

IOT APLICADA À PECUÁRIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

YAN CARLOS COLTRO¹, ALAN GAVIOLI², PEDRO LUIZ DE PAULA FILHO³

1 Mestrando em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, UTFPR, (45)2035-6333, yancoltro@alunos.utfpr.edu.br

2 Doutor, Departamento Acadêmico de Computação, UTFPR, (45)3240-8119, alan@utfpr.edu.br

3 Doutor, Departamento Acadêmico de Computação, UTFPR, (45)3240-8119, pedrol@utfpr.edu.br

Apresentado no

L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Projetam-se grandes aumentos no consumo de carne e leite nas próximas décadas e isso traz novos desafios aos produtores rurais. A fim de ser ferramenta de suporte frente a esses novos desafios, vem-se desenvolvendo nos últimos anos o conceito de pecuária de precisão, no qual o monitoramento animal é um dos pontos centrais do conceito. Advindo para solucionar problemas de bem-estar e de monitoramento de comportamento, valendo-se de sensores, redes sem fio e internet das coisas (IoT), a pecuária de precisão busca fornecer dados sobre a saúde, comportamento do rebanho em tempo real, mitigando o problema de monitoramento visual do animal. Esses dados podem ser muito úteis para o produtor rural se antecipar às perdas causadas por doenças, desconfortos, problemas de bem-estar que acometem o rebanho, pois tal mecanismo tem capacidade de monitorar o rebanho em período integral. Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática sobre como estão sendo aplicadas as tecnologias de sensores, comunicação sem fio e IoT no monitoramento do comportamento, de saúde e também do bem-estar bovino. Foram selecionados 12 artigos de três bases de dados distintas, apresentados em três subtemas: identificação e monitoramento do comportamento, geolocalização e bem-estar animal.

PALAVRAS-CHAVE: pecuária de precisão; monitoramento bovino; bem-estar animal.

IOT APPLIED TO LIVESTOCK: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT: Large increases in the consumption of meat and milk are projected in the coming decades and this brings new challenges for rural producers. In order to be a support tool in the face of these new challenges, the concept of precision livestock has been developed in recent years, in which animal monitoring is one of the central points of the concept. Coming to solve welfare and behavior monitoring problems, using sensors, wireless networks and the Internet of Things (IoT), precision livestock seeks to provide data on health, livestock behavior in real time, mitigating the problem of visual monitoring of the animal. These data can be very useful for the rural producer to anticipate the losses caused by diseases, discomfort, welfare problems that affect the herd, as this mechanism is capable of monitoring the herd throughout the entire period. Therefore, the objective of this work was to carry out a systematic review of how sensor, wireless communication and IoT technologies are being applied in monitoring behavior, health and also the well-being of cattle. Twelve articles were selected from three different databases, presented in three sub-themes: identification and monitoring of behavior, geolocation and animal welfare.

KEYWORDS: precision livestock; bovine monitoring; animal welfare.

INTRODUÇÃO: Segundo OECD/FAO (2018). estima-se aumento no consumo de carne em 21% em alguns países, e de leite em aproximadamente 19% até o ano de 2027. Isso lança um

desafio aos produtores rurais, produzir mais e explorar melhor os recursos das áreas produtivas sem que seja necessária a expansão territorial para o abastecimento da demanda.

A fim de auxiliar os produtores neste desafio, tecnologias e conceitos vêm surgindo nos últimos anos, como por exemplo a pecuária de precisão. Este conceito está muito ligado à "internet das coisas" (Internet of Things - IoT), pois na grande maioria das aplicações da pecuária de precisão existe a utilização de alguma espécie de sensor, atuador, ou tecnologia eletrônica que está diretamente ligada ao conceito de IoT. A pecuária de precisão pode auxiliar produtores rurais na coleta de informação sobre o estado do rebanho, tais como saúde, bem-estar e geolocalização. Esses dados muitas vezes apontam condições físicas de saúde dos animais, sendo essas uma ferramenta de auxílio aos produtores no aumento produtivo dos rebanhos. Nesse sentido, propõem-se neste estudo realizar uma revisão sistemática acerca do tema de aplicação de sensores e IoT no monitoramento comportamental e de bem-estar de rebanhos bovinos, com o intuito de estabelecer uma visão de estado da arte acerca do tema.

MATERIAL E MÉTODOS: Para realização deste revisão sistemática foram utilizados artigos de três bases de dados, sendo elas: Scopus, Web of Science e Science Direct, sendo selecionados 12 artigos destas bases, todos publicados nos últimos 5 anos. Após a seleção dos documentos, os mesmos foram divididos em quatro categorias de acordo com a finalidade e objetivo de cada trabalho. Obtiveram-se as seguintes categorias: identificação e monitoramento do comportamento bovino, com seis trabalhos, geolocalização com dois artigos e bem-estar animal com quatro artigos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na categoria de monitoramento do comportamento bovino foram alocados os seis trabalhos que buscaram realizar algum monitoramento do comportamento, como objetivo fim do estudo, ou como forma de obtenção de dados para inferir sobre a existência de doenças e outras comorbidades. Arcidiacono et al (2017) aplicaram um sensor inercial de baixo custo, juntamente com um módulo Bluetooth Low Energy (BLE), conectado à pata traseira do animal, para detectar movimentos. Nele conseguiram obter uma taxa de erro igual a 9.5% na identificação de comportamento dos animais, sendo este mais eficiente que algumas plataformas comerciais que buscam a mesma solução. Jaeger et al. (2019) acoplaram uma tecnologia comercial, a CowManager SensOor™, à orelhas de vacas produtoras, colhendo informações acerca dos comportamentos de alimentação, ruminação e índices de atividade motora, bem como informações sobre a temperatura corporal dos animais. Estabeleceram correlação entre qualidade e quantidade de produção de leite, sendo os índices mais altos em animais que se alimentavam e ruminavam mais vezes. Conseguiram, ainda, observar que animais com menores taxas de ruminação diária apresentam maiores índices e chances de desenvolverem mastite subclínica. Willians et al. (2020) observaram o comportamento de beber dos animais, utilizando uma rede de sensores, conectados em uma coleira nos animais. Realizaram transmissão de dados em tempo real e detectaram com 84% de precisão comportamentos de beber com duração de mais de 10s. Achour *et al.* (2019) desenvolveram um método não-supervisionado de classificação comportamental em bovinos, utilizando sensor inercial, conectado às costas dos animais. Como resultado, obtiveram uma precisão de classificação de comportamentos em pé, deitado, e a transição entre eles, de 100%. Porém, ressaltaram que o local em que o sensor foi vestido nos animais (costas) não é indicado quando se faz necessário identificar comportamentos de ingestão de água, ruminação e alimentação dos animais. Krieger et al. (2019), monitoraram os níveis de atividade e tempo de ruminação em vacas prenhas próximas a data de parto, com o uso do dispositivo SMARTBOW. Esse dispositivo foi equipado com um acelerômetro, vestido no animal como um brinco, preso à orelha. Conseguiram observar alterações nos padrões comportamentais das fêmeas sete dias antes do parto, bem como grande declínio na atividade de ruminação das matrizes seis horas antes do parto. Por fim, obtiveram um modelo com

maior precisão balanceada na predição do parto, antevendo o processo em até uma hora. Benaiissa et al. (2019) conectaram sensores, tanto ao pescoço, quanto à perna das fêmeas bovinas, buscando estabelecer qual seria o melhor local de instalação de sensores para identificação comportamental. Para concepção dos algoritmos de identificação comportamental, usaram o KNN (*K-nearest neighbours*), Naïve Bayes e SVM (*Support Vector Machine*). Ao final, com o sensor que foi conectado à pata do animal, classificaram o comportamento de deitar com sensibilidade de até 98% e classificaram a alimentação, utilizando o sensor conectado ao pescoço, com sensibilidade de 96% e precisão de 91%. Por fim, destacaram que o comportamento em pé foi o mais difícil de ser detectado independente da posição do sensor. Os artigos na categoria de geolocalização, buscaram monitorar a localização dos animais na propriedade, seja como meio de realizar o monitoramento do comportamento, seja como finalidade principal do trabalho. Maroto-Molina et al. (2019) elaboraram um mecanismo de monitoramento, tanto para bovinos quanto para ovinos, de baixo custo. Monitoraram 50 animais, vestidos cada um com um brinco, sendo 25 animais equipados com brincos GPS e 25 animais com brincos BLE. Os animais formavam entre si redes *mesh*, facilitando que animais vizinhos equipados somente com BLE, pudessem ter suas localizações estimadas. Agregaram, ainda, a notificação aos produtores rurais, caso fosse detectado algum animal ultrapassando os limites da propriedade. Para isso, usaram uma rede Sigfox, via protocolo MQTT. Conseguiram realizar o monitoramento efetivo dos rebanhos de ovelhas utilizando 10 *tags* GPS e 24 *tags* BLE, obtendo preço final entre 18 e 21 euros cabeça/ano em ovinos. Barker et al. (2018) monitoraram comportamento, realizando uma associação de sensores (GPS e acelerômetro) vestidos no animal, com o intuito de verificar diferenças comportamentais expressas por vacas coxas, em comparação a vacas sadias. Concluíram, que as vacas coxas se alimentam significativamente menos vezes que animais sadios, e por menos tempo, associando à dor que os animais sentem ao ficar em pé. Na sessão de bem-estar animal, Chung et al. (2020) utilizaram a técnica de biossensores implantáveis no animal, associada a tecnologias de comunicação sem fio. Implantaram um biossensor capaz de mensurar a temperatura corporal de fêmeas bovinas, sob a pele da orelha destas. Ao realizar a leitura, os dados eram enviados para uma etiqueta RFID vestida no animal, que os processava e enviava via rede LoRA. O método se mostrou bem menos invasivo que o tradicional (temperatura retal e vaginal) e os resultados apontaram grande precisão na obtenção da temperatura corporal central dos animais, provando-se um método pouco invasivo, preciso e recomendável. Davison et al. (2017) buscaram monitorar o estresse térmico dos animais, utilizando um acelerômetro acoplado em um colar nos animais. Mensuraram o índice THI (*Temperature Humidity Index*) e a taxa de respiração dos animais, por meio da alavanca gerada durante o ato de respiração destes. Concluíram que o aumento da taxa respiratória teve relação direta com o aumento do THI. Tobin et al. (2020) utilizaram acelerômetros vestidos nos animais para identificar a febre efêmera bovina. Conseguiram perceber mudanças nos padrões comportamentais dos animais 24 horas antes do diagnóstico veterinário, provando que o uso de sensores pode ser utilizado como forma de pré-diagnóstico de doenças. Giro et al. (2020) buscaram identificar níveis de estresse por calor nas vacas leiteiras, utilizando termografia infravermelha do globo ocular e um microchip implantável (LifeChip), na orelha das fêmeas. O método de termografia se mostrou mais eficiente frente ao outro método, muito relacionado ao fato de que o sensor é facilmente influenciado por variáveis de temperaturas externas.

CONCLUSÕES: O assunto de pecuária de precisão está sendo muito discutido no cenário acadêmico. Em grande parte dos trabalhos foi notado uso com ênfase do sensor acelerômetro, visto que este se comporta muito bem para detecção de comportamentos nos bovinos. Por sinal, nota-se grande preocupação dos pesquisadores em mensurar os comportamentos

bovinos (andar, deitar, ruminar, alimentar-se) e correlacionar com o estado de saúde destes animais, com o intuito de identificar doenças, ou até mesmo preveni-las. O estresse por calor também é um assunto bem debatido, pois os bovinos, em especial, sofrem impactos negativos significativos quando acometidos por esta condição. O uso de inteligência artificial também esteve presente nos trabalhos, porém, com intuito de analisar os dados de forma autônoma, cabendo ao produtor a tomada de decisões, com base nos índices apontados pelos algoritmos.

REFERÊNCIAS:

- OECD/FAO. OECD/FAO Agricultural Outlook 2018-2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/I9166EN/I9166EN.pdf>> . Acesso em: 02 set. 2020.
- CHUNG, H.; LI, J.; KIM, Y.; VAN OS, J.M.C.; BROUNTS, S.H.; CHOI, C.Y. **Using implantable biosensors and wearable scanners to monitor dairy cattle's core body temperature in real-time.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 174, 2020.
- MAROTO-MOLINA, F.; NAVARRO-GARCÍA, J.; PRÍNCIPE-AGUIRRE, K.; GÓMEZ-MAQUEDA, I.; GUERRERO-GINEL, J.E.; GARRIDO-VARO, A.; PÉREZ-MARÍN, D.C. **A low-cost IOT-based system to monitor the location of a whole herd.** Sensors (Switzerland), v. 19, 2020.
- KRIEGER, S.; OCZAK, M.; LIDAUER, L.; BERGER, A.; KICKINGER, F.; ÖHLSCHUSTER, M.; AUER, W.; DRILLICH, M.; IWERSEN, M. **An ear-attached accelerometer as an on-farm device to predict the onset of calving in dairy cows.** Biosystems Engineering, v. 184, p. 190-199, 2019.
- JAEGER, M.; BRÜGEMANN, K.; BRANDT, H.; KÖNIG, S. **Associations between precision sensor data with productivity, health and welfare indicator traits in native black and white dual-purpose cattle under grazing conditions.** Applied Animal Behaviour Science, v. 212, p. 9-18, 2019.
- BARKER, Z.E.; DIOSDADO, J.A.V.; CODLING, E.A.; BELL, N.J.; HODGES, H.R.; CROFT, D.P.; AMORY, J.R. **Use of novel sensors combining local positioning and acceleration to measure feeding behavior differences associated with lameness in dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 101, n. 7, p. 6310-6321, 2018.
- ARCIDIACONO, C.; PORTO, S.M.C.; MANCINO, M.; CASCONI, G. **A threshold-based algorithm for the development of inertial sensor-based systems to perform real-time cow step counting in free-stall barns.** Biosystems Engineering, v. 153, p. 99-109, 2017.
- TOBIN, C.; BAILEY, D.W.; TROTTER, M.G.; O'CONNOR, L. **Sensor based disease detection: A case study using accelerometers to recognize symptoms of Bovine Ephemeral Fever.** Computers and Electronics in Agriculture. v. 175, 2020.
- WILLIAMS, L.R.; MOORE, S.T.; BISHOP-HURLEY, G.J.; SWAIN, D.L. **A sensor-based solution to monitor grazing cattle drinking behaviour and water intake.** Computers and Electronics in Agriculture. v. 168, 2020.
- ACHOUR, B.; BELKADI, M.; AOUDJIT, R.; LAGHROUCHE, M. **Unsupervised automated monitoring of dairy cows' behavior based on Inertial Measurement Unit attached to their back.** Computers and Electronics in Agriculture. v. 167, 2019.
- GIRO, A.; BERNARDI, A.C.C.; JUNIOR, W.B.; LEMES, A.P.; BOTTA, D.; ROMANELLO, N.; BARRETO, A.N.; GARCIA, A.R. **Application of microchip and infrared thermography for monitoring body temperature of beef cattle kept on pasture.** Journal of Thermal Biology. v. 84, 2019.
- BENAISSA, S.; TUYTTENS, F.A.M.; PLETS, D.; PESSEMIER, T.; TROGH, J.; TANGHE, E.; MARTENS, L.; VANDAELE, L.; VAN NUFFEL, A.; JOSEPH, W.; SONCK, B. **On the use of on-cow accelerometers for the classification of behaviours in dairy barns.** Research in Veterinary Science. v. 125, 2019.
- DAVISON, C.; MICHIE, C.; HAMILTON, A.; TACHTATZIS, C.; ANDONOVIC, I.; GILROY, M. **Detecting Heat Stress in Dairy Cattle Using Neck-Mounted Activity.** Agriculture-Basel. v.10, 2020.