

REDE DE SENSORES SEM FIO APLICADA AO MONITORAMENTO BOVINO LEITEIRO

Alan Gomes Silva¹, Karoline Araújo Nascimento¹, Luan Pedro Ramos Coimbra¹, Ramásio Ferreira de Melo², José Menezes de Junior³, Juçara Claudio Galvão²

¹Graduandos de Licenciatura em Computação - IFTO. - Campus Araguatins e-mail: <ifto.alan, Karolaraujo013, luaniic63@gmail.com>

²Mestres em educação. Docentes no IFTO - Campus Araguatins. e-mail: <ramasiomelo@ifto.edu.br>, <cladiogalvao@ifto.edu.br>

³Especialista em Docência do Ensino Superior - Faiara. Docente no IFTO - Campus Araguatins e-mail: <jose.menezes@ifto.edu.br>

Resumo: Os processos e técnicas de identificação de cio bovino na maioria das vezes ocorrem de forma visual, requerendo mais tempo, esforço e custo. Neste artigo propomos apresentar o desenvolvimento de uma rede de pedômetros sem fio instalada e testada em campo. Objetivando-se analisar a aplicabilidade da mesma para a medição, detecção e gravação de passadas de rebanho bovino leiteiro. Com isso, podendo-se chegar posteriormente na detecção do cio, quando consideravelmente houver aumento da movimentação do animal. Através da plataforma Arduino, do módulo RF 433MHz e também do acelerômetro MMA7361, pode-se construir a rede com materiais de baixo custo. A pesquisa desenvolve-se no IFTO Campus - Araguatins, onde realizaram-se testes verificando a integridade dos dados, no entanto, necessitou-se de algumas adaptações na estrutura para a central e os pedômetros. As fêmeas bovinas foram monitoradas dentro do espaço de confinamento, através da comparação entre contagem de passadas detectadas e as contadas visualmente. Pode-se declarar o projeto viável, pois os resultados adquiridos pela rede de pedômetros sem fio demonstram-se eficientes, com nível de significância de ($P>0,05$) em relação aos dois métodos de observação das passadas, tendo um alcance de 90 metros sem perdas. O projeto torna-se apto a ser incrementado a um software capaz de identificar o cio do animal a partir dos dados providos, mas necessita de soluções referentes a bateria.

Palavras-chave: arduino, identificação de cio bovino, redes de sensores sem fio, pedometria

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a agropecuária tem grande influência na economia, com 23% de participação no Produto Interno Bruto (PIB), além de representar quase 50% das exportações totais do país, dados de 2016 da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Dessa maneira a zootecnia de precisão, recebe grande importância no cenário nacional e internacional.

A detecção do período fértil de vacas enquadra-se dentre as atividades mais importantes relacionadas ao manejo de bovinos, especificamente, para a manutenção da reprodução adequada e controle da produtividade em rebanhos.

Para um bom manejo bovino observa-se que há diferentes métodos de detecção de estro desses animais, que em sua maioria acontecem de forma visual, acarretando em perda de tempo, onerosidade, mão de obra especializada e observação constante do rebanho por parte dos produtores. (HOMER et al. 2013)

Nesse ínterim, mesmo para uma pessoa experiente, é difícil identificar mais de 80% das vacas em cio de um rebanho de médio porte, mesmo observando as fêmeas três vezes por dia por pelo menos 30 minutos. (HANSEN, 2003)

Para inseminação da fêmea bovina o ideal é no final do estro. Devido ao fato de que a ovulação ocorre quando a fêmea não mais aceita a monta, seis a doze horas após final estral. Grande parte das vacas entram em estro à noite ou pela madrugada (60% a 70%), em regiões de temperaturas mais elevadas durante o dia principalmente. (AZEVEDO; BEZERRA, 2006)

O animal no estro pode intensificar sua movimentação aumentando a quantidade de passadas, devido a este fato a pedometria já é uma realidade na pecuária, mas ainda pouco utilizada por seu alto custo.

Em um estudo comparativo dos níveis de movimentação das vacas antes e durante o estro, (FIRK et al. 2002) constataram que ao início do cio houve aumento na movimentação das vacas em 93%, indicando 4 vezes acima do normal, em comparação com os registros fora deste período.

As Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) são estruturas físicas e lógicas de comunicação que substituem a utilização de fios e possibilitam a comunicação em locais remotos. (PIZA et al. 2013) (MEDEROS et al., 2016). São compostas basicamente de três fatores essenciais: os nós sensores, os nós de comunicação externa e as interfaces de comunicação. O objetivo principal de uma RSSF é executar alguma tarefa colaborativa onde é importante detectar e estimar eventos de interesse e não apenas prover mecanismos de comunicação, para pesquisa tem papel fundamental na detecção de passadas dos animais. (LOUREIRO et al. 2003).

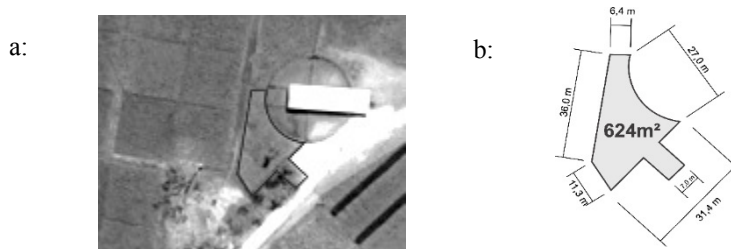
(CHUANG e WANG 2013), trabalham um pedômetro sem fio com comunicação bluetooth e acelerômetro 2 eixos, a informação é enviada a um módulo montado no pulso do usuário, à medida que um passo é dado. Afirmam ser razoavelmente preciso tendo erro médio entre os testes de cerca de 2,3% de erro. Para os autores poderia apresentar um melhor resultado se utilizado acelerômetro de 3 eixos.

A rede apresentada neste trabalho baseia-se em comunicação radiofrequência com materiais de baixo custo e opera em uma frequência AM de 433MHz, esteve posta em testes, inicialmente para analisar a distância da comunicação, perda e pacotes corrompidos, e posteriormente sua aplicabilidade em campo, onde houve a comunicação de dois pedômetros com uma central.

Desta maneira buscou-se analisar a aplicabilidade de uma Rede de pedômetros sem fio para a medição, detecção e gravação de passadas de rebanho bovino leiteiro. Implementar o pedômetro com microcontrolador Arduino, acelerômetro MMA7361 e módulo de rádio frequência, capaz de fornecer os dados da atividade bovina através de rede de sensores sem fio e também desenvolver um algoritmo computacional que permita ao sensor captar, identificar, armazenar e transmitir a quantidade de passadas do animal.

2 METODOLOGIA

A pesquisa possui caráter experimental e tecnológico, de âmbito quanti-qualitativo, que visa a implementação de uma rede de pedômetros sem fio. O espaço de confinamento para os



animais estudados está localizado no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) Campus - Araguatins no setor de bovinocultura, que possui uma área selecionada de aproximadamente 620m², como expresso nas figuras a e b.

Figura 1- a: Área de execução do projeto do setor bovinocultura, piquete selecionado. Fonte: Extraído de (Google Maps 2017). b: Planta baixa com respectivas medidas em metro. Fonte: Autor 2017.

Para que a rede de pedômetros possa ser desenvolvida, serão necessários alguns componentes, a saber: Arduino Uno é uma placa de microcontrolador baseada no ATmega328P que permite a possibilidade de conectar diversos sensores e módulos.

Acelerômetro 3 eixos MMA7361 um dispositivo que mede a aceleração, de baixo consumo, usado geralmente como sensor de movimento e detecção de queda livre, sua tensão para alimentação é de 5V, seleção de faixa ($\pm 1,5G$ ou $\pm 6G$).

Os módulos Receptor e Transmissor RF 433 MHz são de baixo custo, pequenos, e trabalham enviando sinais de rádio que pode chegar à 200 metros em locais sem obstáculos e sem interferências. O módulo transmissor funciona com alimentação entre 3,5 e 12V, que influencia no alcance do sinal, e já o módulo receptor funciona com alimentação 5V.

O presente trabalho foi realizado na instituição, constituindo-se da seguinte etapas: inicialmente foram realizados testes na rede visando encontrar maior distância possível sem perdas

de pacotes ou corrompidos. Com isso, pode-se notar que a voltagem e as antenas nos RF 433 são importantes para os requisitos desejados, sendo assim, várias delas foram testadas até que se pudesse chegar ao modelo ideal.

Após os testes, conclui-se que o modelo ideal seja uma antena omnidirecional, que receba igualmente para todas as direções sendo elaborada da seguinte maneira: 1,5m de fio de fina espessura rígido enrolado em forma de espiral vertical sobre um tubo PVC de 20mm, medindo 1m de altura para a central. Já para o pedômetro também será omnidirecional, fio de fina espessura rígido, com 17cm de altura.

Em seguida, para a produção do algoritmo do pedômetro e da rede, definição de limiar e uma avaliação de dados referente às passadas contadas. Teste iniciais do algoritmo foram realizados em com pessoas em esteiras elétricas, para que se obtivessem resultados desejáveis e satisfatórios.

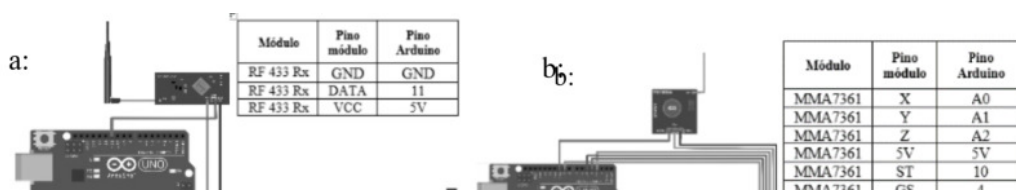
Para os testes em vacas foram realizadas algumas adaptações na estrutura para a central e na área de confinamento para que fossem seguras e atendessem ao cotidiano do animal. O pedômetro foi fixado como no cabresto, na parte superior do pescoço, e principalmente o ajuste da limiar, para definir a sensibilidade do pedômetro.

Duas vacas da raça Girolanda foram monitoradas com a ajuda de sensores sem fio, dentro do espaço de confinamento, através da comparação entre contagem de passadas de real e com auxílio da RSSF. Foram realizadas 20 repetições com duração de 20 minutos, 10 para cada animal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A rede se apresenta em topologia estrela, a central é o centro da comunicação, ligada a um computador por meio de uma porta USB, possui o dever de receber os seguintes dados de cada pedômetro: id sensor e quantidade de passos. Já o protótipo pedômetro estruturado em um caixa hermética é encarregado de detectar os passos no determinado tempo, ele deve enviar e reiniciar a contagem, também necessita a calibragem da sensibilidade que se dá através de uma variável limiar.

O animal em seu habitat precisa ser testado e observado em seu cotidiano de forma natural, com interferências mínimas do homem. SILVA, F. A. et al. (2004). Desse modo é fator importante que a RSSF a comunicação a uma distância razoável sem que haja perdas de dados consideráveis.





MMA7361	GND	GND
RF 433 Tx	DATA	10
RF 433 Tx	GND	GND
RF 433 Tx	VCC	VIM

Figura 2 - a: Modelagem da Central, com módulo receptor e placa Arduino ao lado direito sua respectiva pinagem. b: Protótipo do pedômetro com Arduino, módulo emissor 433 MHz, e acelerômetro 3 eixos MMA7361 ao lado direito sua respectiva pinagem. Fonte: Autor 2017.

Após essas avaliações a RSSF utilizada no projeto pode garantir a comunicação entre seus nós até a distância de 90m em campo aberto usando uma bateria de nove volts para alimentação. Busca-se dessa maneira a montagem da rede de pedômetros atentando-se alguns requisitos necessários que em muitos trabalhos de RSSF são utilizados como base, destaca-se uma série de fatores a serem considerados, os mais importantes estão descritos abaixo caracterizando a rede desenvolvida. TAVARES (2002).

Tolerância à falha: na rede de pedômetro desenvolvida caso ocorra de um nó parar de funcionar corretamente será de fácil manutenção e ainda não haverá interferência no funcionamento dos demais, exceto a central.

Escalabilidade: a presente RSSF é capaz de processar informações de um ou mais nós da rede sem alterar o seu funcionamento. Pode ser utilizada em grande escala, em um rebanho inteiro, de tal maneira que cada animal possa receber um nó (pedômetro) da rede.

Custo de produção: devido a utilização de softwares livres e da plataforma Arduino o custo se apresentou baixo se comparado com de outros dispositivos que possuem utilidade igual ou similar (detecção de passadas).

Ambiente de Operação: uma das características das RSSF é sua atuação em locais inóspitos ou de difícil acesso, em nosso trabalho o ambiente de operação trata-se de um pasto com uma pequena área de sombra, com poucos pontos de energia e sem internet.

Restrições de hardware: Em relação a este quesito fez-se o seguinte para minimiza-lo buscou-se desenvolver códigos simples, de tal maneira a exigir menos processamento, e também espaço de armazenamento.

Topologia de rede: Não suportam mudanças repentinas de topologia, mas, a utilizada (Topologia estrela) possui uma organização adequada para o propósito do trabalho.

Meio de transmissão: Foi a transmissão ondas de rádio frequência, essa que contorna objetos, são refletidas pela atmosfera e percorrem pequenas e longas distâncias. Uma solução para se utilizar, onde não se pode colocar cabos. Porém é preciso que haja uma visada perfeita para qualidade de tráfego.

Consumo de energia: Para RSSF que precise de um monitoramento constante, torna-se uma exigência a autonomia de baterias, os sensores RF 433 foram eficientes, mas integrados com pedômetro formando, não atingiram o consumo adequado, se mostraram possuir um alto consumo, que por necessidade de melhoramento deve-se buscar soluções.

Foram realizados testes em ambiente controlado, utilizando antenas e uma alimentação de 9 Volts, divididos em quatro faixas de distância de 0 a 30m, 30 a 60m, 60 a 90m e 90,100m. Pôde-se chegar a distância máxima ideal de 90 m para performance da comunicação entre os nós da rede, com mínimas perdas de dados ou dados corrompidos. Vale salientar a vantagem de se utilizar uma frequência de 433MHz, por que não há tanta concorrência de trafego quanto as redes Wi-fi 2.4 GHz.

Fez-se necessária a utilização do software PLX-DAQ tendo como sua principal ação de registrar data, hora, id do animal, id da central e quantidade de passadas em planilha eletrônica. Após aquisição das passadas pelos sensores, a transmissão é feita em intervalos estipulados de 20 minutos para a central e o pedômetro reinicia a contagem.

Na Figura 3 é possível compreender o cenário de como se sucedeu a integração dos dispositivos para aplicação da rede de pedômetros.

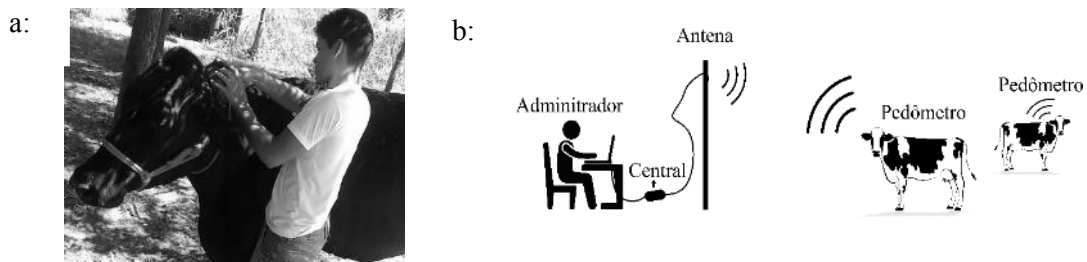


Figura 3 - a: colocação do dispositivo pedômetro na vaca. b: Modelo proposto de rede de pedômetros. Fonte: Autor 2017.

Para contagem dos passos em animais, 10% do rebanho bovino foram utilizados para testes com 20 repetições, sendo 10 para cada uma. Após algumas avaliações concluiu-se que a limiar específica e final seria 11,5 realizou-se a análise de variância; para a realização deste teste foi considerada dois tipos de tratamentos: contagem visual e contagem pelo pedômetro, onde se utilizou o Delineamento Inteiramente Casualizado; a seguir foi realizado o teste F, bilateral com probabilidade de 5%, o qual não apresentou significância em relação ao método utilizado para contagem das passadas, ou seja, as diferenças apresentadas nas contagens pelo pedômetro não influenciarão nos resultados em relação à contagem visual, apresentando assim a mesma eficiência.

Os dispositivos desenvolvidos (rede e pedômetro) estão capacitados para integrar com o software que fará o feedback com o usuário informando previamente descobrir o estro previamente. Para isso, define-se necessário testes com bovinos em maior escala de tempo, buscando soluções de alimentação mais duradoura como: energia solar e bateria recarregável com voltagem entre 11 e 12V e ainda com amperagem por volta de 7Ah. Quanto a estrutura deve-se ser estudada de maneira que não prejudique o animal e não interfira nos resultados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o que foi trabalhado os resultados do pedômetro se mostram satisfatório onde o teste bilateral apresentou probabilidade de 5% o qual não mostra significância em relação ao método utilizado para contagem das passadas. Com estudos das Redes de Sensores Sem Fio fica evidente sua relevância ao projeto, e seu sucesso na aplicação, onde pôde-se chegar a uma distância de 90 metros com perdas de dados irrelevantes em realizar o monitoramento proposto.

Desta maneira, vale salientar que para futuros trabalhos faz-se necessário justes na adaptação da estrutura que comporta o dispositivo (pedômetro), como também, estudos de baterias que possam suprir a necessidade do projeto.

A proposta de trabalho, se mostra importante para as áreas da computação e zootecnia com o propósito: de analisar a aplicabilidade de uma Rede de pedômetros sem fio para a medição, detecção e gravação de passadas em rebanho bovino leiteiro. Proporcionando melhoramento na produção de gado leiteiro e também no desenvolvimento tecnológico de baixo custo, está ferramenta pode-se compor facilmente como uma ferramenta de detecção de cio bovino com alta confiabilidade, mediante resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

AZEVÊDO, D. M. M. R.; BEZERRA, E. E. A. **Ciclo Estral - em fêmeas bovinas**. Embrapa. Teresina, PI. Out. 2006. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39839/1/cicloestral.pdf>> Acesso em: 14 julho 2017.

CHUANG, Ellen; WANG, Julie. **Wireless Pedometer with Bluetooth communication**. Disponível em: <http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/f2013/esc73_jsw267/esc73_jsw267/esc73_jsw267/index.html>. Acesso em: 4 junho 2017.

CNA Brasil. Disponível em: <<http://www.cnabrasil.org.br/noticias/agropecuaria-supera-obstaculos-e-segue-liderando-economia-brasileira-em-2016/>>. Acesso em: 25 de julho 2017.

FIRK, C.A.; STAMER, E. J.; W.; KRIETER J. **Automation of oestrus detection in dairy cows: a review**. Livestock Production. Science. n. 75, p 219-232, 2002.

HANSEN, P.J. **Embryonic mortality in cattle from the embryo's perspective**. Journal Animal Science. 80: 33-44, 2003. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/abstracts/80/E-Suppl_2/JAN0080ES20E33>

HOMER, E. M. et al. **A novel approach to the detection of estrus in dairy cows using ultra-wideband technology**. Journal of dairy science, v. 96, n. 10, p. 6529-6534, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213005304/>>. Acesso em: 10 julho 2017.

LOUREIRO, Antônio A. F. et al. **Redes de sensores sem fio**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES, 2003. Anais... Belo Horizonte: SBRC, 2003. p. 179–226. Disponível em: <<http://homepages.dcc.ufmg.br/loureiro/cm/docs/sbrc03.pdf>>. Acesso em: 21 julho 2017.

MEDEROS, Bárbara Janet Teruel, et al. **Avaliação Experimental Do Desempenho De Uma Rede De Sensores Sem Fio Em Ambientes Agrícolas**. Engenharia Agrícola, v. 32, n. 6, 2016. Disponível em: <<http://submission.scielo.br/index.php/eagri/article/view/63628>>. Acesso em: 10 julho 2017.

PIZA, Luciana Vieira et al. **Teaching wireless sensor networks fundamentals using a simple system**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 1, p. 01-07, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172013000100023&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso em: 15 julho 2017.

TAVARES, Pedro Lemos. **Redes de Sensores Sem-fio**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: https://www.google.com.br/search?q=TAVARES%2C+Pedro+Lemos.+Redes+de+Sensores+Sem-fio.+Rio+de+Janeiro%2C+2002.&rlz=1C1CHZL_pt-BRBR737BR737&aq=chrome.69i57.460j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8 Acesso em: 10 julho 2017.

SILVA, F. A. et al. **Tecnologia de nós sensores sem fio**. Controle & Instrumentação, v. 92, p. 76-87, 2004. Disponível em: <<http://homepages.dcc.ufmg.br/~linnyer/ufmgno sensores.pdf>> Acesso em: 10 julho 2017.