

Máquina automatizada para venda de fios e cabos elétricos

João Paulo Gomes Pires (UNIARA) gomespiresster@gmail.com

Resumo: Com a grande quantidade de estabelecimentos comerciais de fios e cabos elétricos, um aumento da demanda, a oferta torna-se um fator primordial para que estes estabelecimentos comerciais se tornem competitivos. Um item importante, muitas vezes deixado de lado pelos comerciantes é a medição no momento da venda ao cliente final. Este erro de medição pode ocasionar uma perda financeira muito grande para o comerciante ou um prejuízo para o cliente. Este projeto pretende mostrar que é possível automatizar o processo de medição de fios e cabos com baixo custo e maximizar os resultados dos comerciantes, tornando-os mais competitivos.

Palavras chave: Automação, Venda de fios elétricos, Venda de cabos elétricos, Máquina, Medição.

Automated Machine for Selling Electrical Wires and Cables

Abstract: With the large number of commercial wire and cable establishments increasing in demand, supply becomes a key factor for these commercial establishments to become competitive. An important item, often overlooked by traders, is measurement at the time of sale to the end customer. This measurement error can cause a very large financial loss to the trader or damage to the customer. This project aims to show that it is possible to automate the process of measuring wires and cables at low cost and maximize the results of traders, making them more competitive.

Key-words: Automation, Sale of electrical wires, Sale of electrical cables, Machine, Measurement.

1. Introdução

Ao longo do tempo o comércio, assim como na indústria, tem como objetivo atender ao mercado cada vez mais competitivo, com o aumento das exigências de clientes por um bom atendimento, um produto de melhor qualidade e preço acessível. Isto faz com que os empresários procurem soluções para atender esses requisitos, que são essenciais para a sobrevivência das empresas, fazendo com que haja maiores rendimentos e melhores resultados.

Atualmente no comércio existe uma perda de tempo e desperdício no processo de medição do comprimento dos fios e cabos para a comercialização, falta de ergonomia e a atenção do colaborador para com o processo.

Métodos de medições com trena, marcas de números no chão, extensão do antebraço, são alguns dos métodos utilizados no processo de vendas no balcão que contribuem para os problemas encontrados comumente:

- Medições erradas;
- Perca de tempo com o processo de medição;
- Prejuízo para a empresa;
- Prejuízo para o cliente.

Visando a necessidade de evitar desperdícios e tornar o estabelecimento mais competitivo, elaborou-se um protótipo de medição computadorizada.

A integração deste projeto no mercado visa diminuir o tempo de atendimento e eliminar possíveis erros no processo medição de fios e cabos.

Um erro de medição pode acontecer de várias maneiras como: perturbações internas e externas, operador inexperiente, falta de instrumentos adequados, erro de paralaxe e etc.

Considerando-se que a máquina tem uma confiabilidade maior no trabalho repetitivo em comparação ao ser humano, espera-se que o vendedor tenha menos fadiga, devido à ergonomia propiciada pela máquina e a menor necessidade de operação manual ao lidar com fios e cabos elétricos. Isto faz com que o vendedor tenha um aumento de produtividade e destine um tempo maior para com a atenção as necessidades do cliente.

O projeto tem como objetivo facilitar o atendimento ao cliente de modo que não haja intervenção na função do vendedor.

2. Metodologia

Após a pesquisa realizada em duas empresas de comercialização de materiais elétricos, foi levantado o desperdício que elas tiveram com a venda manual de fios e cabos elétricos.

Foram compradas cinco amostras, com 10 metros de cabos flexíveis de 1,5 mm em duas empresas.

Durante as medições das amostras, foi feito um levantamento do desperdício que cada empresa teve.

As empresas foram denominadas como loja A e B.

As figuras 1 e 2 demonstram os valores das medidas a cada compra e a média encontrada.



Figura 1: Gráfico com medidas das amostras na loja A. Fonte: Própria

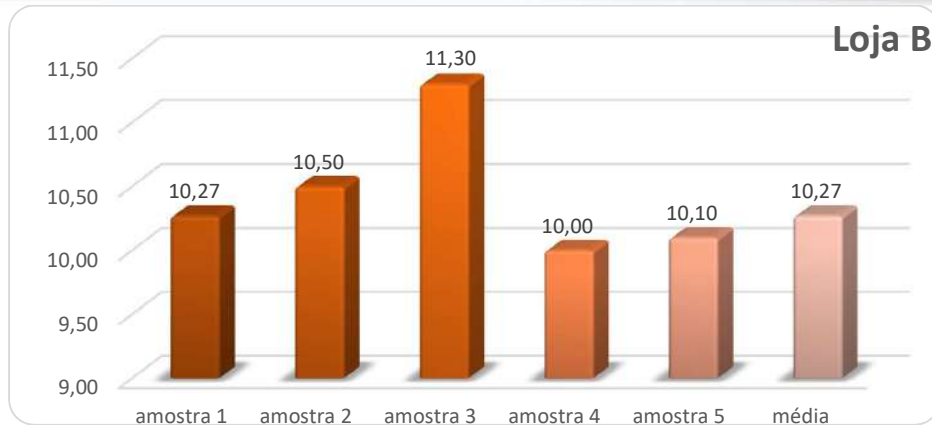


Figura 2: Gráfico com medidas das amostras na loja A. Fonte: Própria

Observa-se nas figuras acima que a loja A apresentou um desperdício médio maior que a loja B. Mas ambas tiveram desperdícios.

Considerando que o objetivo foi comprar 50 metros de fio, observemos abaixo (tabela 1) os percentuais de desperdício de cada loja:

Quantidade requerida	Loja A	Loja B
$\Sigma = 50,00 \text{ m}$	$\Sigma = 62,70 \text{ m}$	$\Sigma = 52,17 \text{ m}$

Tabela 1: Demonstrativo de desperdícios. Fonte: Própria

Loja A: $62,70\text{m} - 50\text{m} = 12,70\text{m}$ (desperdício) $\triangleright \frac{12,70\text{m}}{50\text{m}} * 100\% = 25,40\%$

Loja B: $52,17\text{m} - 50\text{m} = 2,17\text{m}$ (desperdício) $\triangleright \frac{2,17\text{m}}{50\text{m}} * 100\% = 4,34\%$

A Figura 3 apresenta a diferença visual do desperdício entre as lojas.



Figura 3: Gráfico com percentagens de desperdício. Fonte: Própria

Observa-se que a loja A possui um desperdício muito maior do que a loja B.

As médias de preço do fio de 1,5mm é de 0,60 centavos o metro.

Apurou-se, junto a loja A, com o auxílio do gerente, a média de metragem de fio de 1,5 mm vendida por mês no ano 2013. O valor foi de 6000 metros.

Calculo demonstrativo do desperdício de 25,40% da loja A em metros, valor desperdiçado por mês e valor desperdiçado por ano:

$$6.000 * 0,2540 (\%) = 1524m \text{ (por mês)}$$

$$1.524m * 0,60 \text{ (valor em R\$ por metro)} = R\$914,40 \text{ (por mês)}$$

$$R\$914,40 * 12 \text{ (meses)} = R\$10.972,80 \text{ (por ano)}$$

Calculo demonstrativo do desperdício de 4,34% da loja B em metros, valor desperdiçado por mês e valor desperdiçado por ano:

$$6.000 * 0,0434 (\%) = 260,4m \text{ (por mês)}$$

$$260,4m * 0,60 \text{ (valor em R\$ por metro)} = R\$156,24 \text{ (por mês)}$$

$$R\$156,24 * 12 \text{ (meses)} = R\$1.874,88 \text{ (por ano)}$$

Conclui-se com os dados obtidos o desperdício da loja A chega a ser de R\$10.972,80 por ano e da loja B chega a R\$1.874,88 por ano, com uma média de vendas estimada de 6.000 metros do fio 1,5 mm ao mês.

3. Características metodológicas

A figura 4 demonstra o fluxograma utilizado no protótipo.

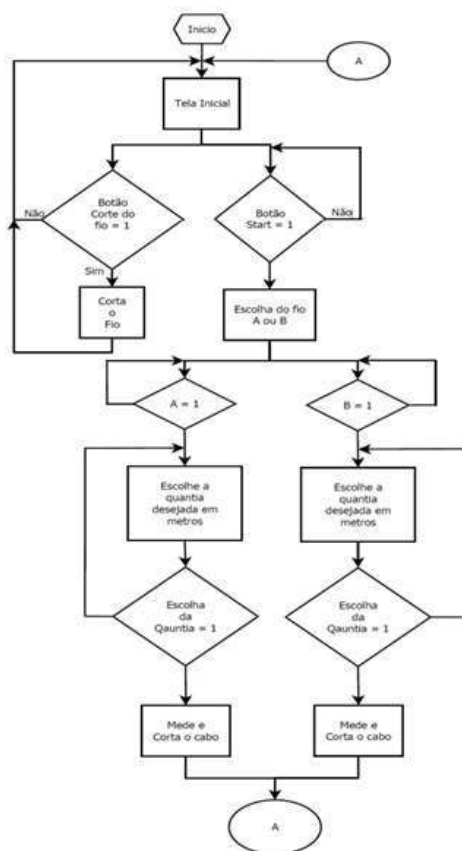


Figura 4: Gráfico com porcentagens de desperdício. Fonte: Própria

A implementação física do sistema desse protótipo consiste na integração de um micro controlador com programação através de software que fara o gerenciamento das tarefas de cada componente mecânico, elétrico, pneumático e eletrônico. A estrutura foi feita com metalon 20x20mm, utilizadas chapas de madeira compensada 6 mm de espessura para o fechamento da estrutura.

A funcionalidade do protótipo, gira em torno do fluxograma acima, o operador escolhe as opções por um teclado matricial, e a opção escolhida é mostrada em um display digital.

Na primeira opção, o operador escolherá os cabos A ou B, se escolher a opção incorreta, há um botão para retornar ao menu anterior.

Na segunda opção, o operador escolherá a quantia em metros, após a escolha da quantia aparecerá a opção para confirmar o pedido, “sim” confirma o pedido em metros e “não”, não confirma o pedido. Se for escolhida a opção sim o protótipo irá medir e cortar o fio na medida escolhida, já se não haver a confirmação do pedido retornara na opção escolher quantidade em metros.

Por meio de motores de passo é possível controlar a velocidade e a precisão, por que são os responsáveis pela entrega dos fios para o comprador/operador, quando o operador escolher uma quantia em metros, a função dos motores terá que ser precisa para conseguir entregar exatamente o que foi pedido. No começo a ideia seria colocar um servo motor, mas os motores de passo foram mais viáveis para o sistema e também no custo por ser um protótipo.

Os fios serão guiados por mangueiras até os eixos cilíndricos cobertos com uma película de borracha, a função da borracha é aumentar a aderência para os fios não escorregarem e garantir a confiabilidade na medição.

A interação com o protótipo será através de uma IHM (display), por ela a máquina recebe a informação de quanto de fio o operador precisa, a IHM faz interface com um micro controlador, que controla o tempo, RPM e ângulos de voltas dos motores de passo que tem a função de fazer a entrega do fio ao operador.

4. Procedimentos operacionais

Parte estrutural: O protótipo é construído com estrutura (Figura 5) de metalon 20x20 parede de 1,2 mm de espessura, fixadas com solda, revestidas com madeira compensada de 6 mm, a frente é revestida por acrílico com uma tampa (com um sistema de micro fim de curso acoplado a tampa, para proteção) para retirada do cabo medido e cortado da bandeja coletora, os pés contem rodas para a movimentação.



Figura 5: Estrutura de metalon revestida com madeira. Fonte: Própria

Sistema elétrico e eletrônico: Um painel de controle (Figura 6) tendo como cérebro um Arduino (Mega 2560 9V) para executar o controle dos componentes conectados a ele, motores de passos (28BYJ-48 5V) para fazer a medição em metros por quantidade de passos e enrolar os cabos na bandeja coletora, os drivers (ULN 2003 Até 12V) para fazer o controle dos motores lendo o sinal do Arduino e distribuindo nos terminais respectivos dos motores, display LCD (JHD162A 5V) para o operador acompanhar o processo de operação, teclado matricial (hexadecimal de 4 colunas e 4 linhas) para o operador escolher as opções, quantia em metros do cabo desejado, resistores, diodos, LEDs, reles, transistores, eletroválvula (Rexroth 5/2) para, acionar o atuador executando o corte após a medição, um contator (Bobina 24V) para fazer a ligação do protótipo por meio de uma chave Liga/Desliga no painel de controle, um botão de emergência e uma micro fim de curso estão ligados em série a chave Liga/Desliga, para quando qualquer uma das três opções, chave Liga/Desliga, Botão de emergência ou, micro fim de curso for acionada, o circuito abre impossibilitando o funcionamento do protótipo.



Figura 6: Painel de controle. Fonte: Própria

5. Principais componentes elétricos e eletrônicos utilizados.

Arduino Mega 2560 (figura 8):

O Arduino Mega 2560 é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega 2560. Ele tem 54 pinos de entrada/Saída digital (dos quais 15 podem ser usados como PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), a 16MHz cristal oscilador, uma conexão USB, um conector de alimentação, um cabeçalho ICSP, e um botão de reset. Basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou liga-lo com um adaptador AC para DC ou bateria para começar. O mega é compatível com a maioria dos Shields projetados para o Arduino duemilanoce e decimila (<https://www.lojaarduino.com.br/placas/placas-arduino/placa-mega-2560-r3-cabo-usb-para-arduino-1040/> acesso em: 04 set. 2019).

A placa pode operar de um funcionamento externo de 6 a 20 volts. Se fornecido menos de 7V, no entanto, o pino de 5V pode fornecer menos de cinco volts e a placa pode ser instável. Se usar mais do que 12V, o regulador de voltagem pode superaquecer e danificar a placa. O intervalo recomendado é de 7 a 12 volts (PULCENELLI, 2014).

O Mega 2560 possui um fusível reajustável de 500mA que protege as portas USB do seu computador a partir de curtos ou de sobrecorrente. Embora a maioria dos computadores forneça sua própria proteção interna, o fusível fornece uma camada extra de proteção. Se houver mais de 500 mA aplicado à porta USB, o fusível rompe automaticamente a ligação até que a sobrecarga ou curto é removido.

O Arduino Mega, pode ser programado com o software Arduino (figura 7), que permite o envio de novos códigos sem o uso de um programador de hardware externo.

Descrição técnica:

- Tensão de funcionamento 5V;
- Tensão de entrada (recomendado) 7-12V;
- Tensão de entrada (limites) 6-20V;
- Digital I/O 54 (dos quais 15 oferecem saídas PWM);
- Pinos de entrada analógicas 16;
- Corrente DC por I/O Pin 40 mA;0
- Corrente DC para 3.3V Pin 50mA;
- Memória flash 256 KB dos quais 8KB usado por bootloader;
- SRAM 8KB;
- EEPROM 8KB;
- Velocidade de clock 16MHz.

A Figura 7 mostra o software Arduino.

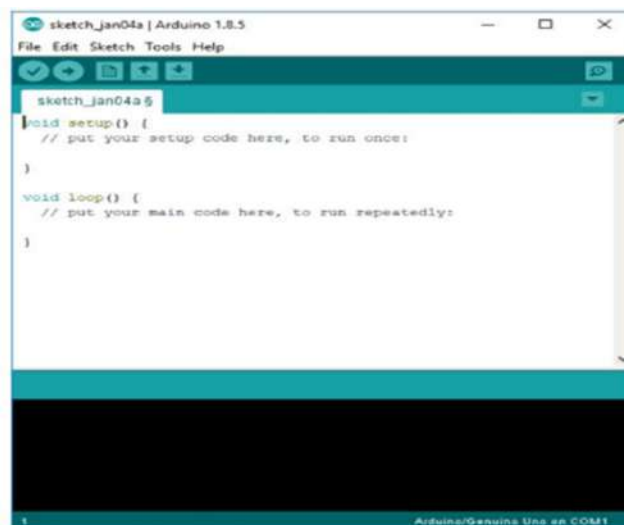


Figura 7: Software Arduino. Fonte: <https://www.digikey.com/en/maker/blogs/2018/introduction-to-the-arduino-ide>



Figura 8: Arduino Mega 2560. Fonte: www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560

Motores de passo 28BYJ-48 (figura 9):



Figura 9: Motor de passo 28BYJ-48 Fonte: <http://robocraft.ru/files/datasheet/28BYJ-48.pdf>

Descrições técnicas:

- Tensão Nominal: 5VDC;
- Número de fases 4;
- Razão de variação de velocidade 1/64
- Passo por ângulo 5,625°/64
- Frequência 100Hz
- Resistência DC $500 \pm 7\%$ (25°C)
- Frequência durante a tração > 600Hz
- Frequência sem tração > 1000Hz
- Torque durante a tração >34. 3mN.m (120Hz)
- Auto - posicionamento Torque >34. 3mN.m
- Torque de atrito 600-1200 gf.cm
- Puxe no torque 300 gf.cm
- Resistencia de isolamento > 10M (500V)
- Isolamento de tensão 600VCA/1mA/1s
- Grau de isolamento A
- Aumento de temperatura <40k (120Hz)
- Ruído <35dB (120Hz, sem carga, 10cm)
- Modelo 28BYJ-48 – 5V.

6. Desenvolvimento elétrico e mecânico

Sistema elétrico (figura 10): Esta quarta seção contém tanto as análises preliminares dos dados quanto as mais aprofundadas. O diagrama elétrico abaixo demonstra as interligações entre o Arduino e demonstra como ele gerencia as tarefas pré-determinadas pelo programador como por exemplo, acionamento dos motores de passo, fechamento de relés de contato, acionamento de válvula solenoide, leitura do teclado matricial e o acompanhamento visual das informações através do display digital.

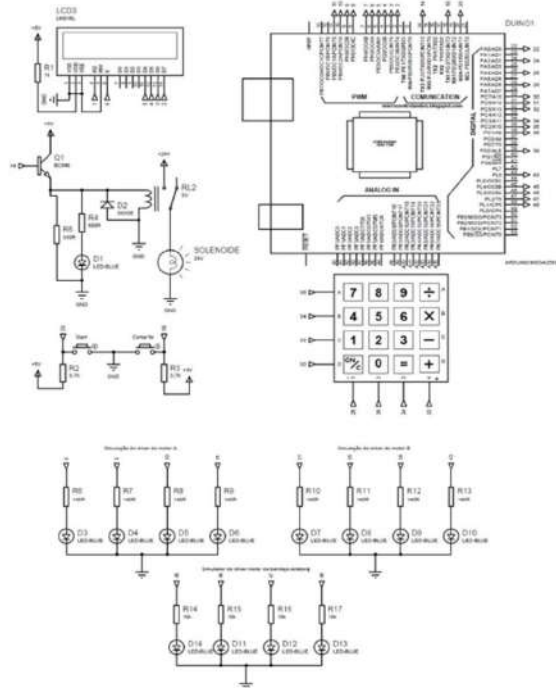


Figura 10: Diagrama de funcionamento. Fonte: Própria.

O diagrama elétrico de potência a seguir (figura 11) demonstra o método utilizado para ligar o protótipo e para a adequação a norma NR12 que diz:

12.36 Os componentes de partida, parada, acionamento e controles que compõem a interface de operação das máquinas e equipamentos fabricados a partir de 24 de março de 2012 devem: (Item e alíneas alterados pela Portaria MTE n.º 857, de 25/06/2015)

- a) possibilitar a instalação e funcionamento do sistema de parada de emergência, quando aplicável, conforme itens e subitens do capítulo sobre dispositivos de parada de emergência, desta norma; e
- b) operar em extra baixa tensão de até 25VCA (vinte e cinco volts em corrente alternada) ou de até 60VCC (sessenta volts em corrente contínua), ou ser adotada outra medida de proteção contra choques elétricos, conforme Normas Técnicas oficiais vigentes (NR12).

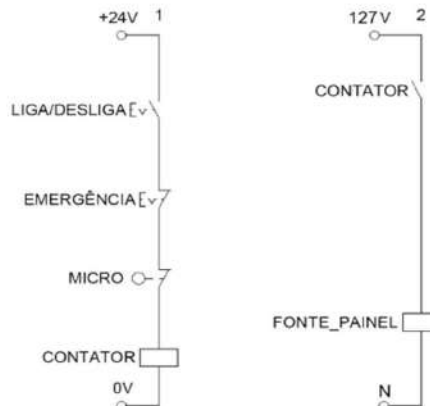


Figura 11: Diagrama de potência. Fonte: Própria.

Este circuito, tem como função principal executar o start inicial da máquina que é, a ligação do protótipo, uma chave Liga/Desliga deverá ser acionada pelo operador, para que o circuito feche, ligando a bobina do contator, que irá liberar a tensão para a fonte do painel de controle, onde ficam os componentes eletrônicos.

O acionamento do botão Liga/Desliga é feito, por uma de tensão 24VCC.

A figura a seguir constituída por quatro mancais inferiores e quatro mancais superiores (figura 12) fixos por barras roscadas, os ajustes para obter uma pressão conivente com a bitola do fio a ser mensurado, é obtido por porcas, contra porcas para o travamento, molas e arruelas.

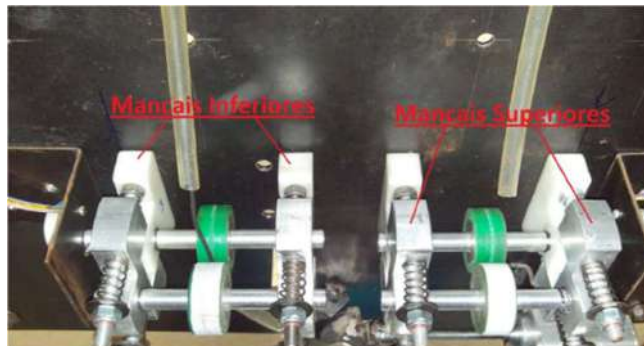


Figura 12: Mancais inferiores e superiores. Fonte: Própria.

Duas chapas dobradas em 90° para fixar os motores, dois eixos acoplados aos motores, fixados nos eixos dos motores por meio de parafusos, dois eixos de apoio de giro livre para contrapor a pressão exercida pelo sistema de pressão, quatro buchas (figura 13) duas por bobina parafusadas, uma barra roscada entre as bobinas para travar as buchas, as bobinas dos cabos elétricos são fornecidas pelo fabricante, quatro berços de apoio (figura 13) para as buchas parafusadas as bobinas, os cabos, serão puxados por baixo pelos motores de passo e a bobina tende a girar em cima dos berços fixados na estrutura metálica.



Figura 13: Bucha, barra roscada, bobina e Berço de apoio. Fonte: Própria.

Sistema de corte: Guilhotina (figura 14): O sistema de corte é constituído por um atuador pneumático de dupla ação, uma eletroválvula de 5 vias 2 posições e uma guilhotina retirada de um alicate do tipo catraca para cortes de cabos.

A guilhotina foi solda a chapa de aço onde estão fixados os outros componentes mecânicos como os mancais e os motores assim como o atuador fixo a chapa base por duas chapas dobradas em 90°.

A interface entre o atuador pneumático e a guilhotina, é feita através de um parafuso 5/16 parafusado a haste do atuador e, soldado em uma presilha móvel presa a guilhotina por meio

de um pino para que, a presilha tenha movimento livre, empurrando a lâmina da guilhotina conforme o avanço do atuador.



Figura 14: Guilhotina e eletroválvula. Fonte: Própria.

7. Conclusões

Conclui-se que com esse projeto as empresas diminuíram os desperdícios com a venda de fios e cabos elétricos, assim conseguindo competir de forma mais justa no mercado. O valor final deste protótipo foi de R\$1332,22.

Vale ressaltar que este é o valor de um protótipo, mas fabricado em escala, este valor tende a ser menor.

Considerando que a loja A, seu payback seria de 0,121 anos ou 1 mês e 14 dias, somente com o prejuízo constatado com o fio de 1,5mm.

Considerando que a loja B, seu payback seria 0,710 anos ou 8 meses e 16 dias, somente com prejuízo constatado com o fio de 1,5mm.

Em ambos os casos a compra da máquina seria viável.

Referências

Livro

MIYADAIRA, A. N. **Microcontroladores PIC18 Aprenda e Programe em Linguagem C**. 4ª ed. Editora Érica, 2008.

MCRBERTS, M. **Arduino Básico**. 2ª ed. Novatec Editora Ltda, 2011.

Internet

PULCENELLI, 2014. **Citação de referência e documentos eletrônicos**. Disponível em: <<https://www.tiespecialistas.com.br/arduino-pra-que-te-quer/>> Acesso em: 04 set. 2019.

NR12, 1978. **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Disponível em: <http://www.ogmoitajai.com.br/portal/legislacao/normas_regulamentadoras/NR12.pdf> Acesso em 05 set. 2019.

<<https://www.lojaarduino.com.br/placas/placas-arduino/placa-mega-2560-r3-cabo-usb-para-arduino-1040/>> Acesso em: 04 set. 2019.

<<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acesso em: 04 set. 2019.

<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>> Acesso em: 04 set. 2019.

<www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560> Acesso em 04 set. 2019.

<<https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>> Acesso em 05 set 2019.