

## DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA EMBARCADO PARA MONITORAMENTO DE OPERAÇÕES AGRÍCOLAS MECANIZADAS

MARIANA DIAS MENESES<sup>1</sup>, BRUNO JAVIER CAROZO ARZE<sup>2</sup>, WELINGTON GONZAGA DO VALE<sup>3</sup>, MARCOS VINICÍCIUS DE SOUZA CHAVES<sup>4</sup>, DIEGO ANDRADE PEREIRA<sup>5</sup>, VALFRAN JOSÉ SANTOS ANDRADE<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, (79) 998194773, mari\_dias19@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Universidade federal de Sergipe, (79)988197015, adm.arze@gmail.com.

<sup>3</sup> Professor Dr., Universidade Federal de Sergipe, (79)981180573, valewg@gmail.com.

<sup>4</sup> Especializando em Gestão do Agronegócio, Universidade Metropolitana de São Paulo, (79)988685368, xavesmarcosvinicius96@gmail.com.

<sup>5</sup> Técnico em mecânica, Universidade Federal de Sergipe, (79)996702077, diegoandrade\_senai@yahoo.com.br.

<sup>6</sup> Mestrando em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, (79)999699333, valfranjose@bol.com.br.

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** o agronegócio está inserido em um sistema de grande competitividade e de constantes mudanças. Consequentemente, o produtor rural é induzido a investir em novos produtos, tecnologias e processos para conseguir atender às novas demandas deste sistema. Dessa forma, o produtor tem buscado tecnologias e mecanismos para redução de custos, aumento de produtividade e minimização do impacto ambiental de suas atividades, ao mesmo tempo atendendo a crescente demanda por produtos agrícolas. Assim, associado ao desenvolvimento tecnológico no meio rural e monitoramento das operações para obtenção de informações de desempenho, o desenvolvimento da indústria de sistemas embarcados e automação, com a utilização de sensores, transdutores e microcontroladores, tem muita importância para a área de máquinas agrícolas e tem ganhado seu espaço à medida que vem contribuindo na mecanização da agricultura. O presente projeto teve como intuito utilizar o Arduino e um sensor indutivo para desenvolver e testar um método alternativo para determinação da patinagem dos rodados do trator. Para isso foi desenvolvido um aparato, o Sistema de Aquisição Automática de Dados de Patinagem (SAADP). Os dados obtidos foram comparados com o método ASAE (American Society of Agricultural Engineers), não demonstrando diferenças significativas nos testes estatísticos entre ambos os métodos, validando o instrumento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquisição de dados, Placa Arduino, Patinagem.

## DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF AN EMBEDDED SYSTEM FOR MONITORING MECHANIZED AGRICULTURAL OPERATIONS

**ABSTRACT:** agribusiness is part of a highly competitive and constantly changing system. Consequently, the rural producer is induced to invest in new products, technologies and processes in order to achieve the new demands of this system. In this way, the producer has sought technologies and mechanisms to reduce costs, increase productivity and minimize the environmental impact of his activities, while meeting the growing demand for agricultural products. Thus, associated with technological development in rural areas and monitoring of operations to obtain performance information, the development of the embedded systems and automation industry, with the use of sensors, transducers and microcontrollers, is very important for the area of agricultural machinery and has gained space as it has contributed to

the mechanization of agriculture. This project aimed to use the Arduino and an inductive sensor to develop and test an alternative method for determining the slip of the tractor wheels. For this purpose, an apparatus was developed, the Automatic Skating Data Acquisition System (SAADP). The data obtained were compared with the ASAE (American Society of Agricultural Engineers) method, not showing significant differences in the statistical tests between both methods, validating the instrument.

**KEYWORDS:** Data acquisition, Arduino board, Sliding.

**INTRODUÇÃO:** a gradativa utilização de máquinas na produção agrícola traz consigo a exigência por meios que preservem, controlem, regulem e gerenciem as atividades realizadas com elas, caso contrário, a máxima eficiência não será atingida. De acordo com Vale (2011), a racionalização das operações agrícolas é obtida a partir da caracterização das operações, modo de execução, seleção dos tratores e equipamentos que executarão as atividades de maneira adequada, na região disponível e no tempo determinado. Sendo o trator imprescindível para a realização de atividades como preparo de solo, semeadura, plantio, colheita e tratos culturais, um estudo do funcionamento dos rodados é essencial para a análise e racionalização da produção. A patinação é uma característica a ser analisada devido a sua relevância nas atividades exercidas pelo trator, seu excesso causa maior consumo de combustível, danos aos rodados e engrenagens e compactação do solo. Em virtude da sua importância, métodos são usados para mensurá-la.

Entretanto o método tradicional utilizado é oneroso, dessa maneira o presente projeto teve como intuito desenvolver um aparato utilizando o Arduino e um sensor indutivo, para determinar a patinação dos rodados do trator. Para isso foi desenvolvido o Sistema de Aquisição Automática de Dados de Patinação (SAADP). Os dados obtidos foram comparados com o método ASAE (American Society of Agricultural Engineers).

**MATERIAL E MÉTODOS:** o experimento foi realizado em três etapas, desenvolvimento do código de programação, prototipagem em laboratório e testes em campo. Primeiramente, foi desenvolvido um fluxo de programação e utilizando a plataforma Aduino IDE, foi criado um código para o processamento dos dados recebidos pelo Arduino e gerados pelo sensor indutivo, a Figura 1 apresenta o fluxograma representativo da leitura de dados pelo sensor.

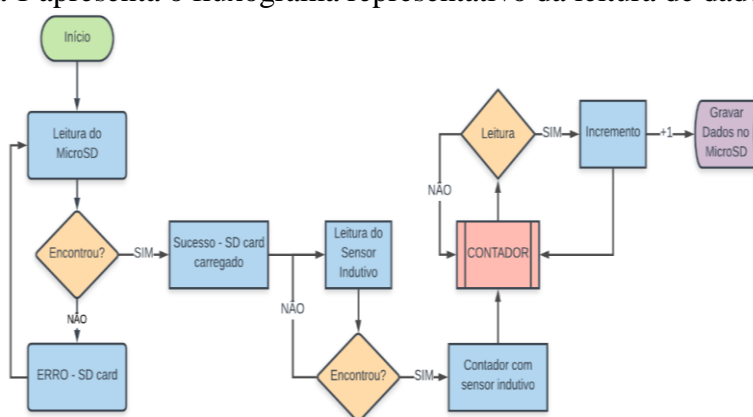


FIGURA 1. Fluxograma de funcionamento do software.

Posteriormente foi confeccionado o diagrama de circuito (Figura 2) e a partir dele a prototipagem, utilizando os seguintes componentes; cabos jumpers, cartão MircoSd, Arduino Mega, ProtoShield, Ethernet-MicroSd Shield, bateria de 12V, um par de cabos garra, bateria de 9V com conector, resistores de 100k e 150k e um sensor indutivo LJ12A3-4-Z/BX.

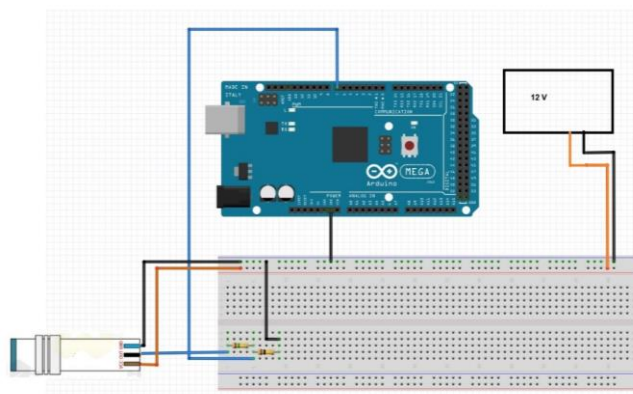


FIGURA 2. Diagrama de circuito.

A partir do diagrama de circuito foi possível montar o protótipo e em seguida, com o auxílio de um tripé magnético, fixá-lo ao trator. O trator utilizado foi um John Deere modelo 5603 (Tabela 1) acoplado a um reboque agrícola.

TABELA 1. Características do trator.

Trator modelo John Deere 5603 4x2	
Potência do motor	78 cv a 2.300 rpm na rotação nominal
Torque máximo	265 Nm a 1.600 rpm
Massa (com lastro)	4.500 kg

Seguindo as instruções do fabricante, o sensor foi posicionado, com o auxílio de um paquímetro, a uma distância de 4mm ( $\pm 0,01$ mm) de um dos parafusos da roda traseira, dessa forma, cada vez que os parafusos passavam pelo sensor era contabilizado um pulso. Utilizando-se da Equação 1 foi possível contabilizar o número de voltas realizadas pelos rodados.

$$N^{\circ} \text{ de voltas} = N^{\circ} \text{ de interferências} / 3 \quad (1)$$

em que,

$N^{\circ}$  de voltas - número de voltas realizadas pelo rodado

$N^{\circ}$  de interferências - número de interferências captadas pelo sensor

3 – Número de parafusos do rodado

Em seguida, utilizando-se a Equação 2, foi determinada a distância percorrida.

$$\text{Distância percorrida} = N^{\circ} \text{ de voltas} * \text{Perímetro da roda} \quad (2)$$

em que,

Distância percorrida – distância percorrida pelo rodado do trator

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. O percurso do teste foi de 75 metros em um neosolo quartzarênico com cobertura vegetal de gramíneas e a velocidade de deslocamento foi de 5km/h, os dados obtidos nos testes foram salvos em formato “.txt”. Para a obtenção dos resultados pelo método tradicional os dados do percurso e do trator foram aplicados as equações disponibilizadas pela ASAE. Em posse dos resultados dos dois métodos foi possível compará-los usando o programa Minitab18.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** os resultados estatísticos da comparação entre os dados obtidos foram satisfatórios, de acordo com a Tabela 2, observa-se que o teste F aplicado às médias indica um F calculado menor que o F crítico, rejeitando a hipótese de haver diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas pelo sistema e o real, para um  $\alpha = 0,05$ . Portanto, segundo a análise de variância para as médias de patinação obtidas pelo sistema de aquisição e pela metodologia ASAE, os resultados foram iguais, o que demonstra um resultado positivo.

TABELA 2. Análise de variância das médias dos resultados das oito repetições em John Deere modelo 5603 em solo com cobertura vegetal de gramíneas.

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Métodos	1	0,6806	0,6806	0,77	0,396
Erro	14	12,4238	0,8874		
Total	15	13,1044	13,7		

Em trabalho semelhante, Loures (2017), utilizando o Arduino e um sensor magnético para mensurar a patinagem, compara os resultados do seu sistema com os da ASAE e não obtém diferenças significativas entre os dois métodos. Assim como Correa Júnior (2017), que em seu experimento utilizando um Arduino e um enconder, também consegue resultados sem diferenças significativas ao serem comparados com a ASAE.

A diferença entre os valores encontrados entre os métodos SAADP e ASAE (Tabela 3) podem ser justificadas devido a quantidade de superfícies de interferência utilizadas nesse experimento, nesse caso, os três parafusos traseiros do rodado.

TABELA 3. Avaliação da patinagem obtida pelo sistema Arduino (SAADP) e pelo método padrão (ASAE).

Métodos	N	Média
ASAE	8	4,23 A
SAADP	8	3,81 A

\*Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si estatisticamente

**CONCLUSÕES:** os resultados obtidos demonstram a aplicabilidade do sistema desenvolvido, visto que não houve diferença estatística entre a patinagem obtidas por este e pelo sistema padrão convencionalmente utilizado, se apoiando em análises de resultados de projetos citados neste trabalho, demonstra que a mensuração pela SAADP é confiável.

**AGRADECIMENTOS:** agradecemos ao apoio da Universidade Federal de Sergipe, ao Departamento de Engenharia Agrícola pelo incentivo à pesquisa e aos servidores executantes do trabalho, bem como a Fapitec pela concessão da bolsa de fomento à pesquisa.

## REFERÊNCIAS:

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE). 2003. **Agricultural machinery management – ASAE Standards EP496.2 FEB03**. St. Joseph: 367-372. ASAE.

CORRÊA JÚNIOR, D. **Desenvolvimento e validação de um sistema embarcado para monitoramento de operação agrícolas com tratores**. 2017. Tese (Pós-graduação em engenharia agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavra, 2017;

LOURES, F. A. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados utilizando plataforma Arduino para avaliação de patinagem em tratores agrícolas**. 2017. Tese (Mestrado em produção vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos Goytacazes, 2017;

VALE, W. G. **Desempenho operacional e energético de um trator agrícola durante as operações de roçagem, aração e semeadura**. 2011. 2017 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.