

ESTADO DA ARTE DE SENSORES APLICADOS A PECUÁRIA BOVINA

RODOLFO CARNEIRO MOROZ^{1*}, SERGIO LUIZ STEVAN JR.²;

¹Mestrando, UTFPR, Ponta Grossa-PR, rodolfocarneiromoroz@gmail.com.br

²Prof. Dr., PPGEE-UTFPR, PPGCA-UEPG, Ponta Grossa-PR, sstevanjr@utfpr.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: O país faz parte dos maiores rebanhos de corte e leite do mundo e mesmo assim, existem gaps significativos criando dificuldade entre o produtor e a tecnologia. Este trabalho tem por objetivo listar as áreas de aplicação da tecnologia na pecuária bovina, focando na instrumentação utilizada, bem como pontuar o estado da arte de cada uma, seguindo com uma análise geral da situação, posicionando, por fim, nosso país em relação ao mundo no setor produtivo em questão. Os resultados mostram que existe um alto nível de tecnologia de ponta aplicada no setor produtivo, porém atingindo poucas propriedades. Isto decorre da falta de contato entre os setores de tecnologia e produtivo, falta de infraestrutura básica, mão de obra qualificada e de fatores naturais que favorecem, mesmo sem a aplicação da tecnologia, a produção no país.

PALAVRAS-CHAVE: Sensores, automação, pecuária bovina, instrumentação agropecuária.

STATE OF THE ART SENSORS APPLIED TO CATTLE LIVESTOCK

ABSTRACT: The country is part of the largest cutting herds and milk in the world and yet, there are significant gaps creating trouble between the producer and technology. This study aims to list the areas of application of technology in cattle breeding, focusing on instrumentation and score the state of the art each, followed by an overview of the situation, positioning finally our country for world in the production sector concerned. The results show that there is a high level of advanced technology applied to the productive sector, but reaching fewer properties. This stems from the lack of contact between technology sectors and production, lack of basic infrastructure, skilled labor and natural factors that favor even without the application of technology, production in the country.

KEYWORDS: Sensors, automation, cattle ranching, agricultural instrumentation.

INTRODUÇÃO

Como em qualquer outro setor produtivo, a pecuária vem buscando espaço na expansão tecnológica mundial, procurando por maior produtividade, redução de custos, menores impactos ambientais e melhores condições para criação do gado, uma vez que os requisitos de qualidade aumentam junto com a demanda produtiva, conforme já afirmava Orr (1997).

No ano de 2014, o Brasil estava com o maior rebanho bovino comercial do mundo, sendo o maior exportador de carne, segundo maior produtor de carne e sexto maior produtor de leite (Ferreira, 2015) e, mesmo com uma forte recessão econômica, a projeção atual é positiva no comércio exterior (USDA, 2016).

Existem diferenças primordiais no método de criação que trazem impacto direto na aplicação das tecnologias na criação dos animais. Nos Estados Unidos, por exemplo, cerca de 97% do gado de corte é criado em confinamento enquanto que, no Brasil, o sistema de criação em pasto ainda predomina, mesmo com o confinamento apresentando relativo crescimento (Ferreira, 2015).

Em outros lugares do mundo, o custo elevado de terras e de mão de obra foram os principais motivos que impulsionaram a automação, que traria consigo práticas pecuárias mais eficientes, seja através da mecanização ou da pecuária de precisão, como é o caso da nutrição personalizada, programas inteligentes de reprodução, entre outros (Nepal & Thapa, 2009).

Neste contexto, este trabalho se propõe a fazer uma revisão do estado da arte da aplicação de sensores e tecnologias de automação que nos últimos anos permitiram a melhoria no processo como um todo, sendo estruturada em dois tópicos: Tecnologias aplicadas à criação de bovinos e sensores inseridos nas tecnologias em questão.

Como se trata de uma análise qualitativa do setor em questão, fundamentando-se em pesquisa aplicada (Silva & Menezes, 2005), o trabalho foi elaborado sob extensa investigação bibliográfica, com foco em artigos científicos, monografias, teses e dissertações.

TECNOLOGIAS APLICADAS À CRIAÇÃO DE BOVINOS

O sensoriamento é essencial na automação da produção, uma vez que possui a função de *feedback* para as malhas de controle automático agirem e trata-se de uma das divisões da tecnologia da informação aplicada a agricultura de precisão, um dos ramos mais promissores em relação as perspectivas tecnológicas, que inclui também a nanotecnologia e a manipulação do genoma (Martini et al., 2015; Scholten et al., 2013).

A tabela 1 confronta, de maneira generalizada, as principais aplicações de automação na criação de gado bovino.

Tabela 1 – Processo automatizado e os sensores envolvidos.

Processo	Sensores
Identificação Eletrônica	Posição.
Deteção de Cio	Movimento, vazão, condutividade.
Ordenhas Automatizadas	Posição, vazão, condutividade, vácuo, pH.
Pesagem Eletrônica	Peso, posição.
Resfriamento de Leite	Temperatura, vazão, condutividade, pH.
Limpeza	Temperatura, vazão, pressão.
Alimentação	Movimento, concentração, vazão, pH, posição, peso.
Controle de Ambiente	Temperatura, concentração, umidade, vazão.

Fonte: Adaptado de Santos et al., 2013.

SENSORES INSERIDOS ÀS TECNOLOGIAS APLICADAS

A detecção de posição dos bovinos pode ser dividida em duas situações: quando é necessária a identificação do animal para o processo ou simplesmente da sua presença.

No primeiro caso, existe uma crescente aplicação da tecnologia RFID (Identificação por Rádio Frequência) (Lopes & Carvalho, 2016; Feng et al., 2013). Trata-se de uma etiqueta composta por um microchip e uma antena. Um microchip armazena as informações do objeto, identificando-o com um único serial. Uma antena transmite as informações do microchip para um leitor que, por sua vez, transforma os dados em informações para computadores (Costa, et al., 2014).

A crescente demanda de rastreamento posicional usando o sistema RFID surgiu aliado ao conceito de rastreabilidade, que insere os hábitos do animal em um contexto mais amplo, onde existe a necessidade de registro de informações da maneira mais completa. Proveniente deste gap, a tecnologia Wireless se fez necessária (Zhang et al., 2016; Panckhurst et al., 2015; Wang et al., 2015), considerando as dimensões e o local da criação do gado, que no Brasil, por exemplo, ainda m os pastos abertos.

O sensoriamento remoto posicional é encontrado junto a tecnologias de redes sem fio local (Shen et al., 2015), utilizando de antenas de radiofrequência convencionais, e em análises mais amplas, utilizando transmissão via satélite, possibilitando monitoramento de mais animais e maiores distâncias (Panckhurst et al., 2015; Lopes & Carvalho, 2016).

Quanto ao segundo caso, a tecnologia mais utilizada é representada pelos sensores ópticos. Utilizam da emissão e recepção de sinais de luz para definição do posicionamento. A aplicação de posição quando não é necessária a identificação do animal está relacionada a processos locais, como o destravamento de catracas de alimentação em certas topologias de ordenha e é fundamental no posicionamento do atuador robótico para retirada de leite, processo tecnológico que já está sólido na criação de bovinos (Neto & Lopes, 2014).

Nas medições de posição não relacionadas ao animal, utiliza-se desde a tecnologia de fim de curso, como é o caso de sistema de alimentação automática (Máquinas e Inovações Agrícolas, 2013), até sistemas que utilizam de visão de máquina para obter dados posicionais.

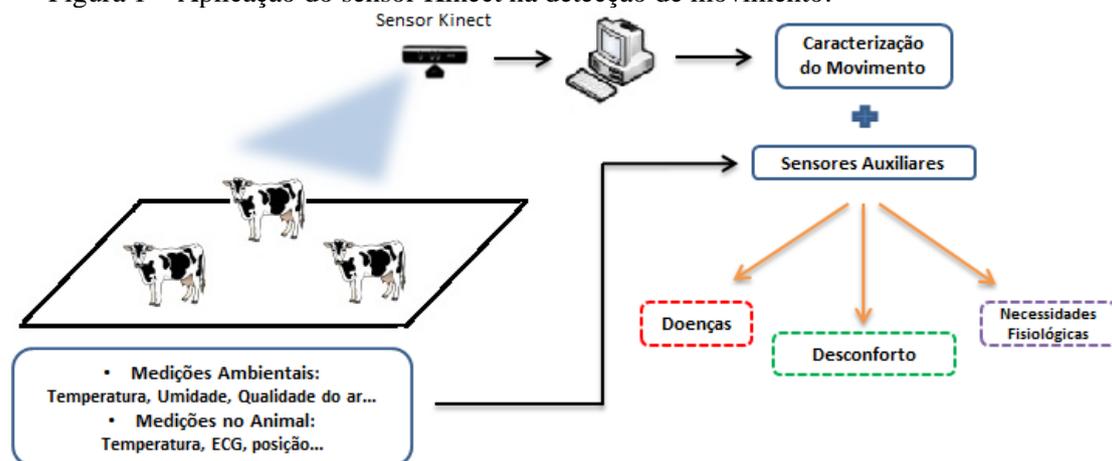
A utilização de sensoriamento via visão de máquina ou processamento de imagem é uma solução ainda recente no contexto da pecuária de precisão, mas muito considerada, uma vez que permite a retirada de dados de grandes grupos de animais sem necessidade de uma estrutura de mesma proporção, deixando o custo ligado proporcionalmente ao processamento de dados e não a coleta de informações (Tscharke & Banhazi, 2016).

As aplicações utilizam de circuitos fechados de gravação de imagens (CFTV) para monitorar a distribuição dos animais no ambiente (Berckmans, 2014; Tscharke & Banhazi, 2016) e, aliadas a câmeras específicas para detecção de movimento (Kinects), efetuar a caracterização de comportamento anormal (Zhu et al., 2015).

A aplicação da medição de movimento está relacionada, principalmente, a detecção do comportamento animal, que envolve toda interação entre o ser e o ambiente em si (Tscharke & Banhazi, 2016) e nesse contexto, existe um amplo espectro de pesquisas e aplicações desenvolvidas, tanto em nível de dispositivos, quanto algoritmos, buscando quantificar, de maneira indireta, o bem-estar e a saúde do animal (Berckmans, 2014; Wang et al., 2015), como ilustrado na figura 1.

Nesse âmbito, os acelerômetros e o processamento de imagem (CFTV e Kinects) são os tipos predominantes de sensoriamento.

Figura 1 – Aplicação do sensor Kinect na detecção de movimento.



Os acelerômetros são acoplados ao animal, geralmente em colares localizados no pescoço (Diosdado et al., 2015), e necessitam do auxílio da tecnologia Wireless para transmissão dos dados. De acordo com a distância de transmissão e aplicação, alguns modelos de dispositivo possuem memória interna (bio-loggers) (Diosdado et al., 2015). Assim como os dispositivos RFID, existe também a caracterização do sensor acelerômetro referente a seu suprimento de energia, existindo modelos recarregados através da antena receptora, via temperatura do animal ou até aplicações utilizando captação de energia solar, fazendo com que o fornecimento energético de sensores acoplados ao animal seja um ponto crucial de discussão (Lopes & Carvalho, 2016).

As aplicações são diversas: detecção de período fértil (Shen et al., 2015), com o auxílio de microfones de alta precisão, são aplicados para determinação da característica de alimentação do bovino via análise da mastigação (Ferreira, 2015) e em aplicações onde, aliado a outras leituras, determina a saúde do animal (Wang et al., 2015).

Uma das medições mais influentes e utilizadas na pecuária é a temperatura. Está diretamente relacionada ao bem-estar do bovino, condicionamento do leite, ao sistema de controle ambiental e ao processo de limpeza (Arnauts, 2015), ou seja, tanto na medição de grandezas referentes ao animal, ao ambiente e a produção em si.

Com o foco voltado para o animal, os sensores convencionais (PT100, por exemplo) ficaram destinados ao processo produtivo, trazendo uma ampla utilização do processamento de imagens para leitura de temperatura. Sistemas de CFTV convencionais aliados a algoritmos de filtragem e câmeras

infravermelho (IR) são aplicadas, proporcionando uma requisição de dados rápida, com custo relativamente baixo, alta confiabilidade e não invasiva ao animal (Tscharke & Banhazi, 2016).

Algumas aplicações incluem a temperatura como parâmetro auxiliar para a determinação de comportamento, com estudos mostrando variações sob agressividade, detecção de cio, alterações de saúde (Wang et al., 2015), entre outras.

A medida de temperatura também é aplicada ao sistema de controle de ambiente (Zhang et al. 2016; Tscharke & Banhazi, 2016), que tem por função o bem-estar do animal referente as características ambientais (umidade, temperatura, ventilação e qualidade do ar), já que estas estão diretamente relacionadas a produtividade do mesmo (Neto, 2014).

A umidade é essencial para a diminuição da temperatura dos animais, uma vez que a concentração de água no ar é diretamente proporcional a quantidade de temperatura que este armazena, ou seja, um processo de controle que exige um contingente de sensores (Zhang et al., 2016).

Dentro do contexto ambiental, a crescente preocupação com o bem-estar da criação e o impacto ambiental impulsionou o desenvolvimento e a aplicação do monitoramento de concentração do ar. Neste segmento, as medições efetuadas são realizadas sob concentrações específicas (CO₂ (Mendes et al., 2015) ou CH₄ (Hammond, 2016), por exemplo) ou sob a condição generalizada do ambiente (Zhang et al., 2016).

Nas análises efetuadas no ambiente, seja para gases específicos ou condição geral, as aplicações mais encontradas giram em torno de sensores infravermelhos, sensores de espectroscopia e sensores laser (Mendes, 2015; Hammond, 2016), uma vez que oferecem maior garantia referente a calibração e vida útil em comparação a sensores eletroquímicos.

A pecuária de precisão traz a junção das tecnologias das ciências animais com as atuais tecnologias de informação e comunicação, utilizando de sensores cada vez mais inteligentes, possibilitando um controle integrado e efetivo da criação do gado, do monitoramento automático e dos processos relevantes relacionados (Ferreira, 2015).

DISCUSSÃO

Em termos gerais, a evolução das tecnologias envolvidas na agropecuária aproxima os dispositivos sensores do esforço computacional (Zhang et al., 2016), como um único elemento, para determinação da tomada de decisão, inserindo as unidades produtivas no conceito de E-Farms, aumentando a eficiência de forma considerável, possibilitando uma melhor utilização dos recursos.

Dentro das dificuldades encontradas no sensoriamento de ambiente, por exemplo, existe um grande esforço de algoritmos de processamento atuando em conjunto com os sensores para tentar minimizar os efeitos do comportamento de dispersão dos gases, tornando a atuação computacional essencial para esta aplicação.

Aumentando-se o escopo da exploração, é possível observar aplicação de sensores para detecção de qualidade do leite (Li et al., 2016), sensores de concentração química atuando no valor nutricional da alimentação dos bovinos (Máquinas e Inovações Agrícolas, 2013), provando que o sensoriamento na pecuária apresenta importância singular nos atuais padrões de produção.

REFERÊNCIAS

- Arnauts, G. C. Automação no controle de um misturador de água utilizado para higienização de ordenhadeiras bovinas. Areia: UNIOESTE, 2015. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura).
- Berckmans, D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Revue Scientifique et Technique*, v.33, n.1, p.189-196, 2014.
- Costa, E. G. da; Klein, A. Z.; Vieira, L. M. Análise da utilização de tecnologias da informação móveis e sem fio (TIMS) na cadeia bovina: um estudo de caso no estado de Goiás. *Revista Eletrônica de Administração*, 2014.
- Diosdado, J. A. V.; Barker, Z. E.; Hodges, H. R.; Amory, J. R.; Croft, D. P.; Bell, N. J.; Codling, E. A. Classification of behaviour in housed dairy cows using an accelerometer-based activity monitoring system. *Animal Biotelemetry*, v.3, n.15, 2015.
- Feng, J.; Fu, Z.; Wang, Z.; Xu, M.; Zhang, X. Development and evaluation on a RFID-based traceability system for cattle/beef quality safety in China. *Food Control*, n.31, p.314-325, 2013.

- Ferreira, F. N. G. Estudo sobre confinamento de gado de corte no Estado de São Paulo, com ênfase na legislação ambiental e automação. Areia: UFSCAR, 2015. 168f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental).
- Hammond, K. J.; Crompton, L. A.; Bannink, A.; Dijkstra, J.; Yáñez-Ruiz, D. R.; O'Kiely, P.; Kebreab, E. Eugènè, M. A.; Yu, Z.; Shingfield, K. J.; Schwarm, A.; Hristov, A. N.; Reynolds, C. K. Review of current in vivo measurement techniques for quantifying enteric methane emission from ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 2016.
- Li, W.; Siansyun, L.; Chingfu, T. A novel sensing chip with dual-coil inductance for determining raw milk quality. *Sensors and Actuators A: Physical* 241, p.96-103, 2016.
- Lopes, H. F.; Carvalho, N. B. Livestock low power monitoring system. 2016 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet). IEEE, 2016.
- Máquinas e Inovações Agrícolas. A Economia de energia na automação da alimentação pecuária. 2013. Disponível em: <http://www.portalmaquinasagricolas.com.br/a-economia-de-energia-na-automacao-da-alimentacao-pecuaria/>. Acesso em: 1 de dezembro de 2014.
- Martini, J. P.; Sandoval, O. A. A.; Vera, N. G. Nanoscience Applied In Agriculture For Food Production. *Agricultural Research Updates*, v.10, n.4, p.107-120, 2015.
- Mendes, L. B.; Ogink, N. W. M.; Edouard, N.; Dooren, H. J. C. van; Tinôco, I. de F. F.; Mosquera, J. NDIR Gas Sensor for Spatial Monitoring of Carbon Dioxide Concentrations in Naturally Ventilated Livestock Buildings. *Sensors*, n.15, p.11239-11257, 2015.
- Nepal, R.; Thapa, G. B. Determinants of agricultural commercialization and mechanization in the hinterland of a city in Nepal. *Applied Geography*, v. 29, n. 3, p. 377-389, 2009.
- Neto, A. F.; Lopes, M. A. Uso da robótica na ordenha de vacas leiteiras: uma revisão. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v.22, n.3, p.101-107, 2014.
- Neto, H. N. C. Conforto térmico aplicado ao bem-estar animal. Areia: UFG, 2014. 39f. TCC (Bacharel em Zootecnia).
- Orr, S.C. Automation in the workplace: An Australasian perspective. *Technovation: An International Journal of Technical Innovation and Entrepreneurship*. Vol. 17, p.83-89, 1997.
- Panckhurst, B.; Brown, P.; Payne, K.; Molteno, T. C. A. Solar-powered sensor for continuous monitoring of livestock position. *Sensors Applications Symposium (SAS)*, 2015 IEEE. IEEE, 2015.
- Santos, F. F.; Miranda, T. S.; Nascimento, R. G. do. Uso de tecnologias na produção de leite no sul da bahia: um estudo de caso. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33, 2013, Salvador. Anais... Salvador: ABEPRO, 2013.
- Scholten, M. C. et al. Livestock farming with care: towards sustainable production of animal-source food. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 66, p. 3-5, 2013.
- Shen, W.; Chen, C.; Zheng, S.; He, S.; Li, M. The design of system about cow activity based on SVM. *International Journal of Smart Home*, v.9, n.3, p.91-100, 2015.
- Silva, E. L. da; Menezes, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.
- Tscharke, M.; Banhazi T. M. A brief review of the application of machine vision in livestock behaviour analysis. *Journal of Agricultural Informatics*, v.7, n.1, p.23-42, 2016.
- USDA. Departamento De Agricultura Dos Estados Unidos. Relatório Anual do Setor Pecuário do Brasil. 2015. Versão traduzida e adaptada por equipe Beefpoint.. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/cadeia-productiva/giro-do-boi/usda-relatorio-anual-do-setor-pecuario-do-brasil/>. Acesso em: 13 maio 2016.
- Wang, H.; Davies, B.; Fapojuwo, A. O. Inter-wireless body area network scheduling algorithm for livestock health monitoring. *Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 2015 IEEE. IEEE, 2015.
- Zhang, Y.; Chen, Q.; Liu, G.; Shen, W.; Wang, G. Environment Parameters Control Based on Wireless Sensor Network in Livestock Buildings. *International Journal of Distributed Sensor Networks* 2016 (2016).
- Zhu, Q.; Ren, J.; Barclay, D. McCornack, S.; Thomson, W. Automatic Animal Detection from Kinect Sensed Images for Livestock Monitoring and Assessment. *Computer and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing*, 2015 IEEE International Conference on. IEEE, 2015.