



Faculdade de Tecnologia de Garça "Deputado Júlio Julinho Marcondes de Moura"

CURSO DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

LUCIANO DAL POÇO

VALMIR SILVA SOUZA

**ANÁLISE DOS TIPOS DE SENSORES UTILIZADOS NA AUTOMAÇÃO DE
ESTEIRAS TRANSPORTADORAS**

**GARÇA
2021**



Faculdade de Tecnologia de Garça "Deputado Júlio Julinho Marcondes de Moura"

CURSO DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

**LUCIANO DAL POÇO
VALMIR SILVA SOUZA**

**ANÁLISE DOS TIPOS DE SENSORES UTILIZADOS NA AUTOMAÇÃO DE
ESTEIRAS TRANSPORTADORAS**

Artigo Científico para o Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Faculdade de Tecnologia de Garça- Fatec, como requisito para conclusão do curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, examinado pela seguinte comissão de professores:

Data da Aprovação: ____/____/____

Prof. Laerte Edson Nunes
Fatec-Garça

Fatec-Garça

Fatec-Garça

**GARÇA
2021**

ANÁLISE DOS TIPOS DE SENSORES UTILIZADOS NA AUTOMAÇÃO DE ESTEIRAS TRANSPORTADORAS

Luciano Dal Poço
lucianoalemam@gmail.com
Valmir Silva Souza
valmirdasilvasouza9@gmail.com
Laerte Edson Nunes
laerte.edson.nunes@terra.com.br

RESUMO

As esteiras transportadoras são equipamentos comuns encontrados em todos os tipos de indústrias, com a finalidade de deslocar rapidamente produtos e suprimentos para dentro e fora da produção e, também, entre as estações de trabalho. Considerada a espinha dorsal da produção, a esteira transportadora pode ser manual ou automatizada por meio de sensores, atuadores, robôs e outras tecnologias afins. A automatização desse equipamento, pela indústria, visa buscar produtividade e qualidade para atingir competitividade e obter crescimento frente ao acirrado mercado. Dada à importância do tema, este estudo tem como objetivo identificar, por meio de pesquisa bibliográfica e da confecção de um protótipo, os tipos de sensores utilizados em esteiras transportadoras automatizadas, no sentido de facilitar o trabalho e otimizar o processo de produção em indústrias. A literatura aponta que a automatização de processos tem como vantagens a padronização dos sistemas de produção, a redução de perdas, custos e desperdícios de processos, além de aumentar a eficiência produtiva. Utilizados na automatização de esteiras, os sensores são dispositivos que transformam variáveis físicas, como posição e velocidade em variáveis convenientes e se mostram essenciais no processo de transporte de materiais ou produtos, além de assegurar a segurança do equipamento e do operador. Podem ser classificados em: ótico (de barreira direta, retro reflexivo ou difuso); capacitivo; indutivo ou de cor (infravermelho). O protótipo de esteira transportadora mostrou-se eficiente para o objetivo proposto nesse estudo. Em suma, a escolha do sensor para automatização de esteiras transportadoras deve levar em consideração sua aplicação e a necessidade da indústria.

Palavras-chave: Esteira transportadora. Automatização. Sensores.

1. INTRODUÇÃO

O tema escolhido para esse estudo, “Esteira Transportadora Automatizada com Sensores”, encontra-se ancorado nos conceitos e nas tecnologias mecatrônicas.

Frente aos fatores como a globalização, avanços tecnológicos, mercado cada vez mais competitivo e clientes mais exigentes, as organizações buscam estratégias

para reduzir custos e aumentar a qualidade de seus produtos. O desenvolvimento de esteiras transportadoras, por meio de processos automatizados, proporciona mais praticidade e inovação em todos os segmentos, principalmente o industrial.

De acordo com Oliveira (2019, p. 01), o controle, o planejamento e a operação do fluxo da produção industrial são fatores primordiais para que

[...] se tenha uma cadeia produtiva bem sucedida, isso porque a logística se estende desde a obtenção da matéria-prima até a chegada do produto ao destino final. O mercado do século XXI está cada dia mais competitivo, exigente e dinâmico e para que as empresas consigam acompanhar esse ritmo é necessário que o produto chegue em menor tempo possível e que o transporte preserve ao máximo a sua integridade.

Diante desse cenário evolutivo, Lopes (2012) descreve que o processo manufaturado antes classificado como manual passa a utilizar máquinas para obter um maior volume de produção. Mundialmente, as empresas estão optando por automatizar seus processos com o intuito de aumentar a produção sem perder a qualidade, optando por máquinas automatizadas com sensores, atuadores, robôs, etc.

Como visto, a automação industrial se apresenta como solução aplicada aos processos de transporte, que hoje não mais se limitam a mover materiais de um lugar para outro, mas também estão incorporados nos conceitos de logística onde há seletividade e prioridade automática de cargas para cada situação apresentada (MAGALHAES et al., 2008).

Nesse sentido, quando se trata de transporte eficiente e econômico de materiais a granel, as correias transportadoras são, hoje, as mais usuais. Uma esteira transportadora possui “custo alto de instalação, mas, em contrapartida, pode operar 24 horas por dia, o que gera vantagens em comparação aos demais meios de transporte” (OLIVEIRA, 2019, p. 02).

Garbis (2015) cita que uma esteira transportadora é constituída basicamente de duas polias que, através de sua rotação, movimentam uma superfície onde são colocadas as cargas ou objetos que se pretende deslocar.

A esteira transportadora automatizada por meio de sensores contribui para obter maior produção e mais qualidade, diferente da esteira manual, que está se tornando obsoleta nos dias atuais.

Em suma, a automatização de processos com esteiras transportadoras tem como vantagens a padronização dos sistemas de produção, a redução de perdas, custos e desperdícios de processos, além de aumentar a eficiência produtiva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar, por meio de pesquisa bibliográfica e confecção de um protótipo, os tipos de sensores utilizados em esteiras transportadoras automatizadas, no sentido de facilitar o trabalho e otimizar o processo de produção em indústrias.

2.2 Objetivos Específicos

- Conceituar as esteiras transportadoras;
- Reconhecer a aplicação das esteiras transportadoras;
- Entender as características operacionais do seu emprego;
- Reconhecer seus componentes e mecanismos;
- Conceituar e apresentar os tipos de sensores utilizados nas esteiras transportadoras;
- Desenvolvimento de um protótipo de esteira transportadora.

3. METODOLOGIA

Este trabalho constitui-se de uma revisão bibliográfica, com buscas de autores que tratam do presente tema em artigos científicos, livros e manuais. Priorizou-se a busca por materiais publicados nos últimos dez anos e na língua portuguesa.

Para a busca, utilizaram-se os seguintes descritores: esteira transportadora, automatização, automação, sensores, dentre outros.

Em busca de mais dados, elaborou-se um protótipo de uma esteira transportadora composta por uma estrutura mecânica confeccionada por uma base de metalon, cantoneiras, lona, motor de acionamento da esteira é de vidro elétrico

automotivo, além de partes móveis de rolagem e ajustes mecânicos de tensão da esteira, sensor indutivo; sensor retro reflexivo, servomotor 9G e um arduino uno.

Com este experimento, este estudo também pode ser definido como do tipo experimental. Como afirma Gil (2010), estes tipos de pesquisas experimentais devem seguir e apresentar algumas propriedades como, manipulação, em que o pesquisador deve fazer algo para ser manipulado, e controle, em que deve ser adicionado um ou mais tipos de controle ao sistema experimental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Esteiras Transportadoras

Uma esteira transportadora de correia ou simplesmente correia transportadora é um importante componente do processo produtivo que permite o transporte de praticamente qualquer produto de qualquer tamanho de um lugar para outro.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 6177 (2016) apresenta o seguinte conceito de esteira transportadora:

Arranjo de componentes mecânicos, elétricos e estruturas metálicas, consistindo em um dispositivo horizontal ou inclinado (ascendente ou descendente) ou em curvas (côncavas ou convexas) ou ainda, uma combinação de quaisquer destes perfis, destinado à movimentação ou transporte de materiais a granel através de uma correia contínua com movimento reversível ou não que se desloca sobre os tambores, roletes ou mesa de deslizamento, segundo uma trajetória pré-determinada pelas condições de projeto, possuindo partes ou regiões características de carregamento e descarga (p. 15).

Conforme a NBR 6177 (2016), existem oito modelos básicos de transportadores de correia:

1. Transportador de correia portátil: com dimensões reduzidas e de fácil locomoção, na maioria das vezes montado sobre rodas;
2. Transportador de correia móvel: alimenta vários pontos, montado sobre rodas e dotado de movimento de translação;

3. Transportador de correia radial: alimenta vários pontos e empilha o material transportado, é dotado de movimento de rotação com a parte dianteira montada sobre rodas e traseira pivotada;

4. Transportador de correia reversível: transportador com a capacidade de inverter o sentido da rotação;

5. Transportador de correia de dupla via: tem a capacidade de transportar material pelo lado de carregamento e retorno, simultaneamente ou individualmente;

6. Transportador de correia sobre cabos: transportador desprovido de estrutura rígida, composto de roletes em catenária fixados em cabos de aço, usualmente utilizado dentro de minas de extração onde o terreno é irregular e o transportador precisa ser constantemente aumentado;

7. Transportador de correia tubular: transportador no qual a correia é conformada até o formato de um tubo fechado por meio de roletes, transição que acontece na parte de carregamento e descarregamento;

8. Transportador de correia de alta inclinação: transportador provido de elementos especiais que permitem o transporte de material em altas inclinações, muito superiores aos transportadores convencionais.

A esteira transportadora é definida pela Eletrobrás (2009) como uma máquina de manipulação de materiais que, em combinação com outros dispositivos, é utilizada em numerosos processos com o propósito de providenciar um fluxo contínuo de materiais entre diversas operações. Apresenta economia e segurança de operação, confiabilidade, versatilidade e enorme gama de capacidades. As esteiras transportadoras são encontradas em duas formas mais comuns:

- Correias planas para pallets e cargas unitárias: são utilizadas nos dois sentidos para o transporte de sacas, caixas, ou para transporte de cargas a granel. São constituídas por uma estrutura normalmente treliçada, dois rolos com eixos e mancais, sobre os quais se apoia uma correia sem fim. Seu funcionamento normalmente é suave, apresenta a metade da capacidade das correias abauladas e funciona bem a altas velocidades.

- Correias abauladas para transporte de material a granel: nesses transportadores a correia se move sobre roletes dispostos em ângulo, que a fazem tomar uma forma côncava. É um dos sistemas mais econômicos para transportar material a granel, devido a sua alta capacidade de carga, facilidade em carregar,

descarregar e, também, na sua manutenção. Podem transportar qualquer tipo de material, com ressalva para materiais com elevada umidade ou pegajosidade.

De uma forma geral, as esteiras transportadoras são constituídas por um ou mais acionamentos que, por meio de tambores sustentados em seus eixos por mancais de rolamentos tracionam esteiras ou correias de borracha sobre as quais o material granulado é transportado. Cada transportador de correia irá apresentar características bastante individuais e peculiares conforme sua aplicação, conforme o material a ser transportado e também de acordo com o perfil do terreno e as distâncias e diferentes elevações entre o carregamento e a descarga do material (NBR 6177, 2016).

Segundo Gelais (2016), a esteira transportadora possui perfis diversos, mas normalmente compostos pelos seguintes subconjuntos:

- Acionamento, composto de motor, redutor, acoplamentos, freios e dispositivos contra recuo;

- Tambores metálicos compostos de eixo, discos laterais, discos internos enrijecedores, casco, cubos, mancais de rolamento nas pontas dos eixos e revestimento do casco em borracha e/ou cerâmica;

- Esteira ou correia de elastômero com ou sem outros elementos internos como lonas, cabos de aço ou tramas metálicas;

- Roletes tanto de carga quanto de retorno onde se apoia a correia durante o transporte;

- Itens diversos de caldeiraria como chutes de descarga, cobertura sobre a correia, caixa de lastro ou contrapeso do sistema de esticamento e proteções para partes girantes como tambores e eixos diversos;

- Estruturas metálicas como colunas, pontes treliçadas, galerias treliçadas, estruturas tipo longarina, bases de acionamentos, bases suporte de tambores e estruturas de suportação dos contrapesos do sistema de esticamento;

- Dispositivos diversos como limpadores e raspadores de borracha, chaves e dispositivos elétricos diversos.

Oliveira (2019), para que a esteira transportadora seja eficaz, medições como peso, volume, temperatura, vibração, posição e espessura da correia, etc. devem ser realizadas da maneira correta. Para seu funcionamento, alguns instrumentos e acessórios específicos são necessários, dentre:

- Balança: visa mensurar e monitorar a quantidade de material que está sendo transportado;

- Chave de emergência: dispositivo que obrigatoriamente precisa estar em toda a extensão da correia que consiste em um dispositivo elétrico ligado por cabos de aço, para caso algo de errado for percebido por um colaborador ao puxar o cabo automaticamente a correia para de se movimentar;

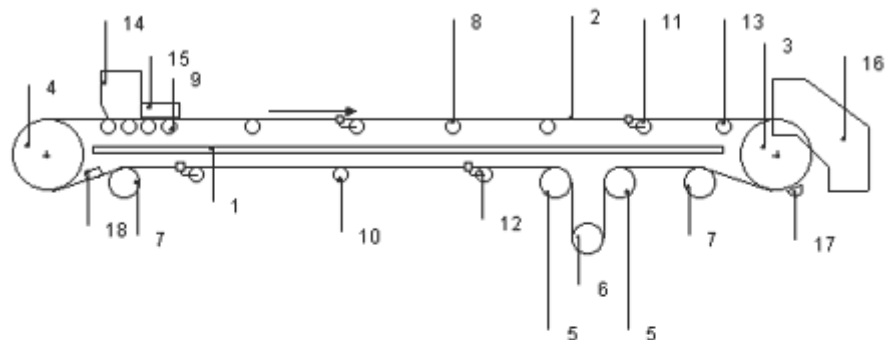
- Detector de velocidade: são geralmente sensores elétricos para identificar a velocidade da esteira e caso algo esteja errado o dispositivo elétrico desliga o sistema;

-Detector e extrator de sucata: é um campo magnético de baixa intensidade instalado em uma chapa de aço para identificar corpos estranhos metálicos e descarta-los assim que forem identificados no processo;

- Sensores: vários tipos de sensores podem ser usados em uma esteira transportadora, os mais comuns são o sensor de entupimento do chute que garante a carga e a descarga do material de forma eficiente e detector de desalinhamento que é um sensor elétrico que identifica o desalinhamento da correia.

Como visto, uma esteira transportadora possui vários elementos. Os principais são ilustrados na Figura 1.

Figura 1 - Componentes de um transportador de correia convencional.



1) ESTRUTURA	10) ROLETE DE RETORNO
2) CORREIA TRANSPORTADORA	11) ROLETE AUTOALINHANTE DE CARGA
3) TAMBOR DE ACIONAMENTO	12) ROLETE AUTOALINHANTE DE RETORNO
4) TAMBOR DE RETORNO	13) ROLETE DE TRANSIÇÃO
5) TAMBOR DE DESVIO	14) CHUTE DE ALIMENTAÇÃO
6) TAMBOR DE ESTICAMENTO	15) GUIAS LATERAIS
7) TAMBOR DE ENCOSTO	16) CHUTE DE DESCARGA
8) ROLETE DE CARGA	17) RASPADOR
9) ROLETE DE IMPACTO	18) LIMPADOR

Fonte: Mercúrio (2015).

Para Passos (2011), o benefício principal do uso de máquinas transporte é a redução do custo da mão de obra, que na utilização dos equipamentos se libera os funcionários para outras atividades dentro da empresa. Com o aumento da capacidade produtiva, juntamente com o uso dos equipamentos, se tem uma intensificação no fornecimento de matérias primas permitindo uma maior rapidez na chegada dos materiais até a linha de produção. Neste contexto, há melhoria nas condições de trabalhos, devido à segurança e redução da fadiga dos funcionários.

Garbis (2015) concordam que os benefícios das esteiras transportadoras, no transporte dos mais variados materiais, é o deslocamento rápido e a melhora na movimentação de carga de um ponto ao outro dentro de um ambiente controlado.

3. SENSORES: CONCEITOS E TIPOS

Os sensores se tornaram parte fundamental dos processos, no caso desse estudo, das esteiras transportadoras, visto que a utilização dos mesmos na monitoração de processos é vital no sentido de garantir a segurança dos operadores e equipamentos.

Fonseca (2006, p. 01) conceitua sensor como:

[...] um dispositivo capaz de monitorar a variação de uma grandeza física e transmitir esta informação a um sistema em que a indicação seja inteligível para nós ou para o elemento de controle do sistema. No caso do automóvel, por exemplo, o elemento que controla o sistema é o motorista; no caso da geladeira é uma ligação elétrica que determina se a lâmpada deve ser acesa.

Cunha Junior (2017) define os sensores como elementos indispensáveis para eficiência e eficácia de uma linha de produção. Podem ser encontrados em diversos locais (indústrias, eletrodomésticos, automóveis, sistemas de segurança, entre outros) e utilizados de diversas formas. Para tanto, existem diversos tipos de sensores, sendo que cada um possui uma aplicação específica.

O uso de sensores agrega confiabilidade ao processo produtivo, pois pode detectar sinais que podem não ser perceptível pelo sentido humano, reduzindo significativamente uma possível falha no sistema.

Reis (2019) cita como o uso de sensores na manutenção preditiva ou manutenção condicional, que se trata da intervenção com base no estado do

equipamento monitorado por sensores, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática que envolve a substituição de componentes ou correção de defeitos, relacionados à segurança pessoal e operacional, redução do custo entre outros. Os dados monitorados revelam informações para tomada de decisão baseada na tendência de evolução do defeito, assim a equipe técnica responsável consegue atuar no equipamento antes que ocorra a falha, levando a uma redução de custos ocasionados por falhas catastróficas.

Diversos são os tipos de sensores utilizados em esteiras transportadoras: discretos; ótico (de barreira direta, retro reflexivo ou difuso); capacitivo; indutivo ou de cor (infravermelho).

Os sensores discretos são utilizados para monitorar a ocorrência ou não de um determinado evento. Apresentam em sua saída dois estados distintos como ligado (on) ou desligado (off) ou a presença ou ausência de determinada grandeza elétrica. Podem ser dispositivos eletromecânicos simples e de baixo custo como microswitchs e interruptores fim de curso. Ou eletrônicos como os sensores de proximidade indutivos e capacitivos (FUENTES, 2005).

Os sensores ópticos são componentes eletrônicos de sinalização e comando que executam detecção qualquer sem que haja contato mecânico entre eles. O princípio de funcionamento do sensor óptico baseia-se na existência de um emissor que gera a luz que deve atingir o receptor com intensidade suficiente para fazer com que o sensor comute sua saída. O sinal de luz gerado pelo emissor do sensor óptico é modulado numa determinada frequência, ou seja, o emissor gera um sinal com um certo número de lampejos por segundo. O receptor do sinal é acoplado a um filtro que somente considera sinais com a mesma frequência do emissor. Essa característica é empregada no sensor óptico para minimizar os efeitos de possíveis interferências por outras fontes luminosas que não o emissor (SÁ, 2011).

O sensor óptico por transmissão (barreira) de luz ou transmissivo é definido por Sá (2011) como aquele que possui o emissor e o receptor montados em dispositivos separados. Ao serem alinhados, os dois componentes criam entre si uma barreira de luz. A presença de um objeto interrompendo essa barreira faz com que o sensor seja ativado.

Os sensores de proximidade discretos detectam a presença ou não de um determinado objeto, em uma determinada posição do espaço. Muitos sistemas de produção utilizam chaves eletromecânicas para a determinação da posição dos

movimentos que são executados. Entretanto, estes componentes necessitam de contato físico e apresentam limitações quanto a velocidade de atuação (FUENTES, 2005).

4. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O protótipo da esteira transportadora foi confeccionado uma estrutura mecânica com elementos estruturais, partes móveis de rolagem e ajustes mecânicos de tensão da esteira e com um sensor indutivo; um sensor retro reflexivo, um servomotor 9G e um arduino uno.

O sensor indutivo (Figura 2) tem a função de limitação da distância, pois utiliza de um campo eletromagnético para detectar a presença de objetos metálicos. Este tipo de sensor discreto consiste em quatro elementos: uma bobina; um oscilador; um circuito de disparo e, um circuito de saída.

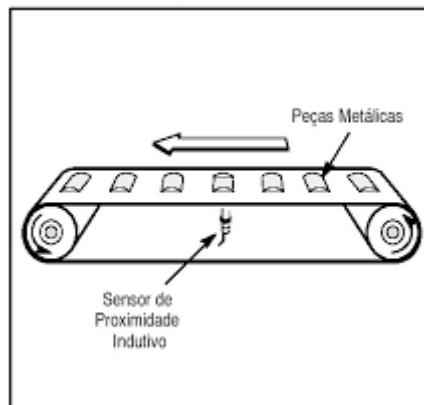
Figura 2 – Sensor de proximidade indutivo.



Fonte: Silveira (2015).

Os sensores indutivos funcionam por meio da geração de um campo eletromagnético de alta frequência, que é desenvolvido por uma bobina ressonante instalada na face sensora. Os sensores de proximidade indutivos são equipamentos eletrônicos capazes de detectar a aproximação de peças, componentes, elementos de máquinas, em substituição às tradicionais chaves fim de curso (Figura 3).

Figura 3 – Função do sensor indutivo na esteira transportadora.



Fonte: Silveira (2015).

Os sensores retroreflexivos (Figura 4) são sensores do tipo fotoelétricos, com emissor e receptor no mesmo corpo, porém sua saída é acionada quando recebe a luz de um espelho prismático. Pelo fato de ser utilizado um espelho prismático para a reflexão da luz, é possível a detecção ou medição de distâncias maiores que as realizadas por um sensor difuso, pois a porcentagem de luz que retorna para a fotocélula é maior e mais direcionada (WENDLING, 2010).

Figura 4 – Sensor de presença retro reflexivo.



Fonte: Wendling (2010).

Os servo-motores (Figura 5) são usados em várias aplicações quando deseja-se movimentar algo de forma precisa e controlada. Sua principal característica é a sua capacidade de movimentar sua haste até uma dada posição, ou seja, recebem

um sinal de controle, verificam a posição atual e atuam no sistema indo para a posição desejada.

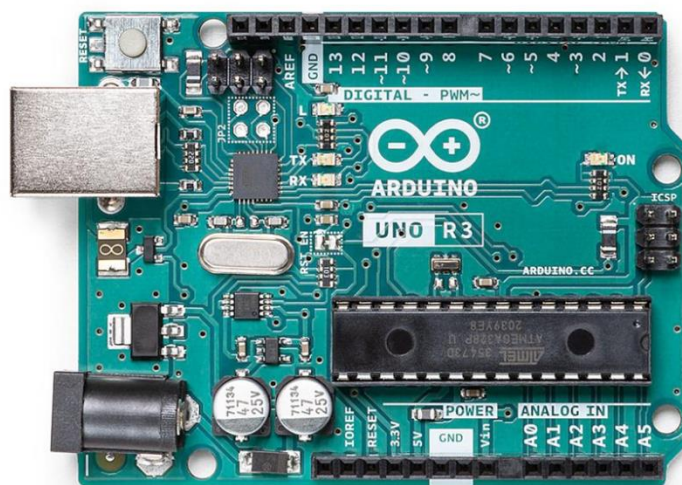
Figura 5 – Servomotor 9G.



Fonte: Silveira (2015).

O Arduino uno (Figura 6) é uma placa de microcontrolador baseada no ATmega328P. Possui 14 pinos de entrada / saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um ressonador de cerâmica de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), uma conexão USB, um conector de alimentação, um conector ICSP e um botão de reinicialização. Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador; conectado a um cabo USB ou ligado com um adaptador AC-DC ou bateria (NUNES, 2017).

Figura 6 – Arduino Uno.



Fonte: Nunes (2017).

O protótipo desse estudo é composto por uma esteira transportadora que está inserida em um processo automático de seleção de peças por tipo de material, no caso desse projeto, material metálico. O primeiro método utilizado foi idealizar em como seria o modo de funcionamento da bancada, pois desse modo, auxiliaria a definir os componentes e avaliar o que poderia ser adaptado ou reaproveitado.

A esteira implementada no projeto é do tipo transportadora e seletora de objetos, de correia plana. Para a confecção do protótipo utilizou-se uma base de metalon e cantoneiras que serviram de guias para os produtos. Os roletes foram apoiados em rolamentos, a esteira foi confeccionada de lona e o motor de acionamento da esteira é de vidro elétrico automotivo, cuja escolha se deu pelo excelente torque para o transporte de produtos (Figura 7 e 8).

Figura 7 – Estrutura básica do protótipo da esteira.



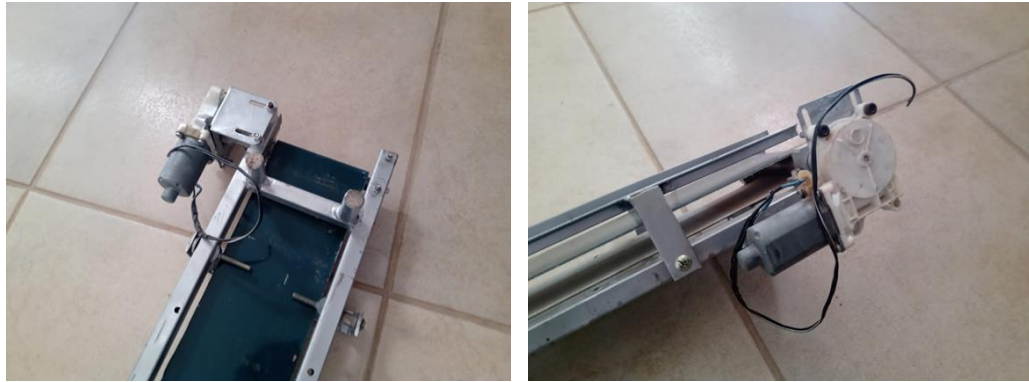
Fonte: Autores.

Nas duas extremidades da esteira estão localizados os roletes responsáveis pelo deslizamento da correia transportadora plana.

O sistema é composto por sensores de proximidade indutivo e de presença reflexivo, um servo motor e um Arduino uno.

O sensor indutivo foi utilizado para detectar a aproximação de um objeto metálico (no caso desse projeto foram utilizados copos de água com e sem tampa metálica) sem a necessidade de contato físico entre sensor e o acionador. Quando um objeto metálico entra no campo de sensoriamento, ocorre uma perda de energia devido às correntes de fuga do objeto, ocasionando uma redução na amplitude de oscilação. O circuito de disparo reconhece esta mudança específica na amplitude e, dependendo da magnitude da mudança, gera um sinal de comando para o circuito de saída.

Figura 8 - Estrutura básica do protótipo da esteira.



Fonte: Autores.

De acordo com Silveira (2015, p. 02), o princípio de funcionamento do sensor indutivo se dá a partir de

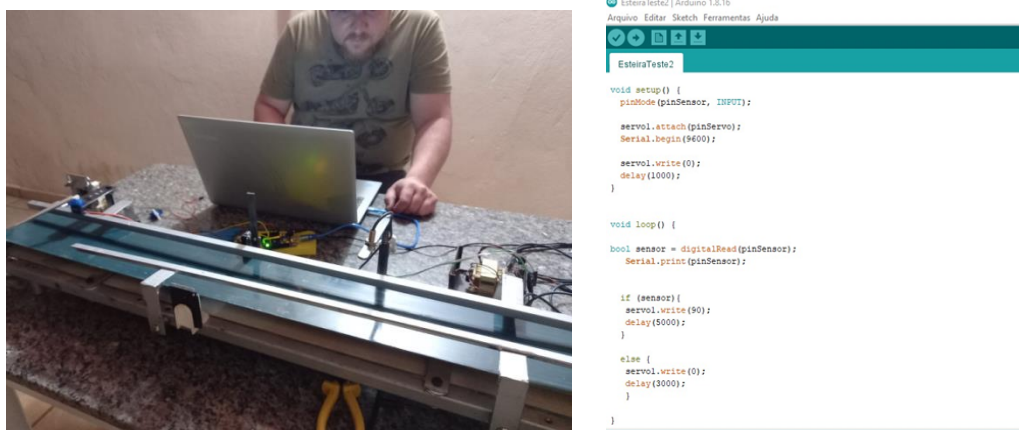
[...] um campo eletromagnético variável que é gerado pelo oscilador em conjunto com a bobina na extremidade do dispositivo. Quando um material metálico penetra este campo, são induzidas pequenas correntes parasitas. Com a indução no metal, ocorre uma diminuição na energia do campo e, conseqüentemente na amplitude do sinal proveniente do oscilador. Quando este sinal se torna muito baixo, o circuito de disparo percebe a mudança e altera a tensão de saída. Fornecendo uma resposta lógica, de nível alto ou baixo, que pode ser utilizada no controle do processo.

A distância de detecção que um sensor indutivo pode variar de 1,5 mm até cerca de 120 mm, no caso de sensores indutivos especiais para longas distâncias (SILVEIRA, 2015).

Servomotor é um atuador eletromecânico utilizado para posicionar e manter um objeto em uma determinada posição. Para isso, ele conta com um circuito que verifica o sinal de entrada e compara com a posição atual do eixo.

A esteira transportadora foi programada por meio de um programa (Figura 9) em um notebook.

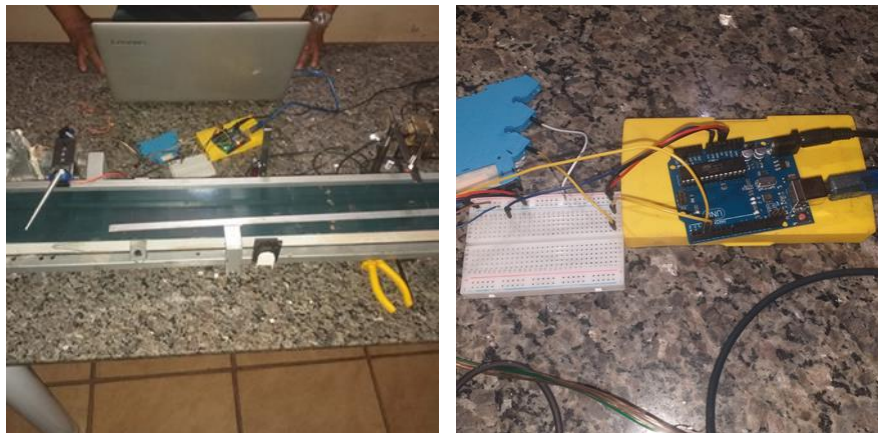
Figura 9 – Programação da esteira transportadora.



Fonte: Autores.

O Arduino Uno foi programado para receber sinais digitais dos sensores capacitivos e indutivo, processá-los e como resposta, enviar sinais analógicos para os micro servos (Figura 10).

Figura 10 – Arduino Uno.



Fonte: Autores.

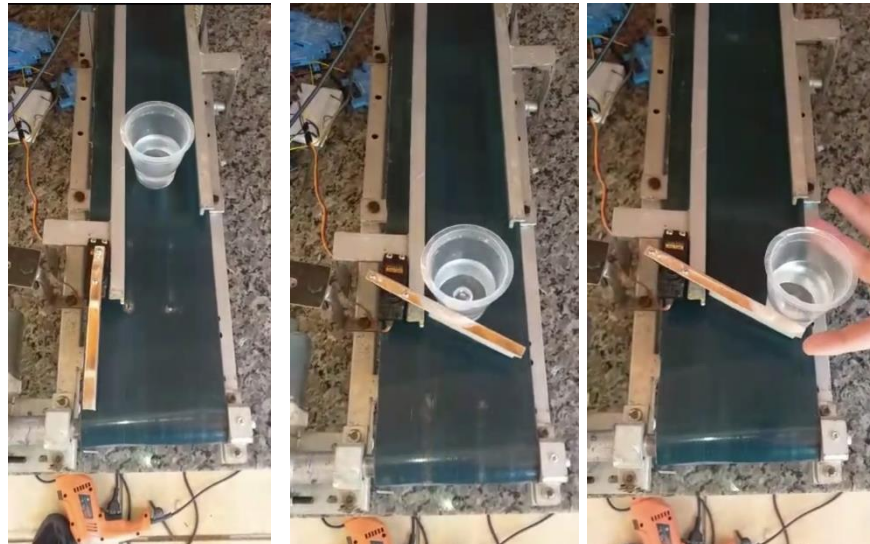
Segundo Nunes (2017), o a Arduino Uno tem a funcionalidade de enviar comandos à esteira possibilitando-a entrar em movimento ou manter-se estática, de acordo com as informações coletadas pelo sensor (NUNES, 2017).

Após a montagem da esteira transportadora e da programação, iniciou-se os testes, utilizando copos com água com e sem tampas metálicas.

Quando o copo é colocado na esteira, é feita uma verificação para constatar se o objeto possui parte metálica ou não. Com base no tipo, o sistema captura e aloca na posição pré-definida, ou seja, se o objeto não tem as características pré-

definidas, o sistema separa e retira o objeto da esteira (Figura 11), e caso apresente uma característica metálica, ignora e deixa passar direto (Figura 12).

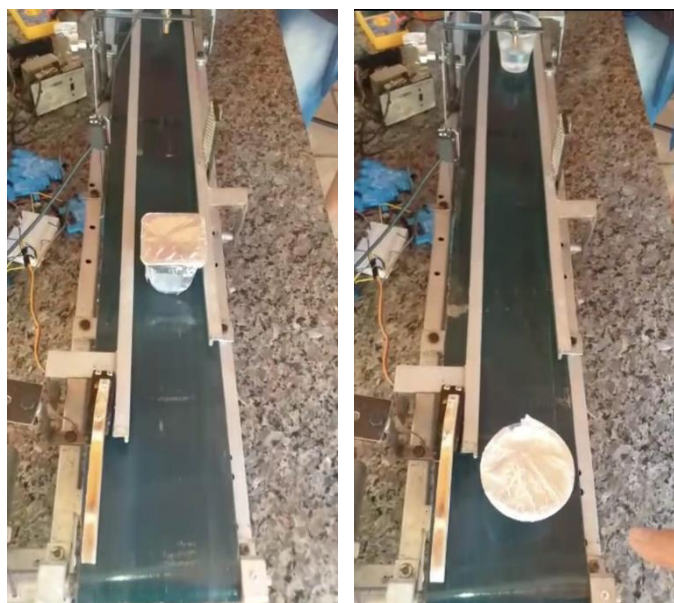
Figura 11 – Esteira transportadora em funcionamento (copo sem parte metálica).



Fonte: Autores.

O micro servo foi utilizado na parte superior da esteira, onde é acoplado a uma aleta e teve a função de retirar o material da esteira, separando-os conforme identificação de cada objeto.

Figura 12- Esteira transportadora em funcionamento (copo com parte metálica).



Fonte: Autores.

Na esteira transportadora, o sensor de presença (reflexivo), posicionado a uma determinada altura, também foi capaz de detectar a presença e as características de determinados objetos com precisão, dispensando o produto que mesmo com a tampa de alumínio estava fora do padrão, sendo descartadas pelo servo motor.

Após vários testes, o protótipo da esteira transportadora mostrou-se eficiente para o objetivo proposto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, as organizações têm como objetivo buscar a produtividade e competitividade no mercado. Um dos caminhos para atender esses objetivos é o investimento na área de automação, de modo a padronizar os sistemas de produção, reduzir perdas, custos e desperdícios de processos, além de aumentar a eficiência produtiva.

Utilizados na automatização de esteiras, os sensores são dispositivos que transformam variáveis físicas, como posição e velocidade em variáveis convenientes e se mostram essenciais no processo de transporte de materiais ou produtos, além de assegurar a segurança do equipamento e do operador.

Dada a importância das esteiras transportadoras, desenvolveu-se o protótipo utilizando sensores indutivo e reflexivo, um servo motor e um Arduino uno. Com isso, se atingiu o objetivo de projetar um produto de esteira rolante metodologicamente dimensionado e adequado à finalidade proposto, ou seja, seleção de objetos com parte metálica ou não.

Desta forma, conclui-se que todos os objetivos propostos forma atingidos, sendo que com o desenvolvimento do protótipo também foi possível colocar em prática conceitos aprendidos durante o período de curso, auxiliando o produto desenvolvido.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6177:2016. **Transportadores contínuos - Transportadores de correia - Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

CUNHA JUNIOR, J. **Automação de uma esteira transportadora de fardos**. 2017. 17f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Curso de Tecnologia em Automação Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Campus Lagarto, Lagarto, SE, 2017.

ELETROBRÁS. **Correias transportadoras: guia básico**. Brasília: IEL/NC, 2009. 177 p.

FONSECA, F.R. **Sensores**. São Paulo: SENAI, 2006.

FUENTES, R.C. **Apostila de automação industrial**. Universidade Federal de Santa Maria - Curso de Eletroeletrônica, Santa Maria, RS, 2005.

GARBIS, F.U.C. **Protótipo de um sistema automático para a separação de materiais recicláveis**. 2015. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal Minas Gerais – Campus Formiga, Formiga, MG, 2015.

GELAIS, M.A. **Cálculo dinâmico de transportadores de correia – uma análise comparativa ao cálculo estático corroborada por medições de campo**. 2016. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2016.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MAGALHÃES, D. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Dores De Campos – MG**. 2008. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2008.

MERCÚRIO. **Manual técnico de correias transportadoras**. São Paulo: Editora Schoba, 3ª Edição, 2015.

OLIVEIRA, R.T. **Automação em inspeções de correias transportadoras aplicadas à mineração**. 2019. 61f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2019.

PASSOS, L.C. **Técnicas de instalação, operação, manutenção, testes e inspeção: pontes rolantes, guindastes giratórios e acessórios de movimentação de cargas**. Make Engenharia, Assessoria e Desenvolvimento. 2011.

REIS, W.S. **Análise de prevenção de perdas aplicada a um transportador de correia utilizado na mineração de ferrosos**. 2019. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, PA, 2019.

SÁ, T.E. **Automatização das descargas dos mictórios**. 2011. 44f. Monografia (Tecnologia em Manutenção industrial) - Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 2011.

SILVEIRA, C.B. **Sensor Indutivo: O que é e como funciona?** 2015. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/sensor-indutivo/> Acesso em: 15 nov. 2021.

WENDLING, M. **Sensores**. São Paulo: UNESP, 2010.