



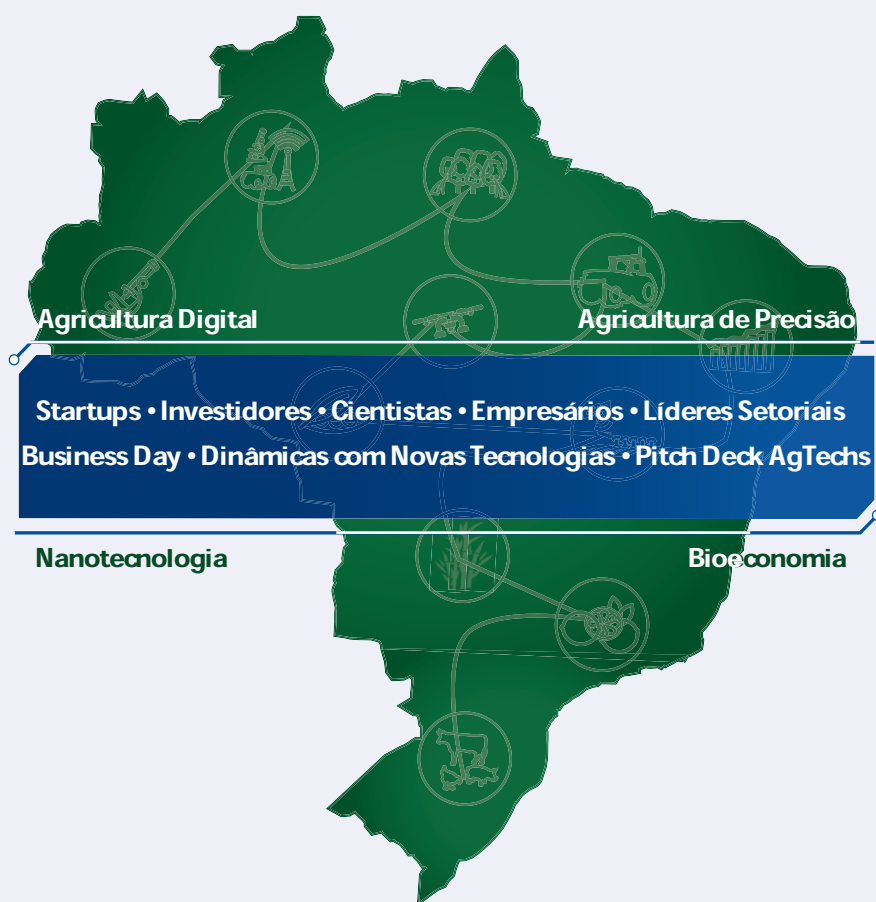
Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

SIAGRO

Ciência, Inovação e Mercado

03 a 05 de dezembro de 2019
Embrapa Instrumentação

Anais



ISSN 2358-9132

Editores

Paulino Ribeiro Villas-Boas

Maria Alice Martins

Débora Marcondes Bastos Pereira Milori

Ladislau Martin-Neto

Embrapa

Instrumentação

CONFIGURAÇÃO DE REDE INFORMATIZADA PARA MONITORAMENTO DO BEM-ESTAR E COMPORTAMENTO DE BOVINOS DE CORTE A PASTO

A.R. Garcia^{1,*}, A.C.C. Bernardi¹, J.R.M. Pezzopane¹, E.S. Guimarães¹, A.F. Pedroso¹,
N. Romanello², A.N. Barreto³

¹ Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, CEP 13560-970, São Carlos-SP

² FMVZ/USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-900, Pirassununga-SP

³ UFPA, Av. dos Universitários, s/n, CEP 68746-630, Castanhal-PA

* Autor correspondente, e-mail: alexandre.garcia@embrapa.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi apresentar o processo de desenvolvimento e instalação em áreas de sistemas integrados de pecuária de corte uma rede de comunicação de dados com fornecimento autônomo de energia elétrica para monitoramento remoto do bem-estar e comportamento de bovinos de corte. A implantação da rede de conectividade foi realizada na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP, Brasil. Foram descritas as etapas de planejamento da estratégia de conectividade, de implantação dos receptores a campo, de energização, de adoção experimental e aprimoramento, que ocorreram nos anos de 2016 a 2019. A conexão alcançou a cobertura de área total de 30 ha, que compreendeu áreas de pastagens sem arborização ou com integração lavoura-pecuária-floresta. Realizou-se o monitoramento remoto dos animais em dois momentos, de maio a junho e de setembro a dezembro de 2017. Após dois anos de uso em pesquisas, foi executada sua atualização, a fim de aumentar a flexibilidade de uso. Foi observado incremento significativo na rede de conectividade, permitindo ao usuário acessar a base de dados via internet, via dispositivos móveis, em uma nova interface com mais funcionalidades, que permitem maior controle e facilidade na gestão da informação.

Palavras-chave: comportamento animal, conectividade rural, fazendas inteligentes, pecuária de precisão, rede *mesh*

COMPUTERIZED NETWORK SETUP FOR WELFARE AND BEHAVIOR MONITORING OF BEEF CATTLE RAISED ON PASTURE FIELDS

Abstract: The aim of the work was to present the development and the set up of a connectivity network in pasture areas, based on an autonomous supply of electricity, which is used for remote monitoring of beef cattle behavior. The implementation of the connectivity network was carried out at Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP, Brazil. The stages of connectivity planning, implementation of the receivers on field, energy supply, experimental adoption and improvement were described, which occurred from 2016 to 2019. The mesh network covered a total area of 30 ha, that comprised pastures without afforestation or with integrated Crop-Livestock-Forest system. The remote monitoring of animals occurred in two stages, from May to June and from September to December 2017. After two years of adoption on experiments, a renewal was conducted to provide a larger flexibility of use. Consequently, it was observed a significant improvement of the connectivity capability that allowed easier and more flexible access to the database via Internet. The renewed net can be accessed by mobile devices and presents new interface and functionalities, which allow higher control and a friendly management of information.

Keywords: animal behavior, mesh network, precision livestock, rural connectivity, smart farms

1. Introdução

A busca pela eficiência e a adequação dos sistemas de produção animal às atuais exigências mercadológicas passa obrigatoriamente pela melhoria da gestão de toda cadeia produtiva. Nesse contexto, a Pecuária de Precisão (ou PLF, do termo em inglês *Precision Livestock Farm*) vem crescendo e ganhando destaque na pecuária mundial. A pecuária de precisão prima pela melhoria

dos processos produtivos dos rebanhos e diminuição dos impactos ambientais, a fim de promover, dentre outros fatores, maior satisfação dos consumidores e maior retorno econômico para os produtores rurais (BERNARDI et al., 2014). A pecuária de precisão tende a unificar áreas do conhecimento, como as ciências agrárias, ciências da computação e das engenharias mecânica e elétrica, e tem como objetivo criar mecanismos de aquisição e gestão de informações baseado no monitoramento automático contínuo e no controle em tempo real da produção, reprodução, saúde e bem estar dos animais (BERCKMANS, 2014).

O monitoramento por sensores tem sido utilizado para mensurar indicadores de saúde dos animais individualmente (HOGEVEEN et al., 2010). A razão para se investir em sistemas de monitoramento por sensores varia em função do perfil socioeconômico e geográfico do produtor. Entre as motivações dos produtores de bovinos para investir em tecnologias de precisão destacam-se a expectativa de redução do trabalho a campo e a maior facilidade no manejo diário do rebanho (STEENEVELD e HOGEVEEN, 2015). Paralelamente, as atuais exigências de mercado por bem-estar animal e a qualidade do produto final vêm ocasionando constante evolução e modernização da pecuária de corte, principalmente em relação ao manejo dos animais. Dessa forma, o uso do monitoramento por sensores tende a apresentar resultado econômico positivo, podendo o produtor interagir com as ferramentas de pecuária de precisão para alimentar suas próprias análises, garantindo a segurança do animal e a qualidade e do produto (STEENEVELD et al., 2015). Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar o processo de desenvolvimento e instalação em áreas de pastagens de uma rede de conectividade com fornecimento autônomo de energia elétrica para o monitoramento remoto do comportamento de bovinos de corte, ilustrando sua adoção primária e evolução tecnológica para uso em dispositivos móveis.

2. Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP, Brasil (21°57'32"S, 47°50'32"W, 860m), sendo relatado com base em pesquisa documental, em ações de desenvolvimento tecnológico em curso e em publicações científicas já realizadas que adotaram o sistema de informação instalado. As ações ocorreram de novembro de 2016 a agosto de 2019.

2.1. Descrição da Área Experimental

A área de implantação da rede de conectividade compreendeu área de pesquisa genericamente denominada de “Área de ILPF”, que totaliza 30 ha de pastagens e inclui: i) pastagem intensiva (INT) de capim Piatã (*Urochloa brizantha*); ii) Integração lavoura-pecuária (ILP), em que um terço da área é renovada anualmente com plantio de milho consorciado a capim Piatã; iii) integração floresta-pecuária-floresta (ILPF) plantado com *Eucalyptus urograndis* (GG100); iv) integração de pastagem-floresta (IPF), com capim Piatã e eucalipto; v) pastagem extensiva (EXT) de capim braquiária (*Urochloa decumbens*). As árvores eram dispostas em linhas simples, no sentido leste-oeste, com espaçamento de 15 metros entre linhas e 2 metros entre plantas (366 árvores/ha). As pastagens são manejadas em modo rotacionado intensivo com 6 dias de pastejo e 35 dias de repouso em épocas de chuvas e secas. Os piquetes são divididos com cercas elétricas em 6 subdivisões de 0,5 ha cada, com 2 repetições. Os piquetes dos sistemas de produção convergem para centros de manejo, dotados de bebedouros automáticos e cochos para suplementação mineral.

2.2. Planejamento da Estratégia de Conectividade

A rede de comunicação foi idealizada em 2016, envolvendo as etapas de identificação das propriedades físicas e funcionais dos sensores e das antenas de transmissão, levantamento topográfico georreferenciado das áreas de pastagem a serem cobertas e definição da arquitetura de rede *mesh* para conexão entre sensores, antenas e a rede mundial de computadores. A rede *mesh* se caracteriza por ser composta por vários roteadores (“nós” ou *gateways*). Os *gateways* têm a função de repetidores e, por isso, sua interconexão faz com que se comportem como uma única e grande rede, possibilitando a transmissão de mensagens por diferentes caminhos e também a conexão do usuário a qualquer um destes nós. Nesta fase, colaboraram pesquisadores, analistas e técnicos da

Embrapa Pecuária Sudeste em associação à CowMed, empresa responsável pelo desenvolvimento do protocolo de comunicação e dos sensores de monitoramento animal com tecnologia nacional.

2.3. Implantação de Receptores a Campo

Após a fase de planejamento, iniciou-se em janeiro de 2017 a fase de implantação, quando a rede *mesh*, ou seja, em formato de malha, foi fisicamente instalada nas áreas de pastagem. Sua infraestrutura foi instalada sobre cocho de suplementação mineral (Figura 1A) e estabelecida por 10 *gateways* de comunicação, os quais compunham estações para captação de dados dos sensores e sua retransmissão. As antenas captadoras/transmissoras apresentavam raio de cobertura de 150 metros, suficiente para o direcionamento das informações captadas pelos sensores dos animais para uma única central eletrônica de processamento via *wireless*. Os sensores que monitoram o comportamento dos bovinos eram dispositivos eletrônicos vestíveis, que foram acoplados a colares nos animais. Para a decodificação dos pacotes de dados transmitidos pelos sensores, adotou-se *software* analítico do comportamento de bovinos (C-Manager, CowMed, Brasil), que informa o tempo dedicado pelo animal para ruminção, atividade e ócio. Ao conjunto implantado, cuja efetiva conexão alcançou a cobertura de área total de 30 hectares, deu-se a denominação de “Versão 1.0”.



Figura 1. (A) Base autônoma de geração de energia fotovoltaica e antena para transmissão de dados de comportamento de bovinos de corte, em área de pastagem, instaladas sobre cocho de suplementação mineral. (B) No detalhe, circuito para armazenamento e fornecimento de energia elétrica, com quadro de comando composto por bateria, inversor e controlador de carga. (C) Mapa da área experimental indicando a estrutura atual da rede.

2.4. Fase de Energização

Paralelamente à implantação dos receptores a campo, foi executada a fase de provimento de energia elétrica estrutura do *hardware*. Optou-se pela instalação de bases fotovoltaicas a campo para fornecer energia à rede de comunicação. Para cada antena receptora, foi instalada uma base fotovoltaica contendo quatro componentes básicos: (1) painel solar com máxima potência (P_m) de 150 Watts, com voltagem máxima de 600 Volts, e dimensões de 147x68x2,5 cm, suportando cargas de ventos de 2,4 k Pa. (2) Inversor com transformação de 12V para 220V com potência de 400W. (3) Controlador de carga de 20A - 12/24 Volts programável que detecta a tensão automaticamente, com carga máxima de 20A, tensão de 12V-24V, à prova d'água com proteção contra sobrecarga. (4) Bateria com tensão de 12V, recarregável e com capacidade de 70Ah para descarga em 100h (C100) e 60Ah em 20h a (C20), com tampa selada e filtro antichamas (Figura 1B). Cada base fotovoltaica foi capaz de gerar energia para uma das antenas de transmissão, que estavam posicionadas nos centros de manejo, considerados pontos estratégicos (Figura 1C). Adicionalmente, foi realizada a instalação de amplificadores, que triplicaram a potência de transmissão individual das antenas, vencendo a questão da barreira arbórea e alcançando até 700m em campo aberto, sem interferências.

2.5. Adoção Experimental e Aprimoramento

Os experimentos de monitoramento remoto de animais a campo com uso da tecnologia ocorreram efetivamente a partir de maio de 2017, cujos detalhes são relatados na próxima seção.

3. Resultados e Discussão

Após a implantação da infraestrutura física e de conectividade da rede, foi realizado o primeiro experimento, de maio a junho de 2017, durante 33 dias consecutivos, apenas na área sem arborização. Este foi usado como forma de teste quanto à regularidade da geração de energia elétrica pelas bases fotovoltaicas, à estabilidade de fornecimento de energia e à captação dos dados dos animais a campo. Para tal, oito fêmeas bovinas primíparas de corte da raça Canchim foram lotadas em área de pastagem sem arborização e permanentemente monitoradas, com sucesso. Os resultados técnicos foram publicados e se encontram em base aberta para consulta (GARCIA et al., 2018). De setembro a dezembro de 2017, foi realizado um segundo experimento que compreendeu o monitoramento por 94 dias consecutivos, de animais lotados em pastagens sem arborização ou em ILPF. Neste, foram monitoradas com sucesso 25 novilhas de corte da raça Canchim, tendo sido os resultados também publicados (BARRETO et al., 2019). A rede de monitoramento do comportamento animal foi eficiente na coleta e disponibilização dos dados, os quais podem ser exportados em planilhas de dados brutos ou visualizados em painel de controle que individualiza os animais e apresenta o perfil de seu comportamento (Figura 2A). No ano de 2018, iniciou-se um novo experimento a campo com 64 animais, de maior complexidade, o qual se encontra em curso e tem previsão de duração de 360 dias.

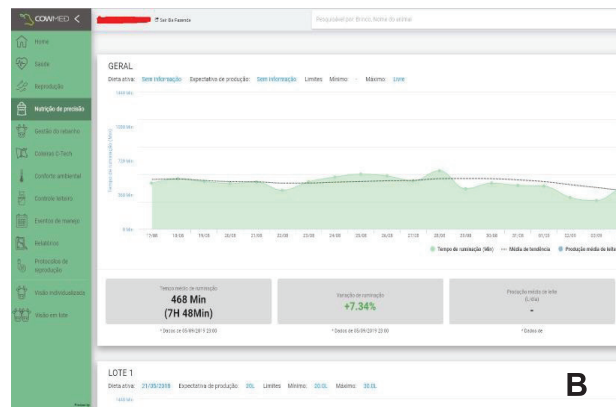


Figura 2. Painel de controle de informações dos softwares utilizados (A) na Versão 1.0 (C-Manager, CowMed, Brasil) e (B) na Versão 2.0 (SmartFarm, CowMed, Brasil).

Após dois anos de uso da “Versão 1.0” do sistema, verificou-se a necessidade de sua modernização, a fim de aumentar a flexibilidade de uso. Na versão primária, o provimento de energia dependia da presença de inversores de voltagem, que foram suprimidos após a adaptação dos *gateways* para uso de energia com corrente contínua (*DC - direct current*) na nova versão. Ainda, o acesso dos usuários era limitado a um computador habilitado, conectado a uma única central de armazenamento de dados, o que impunha certa restrição de tráfego de informações, pois necessariamente direcionava os dados a esta central, antes de serem disponibilizados na rede mundial. Isso conferia, também, maior risco de inatividade temporária, em caso de pane no computador habilitado. Assim, o *upgrade* do sistema ocorreu em duas frentes distintas: a primeira deu-se pela melhoria da rede de transmissão, com a implantação de antenas mais potentes e estáveis, e de um *gateway* adicional; a segunda ocorreu pelo aperfeiçoamento do software, que trouxe nova interface e funcionalidades. Isso permite que o usuário acesse as informações em tempo real, de qualquer lugar via internet, com acesso ilimitado via dispositivos móveis, como *smartphones*, *tablets*, *notebooks* ou ainda usando *desktop*, sem precisar habilitar seu(s) equipamento(s), o que potencializa a conectividade e o acesso à informação. Os requisitos mínimos para dispositivos móveis são sistema operacional Android ou iOS, tela mínima de 4", 8GB de

armazenamento e conexão com a rede mundial de computadores. Esta versão do sistema foi denominada de “Versão 2.0”. O *software* atualmente em uso (SmartFarm, CowMed, Brasil) foi desenvolvido para que os usuários tenham acesso rápido aos alertas, relatórios e registro de informações do dia a dia de cada animal (Figura 2B). Esse *upgrade* não afetou a eficiência de captação de energia fotovoltaica, nem impactou no consumo de energia requerida para o funcionamento da rede. Considerando o início dos trabalhos com a nova configuração da rede e do *software*, contínua observação é requerida quanto aos pontos de interesse já estudados na versão anterior, a fim de verificar a efetividade de seu funcionamento. De antemão, a possibilidade de acesso via multidispositivos móveis e a conexão desvinculada de uma única central de acesso indicam flexibilização desejável.

4. Conclusão

Com base no ciclo inicial de uso da rede de comunicação de primeira geração, que compreendeu as fases de implantação, energização autônoma fotovoltaica, captação e transmissão de dados tempo real, foi possível observar um ganho incremental no monitoramento remoto de bovinos de corte mantidos a pasto, aplicado em nível experimental. A captação de dados oriundos dos animais, realizada ininterruptamente e em tempo real, é uma forma de ampliar o controle sobre o rebanho, possibilitando a geração de informações que permitem não somente a supervisão do quantitativo de animais dentro de um sistema de produção, mas também a descrição do padrão de atividades de cada indivíduo. Com o avanço diário dentro do ambiente da tecnologia da informação, vale salientar que a mudança nos padrões de *hardwares*, *softwares* e tráfego de dados faz com que a realidade tecnológica da pecuária de precisão seja extremamente dinâmica, o que requer constante atualização não somente dos sistemas computacionais, mas também das equipes multidisciplinares desenvolvedoras de recursos avançados para auxiliar a tomada de decisão em relação ao manejo dos animais.

Agradecimentos

À Embrapa (Projetos BIOTEC #01.13.06.001.05.00 e Pecuária de Precisão #01.14.09.001.03.03), ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (TED #50/2016), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP (Processo 2019/04528-6) e à Associação Rede ILPF (Edital 001/2019) pelos recursos financeiros. À Cow Med (Santa Maria-RS, Brasil) e equipe pelo apoio logístico na implantação e suporte do sistema de monitoramento animal.

Referências

- BARRETO, A.N.; GARCIA, A.R.; BERNARDI, A.C.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; ROMANELLO, N.; SOUSA, M.A.P. Monitoramento eletrônico do comportamento de novilhas de corte mantidas em sistema de ILPF. In: XXIX Congresso Brasileiro de Zootecnia-Zootec 2019, Uberaba, 2019.
- BERCKMANS, D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Revue Scientifique et Technique*, v.33, n.1, 189-196, 2014.
- BERNARDI, A.C.C.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 596 p., 2014.
- GARCIA, A.R., GIRO, A., BERNARDI, A.C.C., PEZZOPANE, J.R.M., PEDROSO, A.F., GUIMARAES, E.S., MENDES, E.D.M., LEMES, A.P., ROMANELLO, N., BOTTA, D. Comportamento de fêmeas bovinas de corte em pastagens sem arborização, avaliado por sistema *wireless* de monitoramento. *Circular Técnica* 82, CPPE:São Carlos, p.9, 2018. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1100677/1/Circular82.pdf>
- HOGVEEN, H.; KAMPHUIS, C.; STEENEVELD, W.; MOLLENHORST, H. Sensors and clinical mastitis - The quest for the perfect alert. *Sensors*, v.10, p.7991-8009, 2010.
- STEENEVELD, W.; HOGVEEN, H. Characterization of Dutch dairy farms using sensor systems for cow management. *Journal of Dairy Science.*, v.98, p.709-717, 2015.
- STEENEVELD, W.; VERNOOIJ, J.C.M.; HOGVEEN, H. Effect of sensor systems for cow management on milk production, somatic cell count, and reproduction. *Journal of Dairy Science*, v.98, p.3896-3905, 2015.