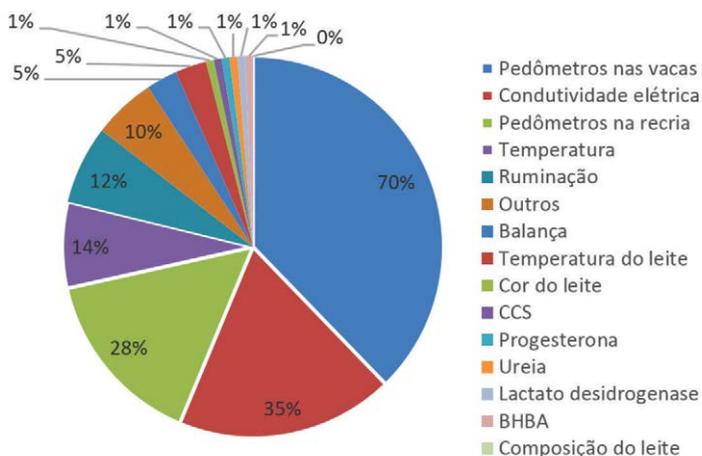


Figura 3. Perfil de utilização de sensores em fazendas holandesas com sistemas de ordenha convencional (adaptado de Steenefeld e Hogeveen, 2015).

Tabela 1. Pesquisa indicando a importância dos critérios de compra de tecnologias de precisão

Parâmetro	Intensidade da Importância (%)					Produtores (n)
	Nenhuma	Pequena	Moderada	Importante	Muito importante	
Relação custo/benefício	0,9	0	3,7	31,5	63,9	108
Custo total do investimento	0,9	1,8	12,8	36,7	47,7	109
Simplicidade de uso	0,9	0,9	10,1	47,7	40,4	109
Desempenho comprovado na prática	1,9	0	7,5	53,3	37,4	107
Assistência técnica	1,8	3,7	17,4	34,9	42,2	109
Compatibilidade com práticas e sistemas já existentes	0,9	4,6	11,9	46,8	35,8	109
Demanda de tempo para uso da tecnologia	1,9	2,8	15,7	45,4	34,3	108

Valores de cálculo considerados: nenhuma = 1; pequena = 2; moderada = 3; importante = 4; muito importante = 5. Fonte: Adaptado de Borchers e Bewley (2015).

que fazer com tantas informações fornecidas pelos sistemas (36%); (IV) tempo insuficiente para usufruir da tecnologia (31%); (V) falta de percepção do valor econômico (30%); (VI) tecnologias muito difíceis ou complexas para se usar (29%). Ademais, incertezas sobre as condições de mercado, do desempenho e reais benefícios das novas tecnologias e, ainda, problemas relacionados à adaptação da gestão e fatores organizacionais têm sido apontados (Tab. 2) como decisivos para a não adoção das tecnologias de precisão por parte dos produtores de leite (Bewley *et al.*, 2010).

Contudo, o uso de tecnologias de precisão tem se tornado cada vez mais importante e necessário para que os produtores de leite

possam aperfeiçoar suas práticas de gestão e aumentar a eficiência dos sistemas de produção (El-Osta e Morehart, 2000).

3. Implicações sobre a produtividade, saúde e bem-estar animal

De forma geral, os sistemas de precisão disponíveis para a pecuária leiteira são compostos por equipamentos capazes de mensurar individualmente parâmetros fisiológicos ou comportamentais e detectar alterações relativas às condições de saúde da vaca, requerendo uma intervenção por parte do ges-

Tabela 2. Fatores que influenciam a adoção de tecnologias de precisão

Fatores	Exemplos
Incertezas sobre a decisão de investimento	Condições de mercado (Bewley <i>et al.</i> , 2010)
	Promessas em excesso promovidas pelo vendedor
	Incerteza sobre os atuais benefícios, conhecimento de oportunidades
Desafios da implementação	Existência de redes de aprendizagem (fragmentadas, subqualificadas, falta de conhecimento)
	Desempenho das tecnologias <i>versus</i> expectativas
	Adaptação da gestão (mudança de rotina, papel da tecnologia e das pessoas)
	Entrada de dados, mudança de processos/estrutura para incorporação e entrada de dados, análise de dados, gerenciamento por exceção (De Koning, 2010)
Fatores organizacionais	Falta de foco em P&D pela indústria para integração das tecnologias com os sistemas de produção

Fonte: Eastwood (2011).

tor da fazenda (Steenefeld *et al.*, 2015). Entre os sensores considerados de maior utilidade por produtores americanos, estão os de detecção de mastite, de cio e produção de leite (Borchers e Bewley, 2015) (Tab. 3).

No entanto, ainda não é sabido se o uso desses sensores também melhora os índices de saúde e produção, como, por exemplo, redução da média de dias ao primeiro serviço ou diminuição da contagem de células somáticas do leite individual (Steenefeld *et al.*, 2015). Para um melhor aproveitamento das tecnologias de precisão, o produtor deve ter conhecimento e fazer a gestão diária das informações geradas pelo sistema.

Steenefeld *et al.* (2015) demonstraram que a contagem de células somáticas (CCS) do leite de tanques individuais diminuiu em fazendas com sistemas de ordenha convencional, ao passo que esse parâmetro aumentou em fazendas com ordenha robotizada (AMS). Normalmente, a aquisição de sensores para detecção de mastite ocorre de forma delibe-

rada em fazendas convencionais, ou seja, há um objetivo claro de utilização do sistema de monitoramento. Já em fazendas com AMS, em geral tais sistemas encontram-se embutidos no equipamento como forma de torná-los mais acessíveis do ponto de vista econômico, e, muitas vezes, despertando baixo interesse do produtor em utilizá-los. Outro aspecto muito importante diz respeito à presença do ordenhador nos sistemas convencionais de ordenha. Nessas fazendas, o ordenhador pode checar imediatamente as vacas que apresentam algum tipo de alerta sinalizado pelos sensores. Além disso, vacas com mastite podem ser identificadas durante a ordenha mesmo sem a presença de alerta indicado pelos sensores (Steenefeld e Hogeveen, 2015).

O desempenho da detecção do cio pode ser melhorado pela utilização de sistemas de monitoramento por sensores. Esses sistemas podem detectar cerca de 80 a 85% de vacas em cio, enquanto o método visual normalmente detecta apenas 55% das vacas nessa

Tabela 3. Pesquisa indicando a importância da utilidade das atuais e potenciais tecnologias de precisão

Parâmetro	Intensidade da Importância (%)					Produtores (n)
	Nenhuma	Pequena	Moderada	Importante	Muito importante	
Mastite	0,0	0,0	1,9	19,4	78,7	108
Cio	0,0	0,9	2,8	16,5	79,8	109
Produção diária de leite	0,0	0,9	6,4	11,9	80,7	109
Atividade da vaca	1,8	1,8	5,5	16,5	74,3	109
Temperatura	3,8	2,8	11,3	22,6	59,4	106
Comportamento alimentar	0,9	0,0	15,7	35,2	48,1	108
Composição do leite	0,9	4,6	13,8	27,5	53,2	109
Laminite	0,0	4,6	17,4	26,6	51,4	109
Ruminação	3,8	3,8	18,9	28,3	45,3	106
Saúde de casco	0,9	3,7	19,4	39,8	36,1	108
Atividade ruminal	4,6	3,7	24,1	27,8	39,8	108
Comportamento deitada/de pé	2,8	8,3	25,7	33,9	29,4	109
pH do rúmen	5,5	11	26,6	29,4	27,5	109
Movimento de mandíbula e mastigação	4,6	13	25,9	29,6	26,9	108
Frequência respiratória	7,5	13,2	29,2	32,1	17,9	106
Peso da vaca	8,3	18,5	30,6	24,1	18,5	108
Score de condição corporal	9,2	12,8	36,7	25,7	15,6	109
Frequência cardíaca	11,2	16,8	38,3	21,5	12,1	107
Posição e localização animal	19,3	23,9	31,2	13,8	11,9	109
Emissão de metano	34,3	30,6	20,4	10,2	4,6	108

Valores de cálculo considerados: nenhuma = 1, pequena = 2, moderada = 3, importante = 4 e muito importante = 5. Fonte: Adaptado de Borchers e Bewley (2015).

mesma condição (Firk *et al.*, 2002; Hockey *et al.*, 2010; Kamphuis *et al.*, 2012). No entanto, nem sempre o aumento na detecção do cio pelos sistemas de monitoramento resulta em melhoria dos índices de idade ao primeiro parto e dias ao primeiro serviço. Em grande parte das vezes, os produtores que fazem uso de sistemas de detecção de cio realmente apresentam melhores e maiores taxas de detecção de cio, porém ainda utilizam as mesmas regras sobre o melhor momento para a inseminação, resultando em alterações pouco efetivas nos parâmetros reprodutivos. Outro problema no uso das tecnologias de precisão diz respeito à motivação do investimento. Alguns produtores investem em sensores de detecção de cio apenas para melhorar a taxa de detecção de cio e reduzir o trabalho (Steenefeld e Hogeveen, 2015), com menos foco em melhorar os índices de saúde e zootécnicos do rebanho (Steenefeld *et al.*, 2015).

Em relação à produção de leite, Steenefeld *et al.* (2015) observaram que a utilização dos sensores embutidos no sistema de ordenha automático (AMS) resultou em maior produção de leite do rebanho. No entanto, não puderam afirmar se o aumento da produção de leite ocorreu em função da maior taxa de frequência de ordenha, normalmente observada nesse tipo de sistema de produção (Kruip *et al.*, 2002; Wagner-Storch and Palmer, 2003; Speroni *et al.*, 2006), ou se foi decorrente do uso do sistema de sensores.

4. Considerações finais

As oportunidades ligadas à pecuária de precisão podem surgir tanto dentro como fora da porteira da fazenda. Do lado de dentro, os produtores podem se beneficiar nas áreas de automação e tomadas de decisões mais eficientes, ao fazer melhor uso dos recursos e cada vez mais onerosos recursos.

Do lado de fora da porteira há também potenciais benefícios do uso das tecnologias de precisão entre os mais diversos *stakeholders*. O uso dessas tecnologias pode contribuir para garantir a qualidade e a segurança do alimento para as indústrias de laticínio, por exemplo. Os técnicos podem interagir com os sistemas de precisão para alimentar as suas próprias análises, e oferecer serviços sobre o uso das tecnologias de precisão e na capacitação dos produtores. Isso pode incluir, por exemplo, o monitoramento remoto de parâmetros de desempenho, como ganho de peso e produção de leite.

As centrais de melhoramento genético podem se beneficiar do acesso aos dados diários de ordenha individual e outros dados armazenados. Os bancos de dados de cada sistema de produção poderão ser conectados aos bancos de dados da indústria para permitir comparações entre sistemas e desenhar políticas de extensão.

5. Referências bibliográficas

1. STAMER, E.; JUNGE, W.; KRIETER, J. Automation of estrus detection in dairy cows: A review. *Livest. Prod. Sci.*, v.75, p.219-232, 2002.
2. HOCKEY, C. D.; MORTON, J. M.; NORMAN, S. T.; MCGOWAN, M. R. Evaluation of a neck mounted 2-hourly activity meter system for detecting cows about to ovulate in two paddock- BAR, D., SOLOMON, R. Ruminant collars: What can they tell us? In: PROC. FIRST NORTH AM. CONF. PRECISION DAIRY MANAGEMENT. Toronto, Canada, p.214-215, 2010.
3. BUCHEL, S., SUNDRUM, A. Short communication: Decrease in rumination time as an indicator of the onset of calving. *J. Dairy Sci.*, v.97, p.3120-3127, 2014.
4. BEWLEY, J. Precision dairy farming: Advanced analysis solutions for future profitability. In: PROC. 1ST NORTH AM. CONF. PRECIS. DAIRY MANAG. Toronto, Canada. Progressive Dairy Operators: Guelph, ON, Canada, p.2-5, 2010.
5. BEWLEY, J. M.; RUSSELL, A. Reasons for slow adoption rates of precision dairy farming technologies: evidence from a producer survey. In: PROCEEDINGS OF THE FIRST NORTH AMERICAN CONFERENCE

- ON PRECISION DAIRY MANAGEMENT. Toronto, Canada, p.30-31, 2010.
6. BEWLEY, J. M.; BOEHLJE, M. D.; GRAY, A. W.; HOGVEEN, H.; KENYON, S. J.; EICHER, S. D.; RUSSELL, M. A. S. Stochastic simulation using @Risk for dairy business investment decisions. *Agricultural Finance Review*, 2010.
 7. BORCHERS, M. R.; BEWLEY, J. M. An assessment of producer precision dairy farming technology use, pre-purchase considerations, and usefulness. *J. Dairy Sci.*, v.98, p.4198-4205, 2015.
 8. CHAPINAL, N.; DE PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J.; WAGNER, S. Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.93, p.2007-2013, 2010.
 9. CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO, F. S.; VALENTE, E. E. L.; PEREIRA, L. G. R.; CAMPOS, M. M.; TOMICH, T. R.; COELHO, S. G.; RIBAS, M. N. Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.98, p.3438-3442, 2015.
 10. DE KONING, K. Automatic milking - common practice on dairy farms. In: PROCEEDINGS OF THE FIRST NORTH AMERICAN CONFERENCE ON PRECISION DAIRY MANAGEMENT. Toronto, Canada, 2010.
 11. EASTWOOD, C. R. Applying innovation systems thinking to high challenge technologies: Dairy ICT and precision dairy as a case study. In: UM13556 - Milestone Report 1 for Dairy Australia, Melbourne. Victoria: Rural Innovation Research Group, The University of Melbourne, 2011.
 12. EASTWOOD, C.; JAGO, J. Precision dairy farming in New Zealand and Australia: A discussion document for trans-Tasman collaboration between Dairy NZ and Dairy Australia. In: Report produced for Dairy NZ and Dairy Australia, 2012.
 13. EASTWOOD, C. R.; CHAPMAN, D. F.; PAINE, M. S. Networks of practice for co-construction of agricultural decision support systems: Case studies of precision dairy farms in Australia. *Agric. Syst.*, v.108, p.10-18, 2012.
 14. EL-OSTA, H. S.; MOREHART, M. J. Technology adoption and its impact on production performance of dairy operations. *Rev. Ag. Econ.*, v.22, p.477-498, 2000.
 15. FIRK, R.; based Australian dairy herds. *Reprod. Domest. Anim.*, v.45, p.107-117, 2010.
 16. HOGVEEN, H.; KAMPHUIS, C.; STEENEVELD, W.; MOLLENHORST, H.
 17. Sensors and clinical mastitis - The quest for the perfect alert. *Sensors* (Basel Switzerland) v.10, p.7991-8009, 2010.
 18. HOLMAN, A.; THOMPSON, J.; ROUTLY, J. E.; CAMERON, J.; JONES, D. N.; GROVE-WHITE, D.; SMITH, R. F.; DOBSON, H. Comparison of estrus detection methods in dairy cattle. *Vet. Rec.*, v.169, p.47, 2011.
 19. JAGO J.; DAVIS, K. L.; JENSEN, R. Future innovative dairy technologies to address constraints of labor, information collection and decision making on farms. In: PROCEEDINGS OF THE AUSTRALASIAN DAIRY SCIENCE SYMPOSIUM. Melbourne, p.492-507, 2007.
 20. JAGO, J.; EASTWOOD, C.; KERRISK, K.; YULE, I. Precision dairy farming in Australasia: adoption, risks and opportunities. In: Proceedings of the 5th Australasian Dairy Science Symposium, 2012.
 21. KAMPHUIS, C.; DELARUE, B.; BURKE, C. R.; JAGO, J. Field evaluation of 2 collar-mounted activity meters for detecting cows in estrus on a large pasture-grazed dairy farm. *J. Dairy Sci.*, v.95, p.3045-3056, 2012.
 22. KRUIP, T. A. M.; MORICE, H.; ROBERT, M.; OUWELTJES, W. Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.2576-2581, 2002.
 23. MIEKLEY, B.; TRAUlsen, I.; KRIETER, J. Detection of mastitis and lameness in dairy cows using wavelet analysis. *Livest. Sci.*, v.148, p.227-236, 2012.
 24. O'CONNELL, J.; TOGERSEN, F. A.; FRIGGENS, N. C.; LOVENDAHL, P.; HOJSGAARD, S. Combining cattle activity and progesterone measurements using hidden semi-Markov models. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.*, v.16, p.1-16, 2010.
 25. PASTELL, M.; TIUSANEN, J.; HAKOJARVI, M.; HANNINEN, L. A wireless accelerometer system with wavelet analysis for assessing lameness in cattle. *Biosystems Eng.*, v.104, p.545-551, 2009.
 26. RUTTEN, C. J.; VELTHUIS, A. G. J.; STEENEVELD, W.; HOGVEEN, H. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *J. Dairy Sci.*, v.96, p.1928-1952, 2013.
 27. SPERONI, M.; PIRLO, G.; LOLLI, S. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.4687-4693, 2006.
 28. STEENEVELD, W.; HOGVEEN, H. Characterization of Dutch dairy farms using sensor systems for cow management. *J. Dairy Sci.*, v.98, p.709-717, 2015.
 29. STEENEVELD, W.; VERNOOIJ, J. C. M.; HOGVEEN, H. Effect of sensor systems for cow management on milk production, somatic cell count, and reproduction. *J. Dairy Sci.*, v.98, p.3896-3905, 2015.
 30. VAN DER TOL, R.; VAN DER KAMP, A. Time series analysis of live weight as health indicator. In: PROC. FIRST NORTH AM. CONF. PRECISION DAIRY MANAGEMENT. Toronto, Canada, p.230-231, 2010.
 31. WAGNER-STORCH, A. M.; PALMER, R. W. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, v.86, p.1494-1502, 2003.