

Received:  
March 14, 2022

Accepted:  
April 28, 2022

Published:  
April 30, 2022

## The use of Arduino as a safe alternative in the handling of machines in the rural environment, especially the forage shredder

Daniel Moraes Santos<sup>1</sup> , Ester de Mattos Lorentz Portugal<sup>2</sup> , João Gabriel Fernandes Frois<sup>3</sup> , Raniere Ribeiro Lima<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Teófilo Otoni, Brasil

### Email address

ester-lorentz@hotmail.com (Ester N. L. Portugal) – Corresponding author.

daniel.moraes@ufvjm.edu.br (Daniel M. Santos)

joao.frois@ufvjm.edu.br (João G. F. Frois)

raniere.rlima@gmail.com (Raniere R. Lima).

### Abstract

This article presents the development of a code for a device that will assist in the safe handling of the forage shredder machine. Through the use of the Arduino sensor, it is intended to limit a "risk zone", so that the worker's hand is not reached during the machining process and, if this occurs, it is proposed that a relay cut the power to the machine. This is because, over the years, the equipment previously available only to large producers became accessible also to small ones, but it was noticed that the number of incidents in the field grew dramatically due to the lack of adequate attention and training of users and, in addition to the absence of safety equipment, among others. Thanks to the research results, it was possible to prove that the government will save a lot with resources destined to pay compensation for accidents. Furthermore, the project proves to be efficient and low-cost for rural producers.

**Keywords:** Producers, Arduino, Incidents, Machine.

## 1. Introdução

A partir da década de 1970, o Brasil se tornou um dos maiores produtores agrícolas do mundo, e isso se tornou possível a partir da intensificação da tecnologia na agricultura, dentre outros estudos (Alves, 2013).

Ainda hoje, o Brasil é um país vigorosamente agrário e a relação do homem com a terra determinou a construção de sua história política, social e econômica (Guimarães, Brisola e Alves, 2005). Sendo assim, com o incremento da tecnologia e de adequação do trabalho no campo para a modernidade, o trabalho rural passou a apresentar, apesar de poucas estatísticas, uma grande quantidade de acidentes, atingindo pessoas tendo ou não experiência e nas mais variadas situações. Em maior parte, os acidentes acontecem pela falta de conhecimento, falta de atenção, falta de conveniência e entendimento sobre os perigos,

hábitos e métodos equivocados de trabalho, equipamentos utilizados de forma inadequada, estresses, uso de máquinas que não possuem padrão de segurança, trabalho em condições insalubres e a não utilização dos EPI's (equipamentos de proteção individual) (Correia e Ramos, 2002).

De acordo com Fundacentro (1979), as atividades de trabalho rural, juntamente com as da construção civil e setor petrolífero são consideradas as mais perigosas, sendo as medidas as mesmas recomendadas para os demais tipos de setores da exploração econômica.

Dado isso, consideram-se riscos de acidentes toda situação que coloque a integridade e bem-estar físico e psíquico do trabalhador. Máquinas ou equipamentos sem proteção ou operando de forma inadequada, arranjo físico inadequado, ferramentas defeituosas ou impróprias para uso, iluminação inadequada, falhas em instalações elétricas, presença de animais peçonhentos, armazenamento

impróprio de produtos, probabilidade de incêndios ou explosões, entre outras situações que possam levar a ocorrência de acidentes ( Zocchio, 2002).

Se tratando de uma máquina que pode colocar em risco a integridade física do trabalhador, a JF 2D, em seu manual há instruções sobre os cuidados e atenções que o operador deve se atentar na hora do manuseio, como por exemplo: A máquina só pode ser utilizada para desintegrar grãos e picar forragens e nunca em hipótese alguma introduzir as mãos na bica de alimentação. No intuito de garantir uma maior segurança, arrumar a máquina em uma superfície nivelada e nunca deixar a máquina ao alcance de crianças ou indivíduos que não tem conhecimento de como operá-la. Além disto, é de uso obrigatório o acessório capa correia, conforme descrito nas normas de segurança NR12 (Item 12.38. As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistema de segurança interligados, que garantem proteção a saúde e a integridade física dos trabalhadores) e NR31 (Item 31.12.12. Cabe ao empregador rural ou equiparado manter os sistemas de segurança em perfeito estado de conservação e funcionamento, sendo a retirada ou neutralização total ou parcial destes sistemas que coloquem em risco a integridade física dos trabalhadores considerada risco grave e iminente (JF Máquinas).

Em relação a segurança, pode-se verificar alguns dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) do ano de 2003, que considera os perigos dos acidentes de trabalho no meio rural: esses trabalhadores estão no quinto lugar em número de falecimentos em relação aos acidentes de trabalho, sem considerar os trabalhadores informais e os casos não notificados (Brasil, 2003).

De acordo com Alves e Guimarães 2012, dentre as atividades rurais que mais causam acidentes estão aquelas onde trabalhadores utilizam equipamentos fixos nas fazendas e aquelas que necessitam de maior esforço físico. Dentre as principais causas dos acidentes a não utilização de EPI's. Em relação aos principais tipos de acidentes que ocorrem com maior frequência estão as torções nos punhos ou fraturas, ou seja, em sua maior parte nos membros superiores.

De acordo com Correia e Ramos (2002), em relação aos acidentes com máquinas, em geral, os envolvidos são os operadores, sendo 71,1%. A faixa etária dos que mais sofrem acidentes é de 35 a 44 anos, sendo esse 26,63% e a menor é entre 16 e 24 anos, sendo esse com 11,11%. Nesse sentido, é

notório que um bom nível de instrução e experiência, além da leitura e escrita fará com que o operador entenda melhor o funcionamento das máquinas e as instruções contidas no manual.

A quantidade de pessoas que possuem mais de 10 anos na função e que já sofreram acidentes é alta, sendo essa 56%. Mesmo que os sindicatos rurais, órgãos de extensão, fabricantes, revendedores de máquinas e instituições públicas ofereçam cursos de instrução sobre maquinários. Tem-se que 76% não participam de treinamento formal. Isso se deve ou pela pequena oferta dos mesmos ou a falta de incentivo aos trabalhadores. (Correia e Ramos, 2002).

Em relação aos gastos com incidentes, a Previdência Social do Brasil utiliza anualmente cerca de R\$ 2,5 bilhões ao considerar os acidentes de trabalho em geral e as empresas brasileiras assumem um custo adicional de R\$ 10 bilhões. Sendo assim, a falta da prevenção dos riscos do trabalho gera uma despesa para ambas de R\$ 12,5 bilhões por ano. Além disso, os trabalhadores e os familiares gastam com uma grande parte dos custos dos acidentes, em vista disso, o custo sobe para R\$ 15 bilhões por ano. Os acidentes também geram custos para o Estado com o pagamento das despesas relacionadas à recuperação e retorno ao trabalho, inclusive o do mercado informal (60% dos brasileiros). Isso faz com que haja um custo adicional de R\$ 5 bilhões. Assim, calcula-se que os acidentes de trabalho no Brasil geram uma despesa que chega a aproximadamente R\$ 20 bilhões por ano (Soares, 2008). Além disso, como cabe ao governo os gastos relacionados ao INSS- Instituto Nacional de Seguro Social, também há altos valores retirados dos cofres públicos.

Diante dos dados apresentados, percebe-se que muitos acidentes poderiam ser evitados com a intensificação das medidas de segurança, como por exemplo, máquinas com dispositivos de segurança incorporados. Portanto, o objetivo principal do presente trabalho é desenvolver um código Arduino, para que seja implementado futuramente em um dispositivo para prevenção dos acidentes do trabalho de máquinas agrícolas de triturar forragem. Dentre os objetivos secundários, têm-se de comparar os valores entre a aquisição de um sensor atrelado ao Arduino e inserido na máquina, somados aos EPI's (Equipamento de Proteção Individual) comuns ao manuseio de máquinas de trituração em geral.

Sendo assim, justifica-se esse trabalho, tendo em vista a melhoria da segurança no manuseio do equipamento agrícola no intuito de considerar um limite “Zona de risco” para que a mão do trabalhador não seja atingida ao colocar a matéria-prima para triturar. Dessa forma, diminuir o número de acidentes de operadores que utilizam a máquina de triturar a matéria prima. Ressalta-se que a proposta de execução do código do Arduino baseia-se na verificação da presença ou ausência da mão do trabalhador através de um sensor RFID que recebe ondas eletromagnéticas liberadas por uma pulseira, para assim, caso seja identificada a presença da mão, utilizar um relé para cortar a energia da máquina.

## 2. Metodologia

Inicialmente, reunimos as informações para a escolha da máquina de triturar forragem que seria analisada. Através de ligações a empresas e fazendeiros, a máquina com maior saída é a JF 2D. Devido ao período de pandemia foi decidido que seriam criados apenas os códigos do protótipo, porém, pesquisamos quais materiais serão utilizados na montagem, para fixar bem o custo. Além disso, identificamos o melhor local para posicionar o sensor e o custo total dos EPI's, a fim de constatar qual seria o valor total para a máquina se tornar mais segura, também buscamos analisar, através de pesquisas bibliográficas, outros equipamentos de segurança profissional, disponíveis no mercado, que tem a intenção de garantir a segurança do operador.

### 2.1. Arduino, sensor RFID e desenvolvimento do código

De acordo com McRoberts (2011) "Um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele".

Então, analisando isso, foi escolhido o sensor RFID na montagem do protótipo, pois segundo Greef (2009), o RFID tem a seguinte definição: “A identificação por radiofrequência (RFID) é uma tecnologia capaz de captar, gerenciar, analisar e responder aos dados provenientes de sensores eletrônicos”.

Para a construção desse projeto é necessário ter um conhecimento básico de Eletrônica, pois é

fundamental conhecer os componentes utilizados bem como o funcionamento.

### 2.2. Ferramentas necessárias para a montagem do equipamento

Para garantir a segurança do trabalhador, as empresas precisam realizar um estudo prévio dos possíveis riscos que o empregado irá correr ao executar determinada tarefa, sendo que este relatório é imprescindível, uma vez que é nele que constará os EPI's que podem ajudar a manter integridade física e a saúde mental de cada colaborador.

Os materiais eletrônicos necessários para executar esse projeto consiste em: Arduino Uno (R\$45,90), cabo FDTI 5V (R\$47,40), cabo jumpers macho x fema (R\$8,90), led (R\$25,75), resistor de 200 ohms (R\$0,06), módulo RFID (R\$15,90), protoboard (R\$12,30), pulseira de proximidade RFID 13,56Mhz (R\$17,00) e um relé (R\$30,75). Com base nos valores adquiridos virtualmente, apenas o custo da parte eletrônica equivale a R\$203,96. Contudo, para o manuseio do triturador de forragem, foi identificado como essenciais os seguintes equipamentos de proteção: Respiradores descartáveis (R\$ 3,42) ou reutilizáveis, mangotes (R\$ 28,80), luvas (R\$ 20,00), óculos (R\$ 11,58) e bota de PVC (R\$ 45,90).

O protótipo desenvolvido neste artigo tem como intuito ser um EPI complementar aos já mencionados, no intuito de garantir a segurança efetiva do trabalhador. Tendo como custo adicional de R\$203,96. Assim, os gastos com a segurança efetiva foram totalizados em R\$312,76. Dessa forma, o local escolhido para posicionar o sensor foi pensado a partir de relatos de que os operadores não utilizam a máquina com a tela de proteção, que fica um pouco após a boca da bica de alimentação (onde é inserido a matéria prima).

## 3. Resultados e discussão

A programação do projeto eletrônico foi baseada na plataforma Arduino, que pode ser obtida gratuitamente através do site [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc). Dessa forma, a escolha dos componentes eletrônicos e o método especificado para a implementação do código Arduino, desenvolveu-se uma combinação através de bibliotecas auxiliares SPI e MFRC522, que permitem que as informações do sensor RFID sejam processadas. Além da

definição da biblioteca, foram definidos os pinos para o relé e o sensor RFID. O diagrama da ligação elétrica pode ser visto na Figura (1).

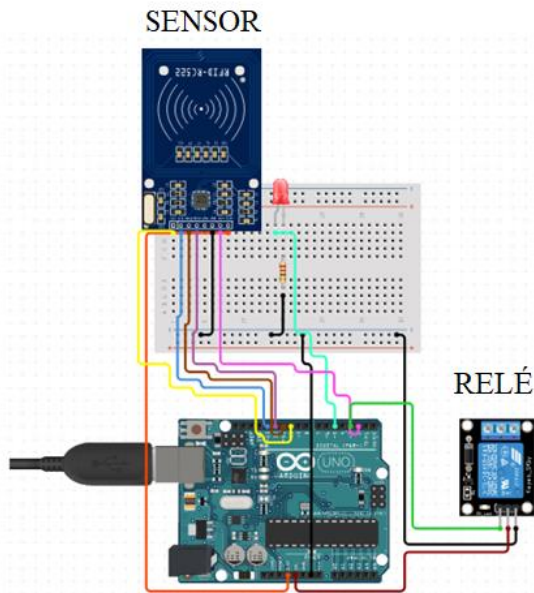


Figura 1 – Diagrama elétrico.

De forma geral, o programa busca identificar o sinal emitido pelo RFID da pulseira, que ao ser detectado pelo identificador cadastrado, enviará um comando para o relé de modo a impedir o compartilhamento de corrente para a máquina JF 2D. Caso não haja essa identificação a máquina continuará ligada executando suas funções. Conforme mostrado na Figura (2).

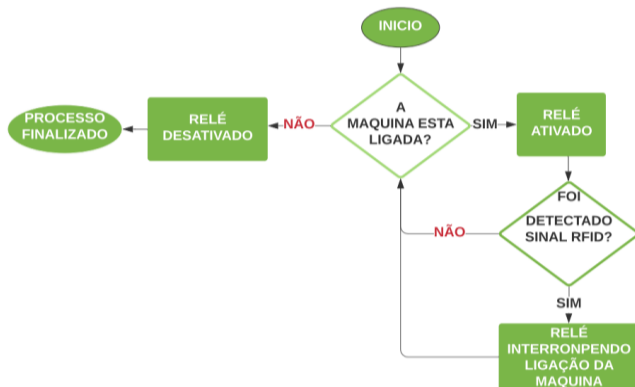


Figura 2 – Fluxograma de Etapas de execução do código do Arduino.

#### 4. Conclusão

Portanto, os objetivos gerais foram alcançados, visto que foi concluída a realização dos códigos de forma adequada. Os objetivos secundários em relação ao custo final do aumento da segurança da máquina com a adição do protótipo

somando aos EPI's totalizou-se em R\$ 312,76, porém não foi obtido sucesso na comparação do valor final com outros equipamentos apresentados no mercado, que tem a intenção de garantir a segurança do operador. Isso se deu devido à falta de equipamentos desse tipo disponíveis. O valor total da máquina somado aos EPS's se deu em R\$ 1961,80, sendo que o protótipo representa 10,40% desse custo. Dessa forma, o projeto proposto é uma alternativa de baixo custo para aperfeiçoar a máquina de triturar forragem, visto que, mesmo com a utilização de alguns EPI's esse equipamento não tem desligamento automático, que é o objetivo do nosso protótipo, reduzindo assim, consideravelmente, o valor gasto pela Previdência Social do Brasil, anualmente com cerca de R\$ 2,5 bilhões, ao considerar os acidentes de trabalho em geral. Propõe-se para um trabalho futuro a produção, adição do protótipo na máquina e testagem do mesmo, a fim de identificar o funcionamento prático da ideia proposta.

#### Referências

Alves, C.T., 2013. *A Revolução Verde na mesorregião Noroeste do RS (1930- 1970)*. Dissertação (Pós- Graduação em História). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de Passo Fundos. Disponível em <[http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/163/1/2013Clovis\\_Tadeu\\_Alv es.pdf](http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/163/1/2013Clovis_Tadeu_Alv es.pdf)> [Acessado em 19 março 2021].

Brasil – Ministério do Trabalho e Emprego, 2003. *Análise de acidentes no trabalho*. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/Empregador/SegSau/anal se/Dados2003Conteudo/1486.pdf>> [Acessado em 7 de abril de 2021].

Brasil – Ministério do Trabalho e Previdência, 2020. *NR-31 - Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura*. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-traba lho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/norma s-regulamentadoras/nr-31-atualizada-2022-retif. pd f>> [Acessado em 12 abril 2022].

Brasil. *Portaria n.º 197, de 17 de dezembro de 2010*. Altera a Norma Regulamentadora NR-12 - Máquinas e Equipamentos, aprovada pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978. Disponível em:

<<http://www.trabalhoseguro.com/nr/nr12/NR12.pdf>> [Acessado em 12 abril 2022].

Zocchio, A., 2002. *Prática da prevenção de acidentes: ABC da segurança no trabalho*. 7ª ed. São Paulo: Atlas.

Circuito, Io, 2001. *Design your circuit with circuito*. Disponível em <<https://www.circuito.io/>> [Acessado 15 abril de 2021].

Correia, I.M. and Ramos, H.H., 2002. *Acidentes Rurais*. Revista Cultivar Máquinas. Disponível em <[https://www.academia.edu/28960513/ACIDENTES\\_RURAI](https://www.academia.edu/28960513/ACIDENTES_RURAI)> [Acessado em 19 março 2021].

Fundacentro, 1979. *Manual de segurança, higiene e medicina no trabalho rural*. 3ª ed. São Paulo.

Guimarães, M.C., Brisola, M.V., Alves, R.A., 2005. *Valores culturais, cultura brasileira e relações de trabalho no campo*. Anais: Encontro anual da associação nacional dos cursos de graduação em administração.

Greff, P.A., 2009. *Especificação de um Sistema para Monitoramento de Atividades de Natação usando RFID*. Dissertação (Tecnólogo em Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campus São José. Disponível <[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/0/06/ProjetoFinal\\_Ponciano.pdf](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/0/06/ProjetoFinal_Ponciano.pdf)> [Acessado em 21 março 2021].

Mcroberts, M., 2011. *Arduino Básico*. 2ª ed. São Paulo: Novatec, Disponível <<https://issuu.com/elvismoraes/docs/arduino-basico-michael-mcroberts-po>> [Acessado em 01 abril 2021].

JF Máquinas. *Manual Técnico de Operação: JF 2D Desintegrador*. Versão 1. Itapira, Disponível <<https://1library.org/document/zpxk8j7q-manual-t%C3%A9cnico-de-opera%C3%A7%C3%A3o-m%C3%A1quinas-agr%C3%ADcolas-desintegrador-rev.html>> [Acessado em 01 abril 2021].

Soares, L.J.P., 2008. *Os impactos financeiros dos acidentes de trabalho no orçamentobrasileiro: uma alternativa política e pedagógica para a redução dos gastos*. Monografia. (Especialização em Orçamentos públicos, Instituto Serzedello Corrêa, Brasília. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/178124/MonografiaLuisPeres.pdf?sequence=4>> [Acessada em 7 abril 2021].