

## HARDWARE PARA MONITORAMENTO DE SINAIS FISIOLÓGICOS EM ANIMAIS

JONAS MATEUS DA S. GALINDO<sup>1</sup>, MATHEUS A. DE SATURNO<sup>2</sup>, GERONIMO BARBOSA ALEXANDRE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIC, IFPE, Garanhuns-PE, jonas.mateus16@gmail.com;

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBITI, IFPE, Garanhuns-PE, mas1@discente.ifpe.edu.br;

<sup>3</sup>M. Sc. Engenharia Elétrica, Professor EBTT, IFPE, Garanhuns-PE, geronimo.alexandre@garanhuns.ifpe.edu.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Este trabalho objetivou o projeto e da construção de uma plataforma embarcada para a mensuração dos parâmetros fisiológicos em animais. A plataforma é composta de duas partes: o hardware e software, o hardware é composto pelos sensores de temperatura, umidade, câmeras, sensores de batimentos cardíacos, sensores de carga, acelerômetros, GPS, sensor de pressão, sensor de frequência respiratória e o microcontrolador. Já a parte de software é constituída do servidor Web, do aplicativo para dispositivos móveis e do gerenciador do banco de dados MySQL. A metodologia utilizada seguiu as etapas: montagem do produto; construção do sistema de supervisão local e testes de calibração / validação da versão 1.0. Os resultados experimentais demonstram a precisão da calibração do equipamento confeccionado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Protótipo, instrumentação eletrônica, monitoramento, conforto animal.

### HARDWARE FOR MONITORING PHYSIOLOGICAL SIGNALS IN ANIMALS

**ABSTRACT:** This study aimed to design and build an embedded platform for the measurement of physiological parameters in animals. The platform consists of two parts: hardware and software, the hardware consists of temperature, humidity sensors, cameras, heart rate sensors, charge sensors, accelerometers, GPS, pressure sensor, respiratory rate sensor and the microcontroller. The software part consists of the Web server, the application for mobile devices and the MySQL database manager. The methodology used followed steps: assembly of the prototype; construction of the local supervision system and calibration / validation tests of version 1.0. The experimental results demonstrate the accuracy of the calibration of the equipment made.

**KEYWORDS:** Prototype, electronic instrumentation, monitoring, animal comfort.

### INTRODUÇÃO

Existem inúmeros tipos de tecnologias que vem sendo aplicadas para um monitoramento eficaz da saúde de seres humanos e animais. O sensor é um dispositivo que mede um parâmetro fisiológico ou comportamental do animal, permitindo antecipar doenças bem como acompanhar os parâmetros fisiológicas de crescimento e engorda. De acordo com SANTOS, *et al* (2014, p.1):

“Monitorar variáveis fisiológicas e do ambiente no entorno do animal constitui-se numa atividade primordial para obter informações sobre o seu bem-estar. Por exemplo, um dos fatores que retarda o ganho de peso é se o animal apresenta sinais de inquietude. Esse comportamento está, muitas vezes, relacionado com o aumento da temperatura corporal do animal. Esta variação de temperatura está associado ao aumento da temperatura ambiente ou mesmo devido à alguma doença que, no caso dos bovinos, pode ser também evidenciada por alterações na frequência cardíaca e/ou respiratória”.

Para avaliar a influência do ambiente é necessário analisar as respostas fisiológicas apresentadas pelos animais às variações do ambiente externo. Para tanto, alguns indicadores podem ser utilizados,

como, por exemplo, frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal, sudorese e outros (SOUZA et al., 2005).

Este trabalho propõe um equipamento de baixo custo, acessível ao pequeno produtor rural, sendo um produto completo em hardware e software, a versão 1.0 não está 100% concluída, mas já foi finalizada a integração dos sensores e criação dos aplicativos. A implantação do medidor inteligente proporcionou o envolvimento dos produtores rurais, dos estudantes do curso técnico e do bacharelado em engenharia elétrica, permitindo a capacitação profissional na área de instrumentação eletrônica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi feita a revisão bibliográfica nas seguintes plataformas acadêmicas: IEEE Explorer Digital Library, Periódico Capes e Google Acadêmico, dessa pesquisa foram escolhidos alguns artigos que servirão de base do projeto (SOARES, 2012) e (CORKERY, *et al.*, 2013). Em seguida foi elaborado a arquitetura do projeto e a lista de material com o respectivo orçamento.

Os materiais utilizados para confecção do protótipo experimental estão dispostos na Tabela 1. O custo total do protótipo foi baixo (R\$ 810,00) quando comparado a um equipamento comercial similar (R\$ 5.000,00).

Tabela 1. Materiais utilizados na construção da plataforma de monitoramento.

Lista de Materias: Sistema de Monitoramento de Sinais Fisiológicos e Localização de Caprinos			
Equipamento	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Acelerômetro e Giroscópio 3 Eixos 6 DOF	1	29,04	29,04
Célula de carga + HX 711	1	13,7	13,7
Sensor Batimentos - MAX 301	1	7,59	7,59
Sensor de Temperatura e Humidade	1	42,29	42,29
Sensor de Temperatura IRMLX 90614	1	18,74	18,74
Módulo GPS NEO 6M	1	17,85	17,5
Arduino Mega	2	34,39	68,78
XBee Explorer USB Adapter	2	9,3	18,6
Xbee Shield	2	7,9	15,8
Módulo Xbee	2	94,2	188,4
Pressão Barométrica Sensor Módulo	1	10,4	10,4
sensor de frequência respiratoria	1	369,35	369,35
Módulo câmera	1	9,9	9,9
<b>TOTAL (R\$):</b>			<b>810,09</b>

Todos os componentes utilizados no Trabalho foram importados, comprados na China no site da AliExpress, devido à carência de sensores para medições fisiológicas em animais no Brasil.

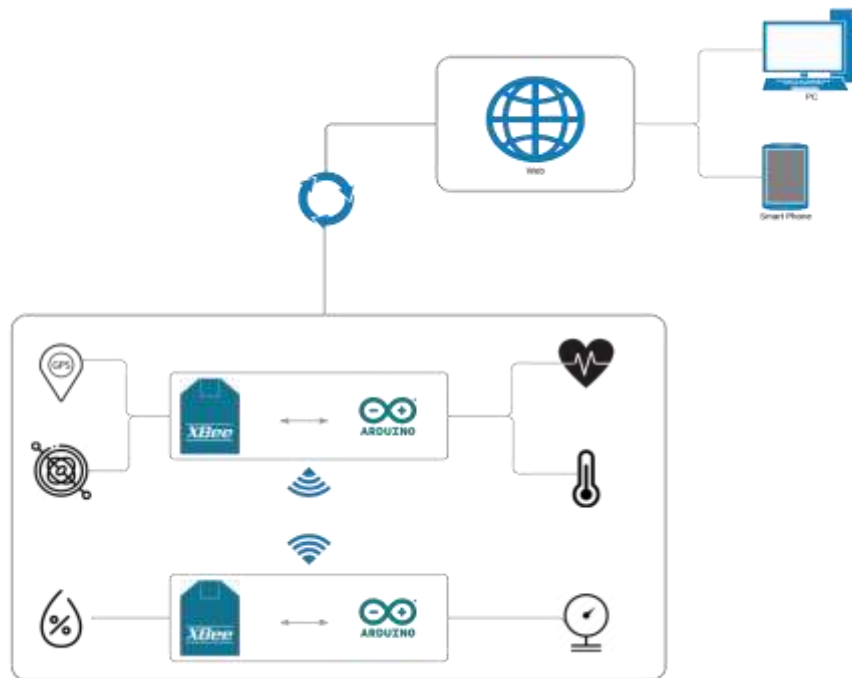
A metodologia empregada para a consecução dos objetivos consiste na execução das seguintes etapas: (a) revisão da literatura; (b) projeto básico (desenhos e esquema elétricos); (c) compra de materiais; (d) montagem física; (e) programa do sistema de supervisão local; (f) teste de validação do produto em animais.

O microcontrolador Arduino atua como o cérebro do projeto proposto, este recebe os dados coletados pelos sensores não evasivos móveis instalados nos animais e pelos sensores fixos nas baias, como por exemplo sensores de temperatura, batimentos cardíacos, dados de localização (velocidade, latitude, longitude, data e hora), acelerômetro e giroscópio e faz o processamento das medições, já a comunicação remota com o módulo transceptor XBee envia os dados mensurados para o servidor Web, por fim o acesso do usuário é feito através de aplicativo web (SmarthPhone) ou por computador com acesso à Internet.

A arquitetura da plataforma embarcada proposta é ilustrada na Figura 1, testes de calibração já foram feitos no IFPE Garanhuns, contudo os testes experimentais do protótipo em animais ainda não foram realizados, a Fazenda Barbosa já disponibilizou 5 caprinos para realização dos testes em campo.

Neste trabalho serão apresentados os resultados da calibração dos sensores e o sistema de medição integrado. O protótipo de medição faz parte das ações do grupo de professores da área de instrumentação e controle para melhoria do ensino de graduação no IFPE Campus Garanhuns.

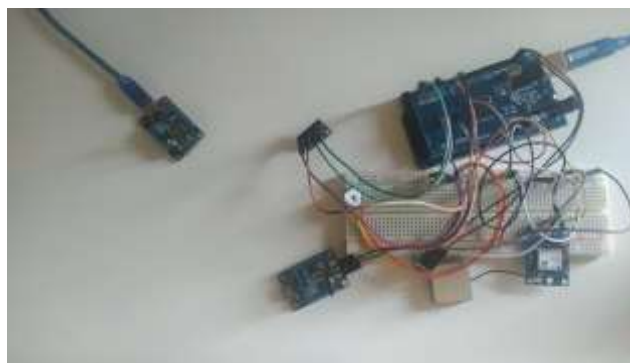
Figura 1. Arquitetura do sistema de medição de sinais fisiológicos em animais.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é ilustrada a plataforma experimental montada protoboard, versão 1.0. A rede de sensores sem fios faz uso de dois módulo XBee (mestre-escravo) e apresenta os resultados no software Digi XCTU, este por sua vez envia os dados para a nuvem e o usuário pode acompanhar os parâmetros fisiológicos e produtivos do animal por dispositivo conectado à internet (celular ou computador).

Figura 2. Plataforma de monitoramento versão 1.0, montada em protoboard.

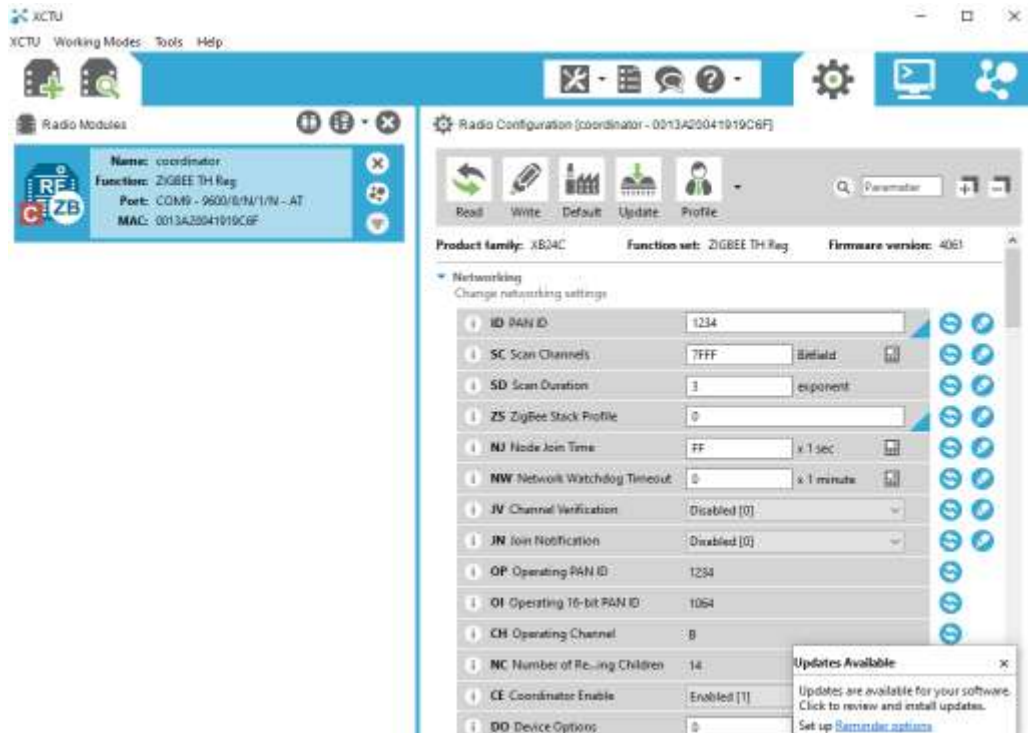


O software Digi XCTU (Figura 3), oferece uma *interface* amigável e fácil para a configuração dos módulos XBee, o software converte os parâmetros definidos em comandos que serão enviados pela porta serial ou por meio de configuração remota.

A configuração via porta serial pode ser utilizada tanto para alterar parâmetros nos módulos já conectados à rede, como para configurar módulos que ainda não estão conectados a ela. Já a configuração remota é utilizada somente para alterar parâmetros de módulos que já estão conectados à rede ZigBee. Ela é realizada a partir de um módulo operando em modo API, que envia os comandos AT via rádio frequência para o módulo que se deseja configurar.

O protocolo ZigBee foi usado no protótipo em virtude de seu baixo consumo de energia, longo alcance e a possibilidade de cada dispositivo se comunicar através de um Hub inteligente em forma de malha. Em contrapartida o protocolo tem uma baixa velocidade de envio de dados em comparação aos protocolos Wi-fi e Bluetooth.

Figura 3. Tela da ferramenta Digi XCTU.



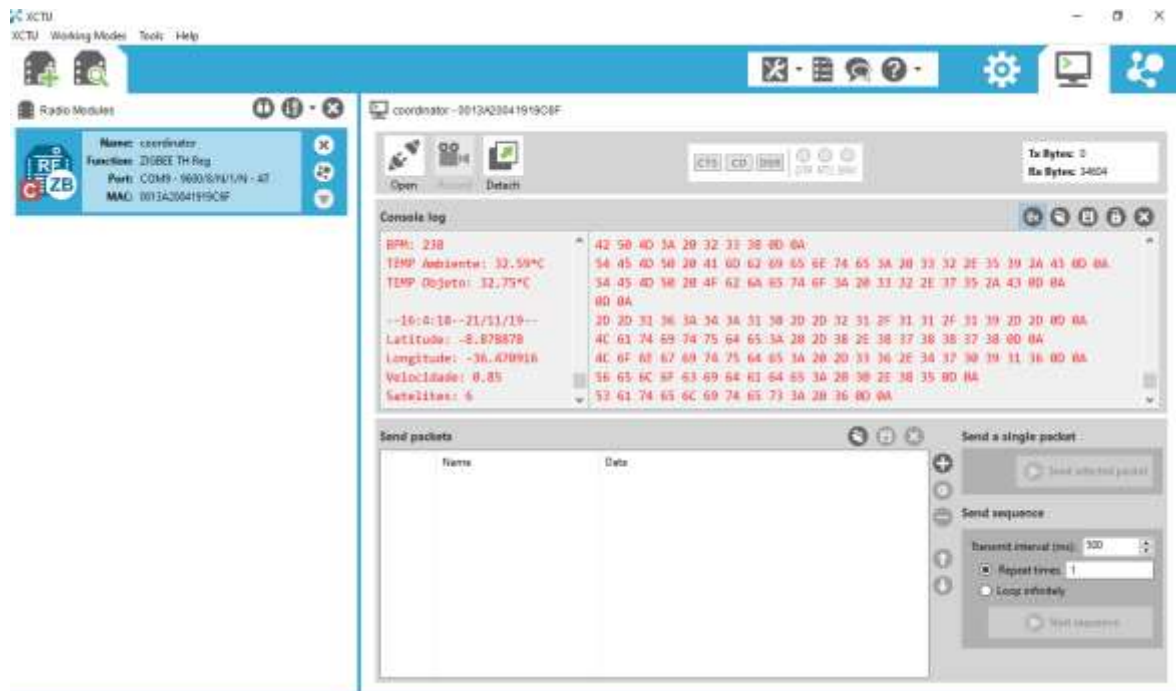
Através da comunicação entre o protocolo ZigBee e o Arduino por meio do software de supervisão Digi XCTU, foi possível a envio de dados provenientes dos sensores de temperatura, batimentos cardíacos, dados de localização (velocidade, latitude, longitude, data e hora), acelerômetro e giroscópio do Arduino para o supervisor local via configuração remota. Através de dois módulos XBee configurados no modo AT. Onde um dos módulos está sendo usado como Coordenador, responsável por receber os dados proveniente do outro dispositivo que está sendo usado com roteador e este recebe os dados dos sensores provenientes do Arduino.

Na Figura 4 é ilustrado os dados medidos em campo pela plataforma e disponibilizado para o cliente no Serial Monitor da IDE Arduino. Já na Figura 5 é ilustrados as medições realizadas em campo no supervisor local XCTU.

Figura 4. Medições feitas pelos sensores no Serial Monitor da IDE Arduino.



Figura 5. Dados Recebidos no Coordenador e enviados para a Plataforma XCTU.



Além do protótipo desenvolvido foi confeccionado um guia descrevendo o passo-a-passo da programação e ligação dos sensores ao microcontrolador para uso por outros alunos e /ou Instituições de Ensino, o guia está disponível na página eletrônica do Orientador do Trabalho.

## CONCLUSÃO

O protótipo construído e validado apresentou baixo custo, dados confiáveis e precisão nas medições; sendo uma ferramenta didática de apoio ao ensino-aprendizagem no ensino da Graduação em Engenharia Elétrica. O diferencial do produto está na supervisão remota dos dados medidos e na disponibilidade das medições para qualquer usuário conectado à internet, seja por computadores ou dispositivos móveis. O sistema apresentou baixo custo quando comparado com os modelos comercializados na Europa, apresentando boa precisão e robustez.

## AGRADECIMENTOS

Ao IFPE Campus Garanhuns pela concessão de bolsas de pesquisa ao primeiro e segundo autor.

## REFERÊNCIAS

- Corkery G, Ward S, Kenny C and Hemmingway P, 2013. Incorporating Smart Sensing Technologies into the Poultry Industry. **Journal World's Poultry Research**, 3(4):106-128.
- Santos, R. R.; Bressan, P. O.; Araújo, F. de O.; Alves, F. V. Uso de Sensores na Pecuária. In: Simpósio Brasileiro de Pecuária de Precisão Aplicada à Bovinocultura de Corte, **Anais**, Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2014.
- Soares, S. A. F. **Redes de Sensores sem Fio para Localização e Monitoramento de Pequenos Ruminantes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia da Computação). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro – Bahia, 2012.
- Souza, E. D.; Souza, B. B.; Souza, W. H. Determinação dos Parâmetros Fisiológicos e Gradiente de Diferentes Grupos Genéticos de Caprinos no Semiárido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 177-184. 2005.