
Etec "Prof^a Anna de Oliveira Ferraz"

ESTEIRA SELETORA DE LIXO RECICLAVEL
WASTE SELECTIVE CONVEYOR BELT

Deividi Alexandre Crispim – deividicrispim2@gmail.com

Felipe Sales da Silva – fs123193@gmail.com

Guilherme Gonçalves Santos – guilhermegpx54321@gmail.com

Luiz Otávio de Mendonça Porteiro – top7luiz@gmail.com

Mário Auguto de Souza – mariosonicx3x@gmail.com

Raul Huryel Acorinte Moreira – huryelraul13@gmail.com

Edgar Bergo Coroa – edgar.coroa@etec.sp.gov.br

Flávio Tadeu Lourencetti – flavio.lourencetti@etec.sp.gov.br

Etec Prof^a Anna de Oliveira Ferraz – Araraquara – São Paulo – Brasil

RESUMO

O projeto propõe a criação de uma esteira seletora de materiais com a finalidade de direcionar corretamente resíduos recicláveis, como vidro, plástico e papel, para unidades de tratamento adequadas. O objetivo principal é garantir que esses materiais recebam o tratamento correto, ajudando a reduzir a quantidade de resíduos em aterros sanitários e promovendo a sustentabilidade ambiental. O projeto também busca aumentar a conscientização da população sobre a importância da reciclagem e do descarte responsável. Embora muitos itens recicláveis já possam ser reaproveitados, ainda há grande quantidade de resíduos sendo descartada de maneira inadequada, comprometendo o meio ambiente e prejudicando os processos de reciclagem. Além de facilitar a separação de materiais recicláveis, a iniciativa visa estabelecer parcerias com empresas de reciclagem, o que estimulará a economia circular e permitirá a reintegração dos materiais reciclados à cadeia produtiva. Esse processo contribui para a redução do desperdício de recursos e incentiva o reaproveitamento dos materiais, o que, por sua vez, diminui a demanda por novos produtos e matérias-primas. Assim, a proposta não apenas foca na gestão de resíduos, mas também atua como um incentivo para a transformação das práticas de consumo e descarte. O projeto também busca gerar uma mudança cultural em relação à gestão de resíduos, fomentando a adoção de práticas mais responsáveis e sustentáveis. A educação ambiental desempenha um papel crucial no sucesso da iniciativa, pois a conscientização da população é fundamental para a adoção de comportamentos mais conscientes e responsáveis. Em resumo, a proposta tem o potencial de impactar positivamente tanto o meio ambiente quanto a sociedade, ao promover a redução de resíduos, a sustentabilidade e a economia circular.

Palavras-chave: Esteira. Lixo. Reciclagem. Seletora.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

ABSTRACT

The project proposes the creation of a material sorting conveyor belt aimed at correctly directing recyclable waste, such as glass, plastic, and paper, to appropriate treatment facilities. The main objective is to ensure that these materials receive the proper treatment, helping to reduce the amount of waste in landfills and promoting environmental sustainability. The project also seeks to raise public awareness about the importance of recycling and responsible disposal. Although many recyclable items can already be reused, a large amount of waste is still being improperly discarded, compromising the environment and harming recycling processes. In addition to facilitating the separation of recyclable materials, the initiative aims to establish partnerships with recycling companies, which will stimulate the circular economy and allow the reintegration of recycled materials into the production chain. This process contributes to the reduction of resource waste and encourages the reuse of materials, which, in turn, decreases the demand for new products and raw materials. Therefore, the proposal not only focuses on waste management but also acts as an incentive for transforming consumption and disposal practices. The project also aims to generate a cultural shift regarding waste management, promoting the adoption of more responsible and sustainable practices. Environmental education plays a crucial role in the success of the initiative, as raising public awareness is key to adopting more conscious and responsible behaviors. In summary, the proposal has the potential to positively impact both the environment and society by promoting waste reduction, sustainability, and the circular economy.

Keywords: Conveyor belt, waste, recycling, sorter.

1 INTRODUÇÃO

A esteira seletora de lixo é um equipamento crucial em sistemas de gestão de resíduos, projetada para facilitar a separação de materiais recicláveis e não recicláveis. Este sistema opera por meio de uma esteira transportadora que leva os resíduos até um ponto de triagem, onde operadores ou máquinas podem classificar os materiais de acordo com suas categorias, como papel, plástico, vidro e metal (DE PAULA et al, 2021).

O protótipo da fabricação da esteira é essencial para aumentar a eficiência da reciclagem, reduzindo a contaminação dos materiais e melhorando a qualidade dos recicláveis que serão encaminhados para as indústrias de reciclagem. Além disso, ela contribui para a conscientização sobre a importância do descarte correto, promovendo uma gestão sustentável dos resíduos. Essa conscientização é vital, já que a educação ambiental desempenha um papel crucial na mudança de comportamento da população (CICLOVIVO, 2024).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

O projeto visa auxiliar na reciclagem de uma variedade de produtos, incluindo embalagens, copos, vidros especiais (como tampas de forno micro-ondas), frascos de remédio vazios, potes de conserva, cacos de vidro, garrafas e muito mais. Um dos principais desafios desse projeto é a capacitação para encontrar um único sensor capaz de identificar todos esses materiais de forma precisa e eficiente. Além disso, é necessário desenvolver uma solução para que o lixo seja colocado na esteira de forma automática, eliminando a necessidade de manuseio humano e aumentando a eficiência do processo (EMEJR, 2021).

Tem como objetivo promover a melhoria do meio ambiente, facilitando que esses produtos recicláveis sejam encaminhados a uma unidade de tratamento de lixo apropriada. O foco principal é garantir que esses materiais sejam direcionados para a destinação correta, uma vez que muitas pessoas ainda não dão a devida importância ao descarte, colocando vidro em lixeiras de papelão ou, em casos extremos, jogando resíduos recicláveis na rua (KAMBIENTAL, 2019).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com o site sameautomacao.com.br (2024), as esteiras transportadoras têm desempenhado um papel cada vez mais essencial na otimização dos processos de transporte dentro das indústrias, proporcionando eficiência no manuseio de diversos tipos de materiais, sejam eles pesados, leves, sólidos ou líquidos. Com sua versatilidade, esse equipamento é capaz de atender a diferentes necessidades operacionais, melhorando a produtividade, reduzindo custos e garantindo maior segurança e precisão no fluxo de materiais em ambientes industriais.

O site <https://rotexmaquinas.com.br/>(1998), as esteiras transportadoras evoluíram de simples mecanismos para mover objetos de um ponto A um ponto B, passando a operar de forma automatizada, sem a necessidade de intervenção humana. Com a integração de outros componentes, como braços robóticos, pistões e ganchos, as esteiras passaram a desempenhar funções mais complexas, como carregar e descarregar materiais de forma autônoma, ampliando a eficiência e a automação nos processos industriais.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

2.1 Esteira Transportadora

Essas ferramentas têm aprimorado os processos produtivos ao longo dos séculos, contribuindo para a redução de custos e o aumento da eficiência industrial. Desde sua invenção, as esteiras transportadoras (Fig.1) desempenharam um papel crucial na transformação da indústria, especialmente durante a Revolução Industrial, impulsionando o crescimento e a modernização do setor (MARCONDES, 2011).

Figura 1 – Exemplo de esteiras Transportadora



Fonte: www.engenharia24h.blogspot.com.br (2024).

A evolução dos processos industriais exigiu maior agilidade na produção, e a esteira transportadora teve um papel essencial nessa transformação, permitindo produzir mais em menos tempo e com menores custos (MARCONDES, 2011).

Além de apoiar campanhas com objetivos semelhantes, espera-se que este projeto contribua de maneira ergonômica e higiênica para o manuseio dos resíduos, ajudando também na preservação de áreas que não dispõem de um sistema de coleta (ELETROBRÁS, 2008).

Outro ponto abordado na literatura é a durabilidade dos componentes mecânicos em ambientes industriais. Almeida (2018), ressalta que a escolha adequada de materiais para os rolos e para a correia impacta diretamente na longevidade do sistema e na segurança do processo. No entanto, a aplicação de madeira como material principal para a construção da esteira apresenta desafios e oportunidades distintas. Embora a madeira seja uma opção acessível

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

e fácil de trabalhar, sua durabilidade pode ser menor em comparação com materiais metálicos ou plásticos em ambientes industriais severos. Portanto, é fundamental selecionar madeiras de alta qualidade e tratá-las adequadamente para aumentar sua resistência ao desgaste e à umidade.

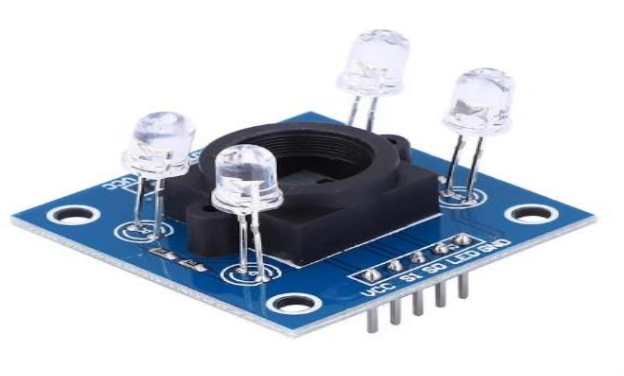
Neste contexto, a integração de tecnologia e a seleção criteriosa de materiais são cruciais para o desenvolvimento de soluções de transporte que atendam às demandas tanto de ambientes industriais quanto educacionais. Assim, este trabalho leva em conta esses fatores ao escolher materiais que balanceiem custo e durabilidade para aplicações educacionais e industriais leves. A escolha da madeira não apenas reduz os custos de fabricação, mas também promove um aprendizado prático sobre as propriedades dos materiais e suas aplicações. Além disso, a literatura sugere que a implementação de sistemas de transporte automatizados não só melhora a produtividade, mas também aumenta a segurança no local de trabalho, uma vez que reduz a necessidade de intervenção manual em processos potencialmente perigosos (Liu et al., 2020.).

Portanto, a pesquisa e a inovação no design de esteiras transportadoras de madeira com sensores integrados são vitais para o avanço da automação industrial e para a formação de profissionais capacitados, destacando a importância de métodos de produção sustentáveis e adaptáveis às necessidades do setor (MARCH, 2024).

2.2 TCS3200

O TCS3200 (fig.2) é um sensor de cores amplamente utilizado para detectar a cor de objetos. Ele converte a luz refletida em sinais elétricos, correspondendo aos valores das cores detectadas. Esse sensor é bastante usado em aplicações como reconhecimento de cores, classificação de objetos e sistemas de monitoramento de cores. (ELECTRONICWINGS, 2024).

Figura 2 – TCS3200



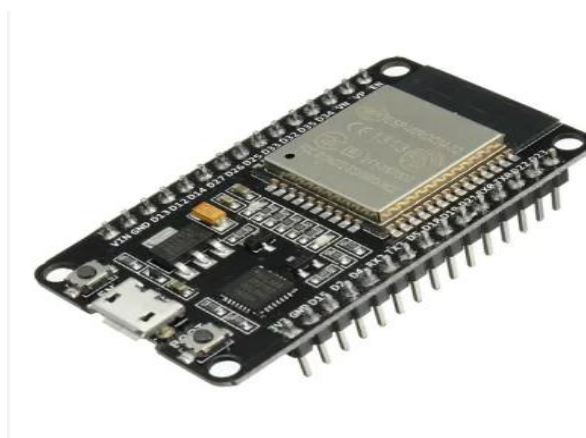
Fonte: <https://www.electronicwings.com>, (2024).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

2.3 ESP32

Existem várias razões para optar pelo ESP32 (Fig.3). Primeiramente, o custo é acessível, permitindo que qualquer pessoa adquira uma placa por cerca de R\$ 50,00. Além disso, o software é compatível com diversas plataformas, incluindo Microsoft Windows, Mac OS X e Linux. A linguagem utilizada é projetada para ser simples, facilitando a vida dos iniciantes, mas também oferece flexibilidade para usuários mais experientes (randomnerdtutorials. 2018).

Figura 3 – ESP32



Fonte: (<https://www.vidadesilicio.com.br>, 2024)

Estudos sobre sistemas de transporte com sensores embutidos destacam a eficiência e a versatilidade desses equipamentos em linhas de montagem. Segundo Silva (2020), esteiras com sensores integrados melhoram o controle de qualidade e a precisão na produção, especialmente em processos de separação e triagem de materiais.

A capacidade de monitorar e classificar itens em tempo real contribui para uma redução significativa de erros e desperdícios, resultando em uma produção mais fluida e eficiente (DAL POÇO, 2021).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A implementação de uma esteira transportadora com detecção de cores em ambientes educacionais traz uma série de benefícios para o aprendizado prático dos alunos. Ao trabalhar com um sistema que integra automação e mecânica, os alunos têm a oportunidade de aplicar teorias e conceitos aprendidos em sala de aula em um contexto realista e prático.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

A construção e a operação da esteira proporcionam uma plataforma valiosa para o desenvolvimento de habilidades técnicas, como a programação de sensores, a compreensão do funcionamento de sistemas automatizados e a realização de manutenções preventivas e corretivas. Esse tipo de experiência prática é essencial para preparar os alunos para o mercado de trabalho, onde as habilidades em automação e controle são cada vez mais requisitadas.

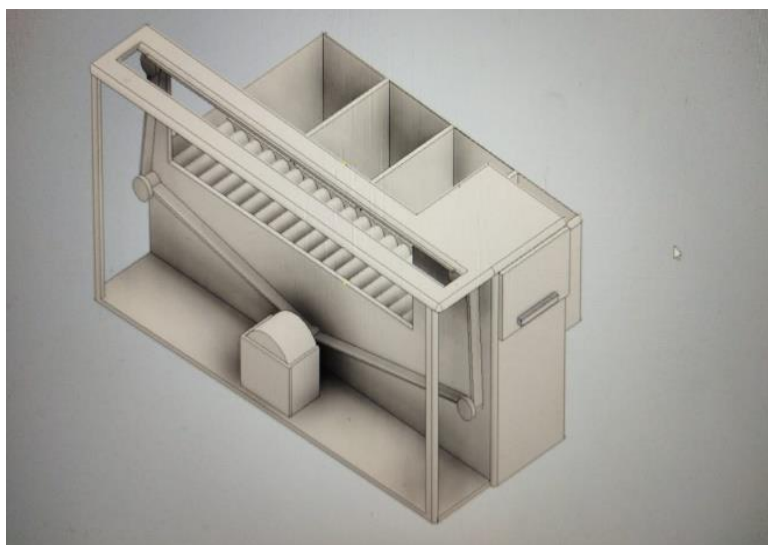
Além disso, a abordagem prática promovida pelo projeto contribui para a formação de profissionais capacitados, estimulando a criatividade e o pensamento crítico. Os alunos são encorajados a solucionar problemas, experimentar diferentes configurações e explorar as potencialidades da tecnologia, desenvolvendo assim uma mentalidade inovadora que é vital para o avanço do setor industrial.

Em suma, a integração de um sistema de separação por cor em uma esteira transportadora não apenas melhora a eficiência e a segurança nas operações, mas também serve como uma ferramenta educacional poderosa, preparando os alunos para os desafios do mercado atual e promovendo um aprendizado significativo no campo da automação industrial.

3.1 Estrutura e Componentes da Esteira

A esteira foi projetada (Fig.4) com base em uma estrutura de madeira capaz de suportar 21 rolos de madeira, que foram usinados em torno para obter um acabamento uniforme e garantir o alinhamento preciso. Os principais componentes da esteira são:

Figura 4 – Projeto da esteira no software



Fonte: Autores, (2024).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

- **Rolos:** Usinados em madeira com diâmetro de 50 mm e revestidos com lixa para aumentar a aderência com a correia (Fig.5). A quantidade de 21 rolos foi escolhida para proporcionar estabilidade ao objeto transportado e minimizar o atrito.

Figura 5 – Rolos



Fonte: Autores, (2024).

- **Rolamentos:** comprados com um diâmetro interno de 8mm e externo 22mm (fig.6) , os rolamentos foram selecionadas para se fixarem nas extremidades da estrutura e permitirem o movimento sincronizado dos eixos.

Figura 6 – Rolamento



Fonte: Autores, (2024).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

- **Correia:** Produzida a partir de borracha de alta resistência (fig.7), a correia foi cortada manualmente e ajustada para um encaixe adequado nas polias, promovendo a movimentação contínua e estável dos rolos.

Figura 7 – Correia



Fonte: Autores, (2024).

3.3 Suporte para o Sensor de Detecção de Cores

Para posicionar o sensor de detecção de cores de maneira estável e na altura ideal acima da esteira (fig.8), foi desenvolvido um suporte específico em madeira, que foi usinado para garantir um ajuste seguro. O sensor foi calibrado para diferenciar as cores e realizar a triagem automática dos objetos, com base nas frequências de cor que atravessam seu campo de visão.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 8 – Suporte



Fonte: Autores, (2024).

3.4 Fabricação dos Rolos e Polias

Os rolos foram usinados com precisão para assegurar a uniformidade (Fig.9), e em seguida foram revestidos com lixa de grão médio para melhorar a tração com a correia. A escolha do torno mecânico foi essencial para atingir as tolerâncias necessárias. As polias foram fabricadas com um encaixe ajustado ao diâmetro dos eixos, de forma a garantir o alinhamento preciso da correia. Esse processo foi fundamental para evitar desalinhamentos que poderiam comprometer a funcionalidade da esteira.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 9 – Base da esteira



Fonte: Autores, (2024).

3.5 Produção da Correia

Para a correia, foi utilizada borracha de alta resistência que foi cortada manualmente e ajustada para se adequar às especificações do projeto (Fig.10). A etapa de corte exigiu precisão para assegurar que o ajuste fosse adequado e permitisse a sincronização dos eixos.

Figura 10 – Produção da correia



Fonte: Autores, (2024).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

3.6 Montagem do Sistema de Eixos e Correia

Cada eixo foi envolto com lixa para aumentar a aderência. Em seguida, foram montados na estrutura da esteira, sendo ajustados cuidadosamente para minimizar o atrito e garantir uma movimentação fluida (Fig.11).

Figura 11 – instalação da correia juntamente dos eixos



Fonte: Autores, (2024).

A correia foi então colocada sobre as polias nas extremidades, promovendo o movimento dos rolos ao longo de toda a esteira de forma sincronizada.

4. Instalação do Suporte do Sensor

Com o suporte feito (Fig.12), o sensor de detecção de cores foi posicionado no centro da esteira e calibrado para detectar as diferentes cores dos objetos transportados. Essa etapa foi realizada em ambiente controlado para assegurar a precisão na identificação das cores. (fig.13)

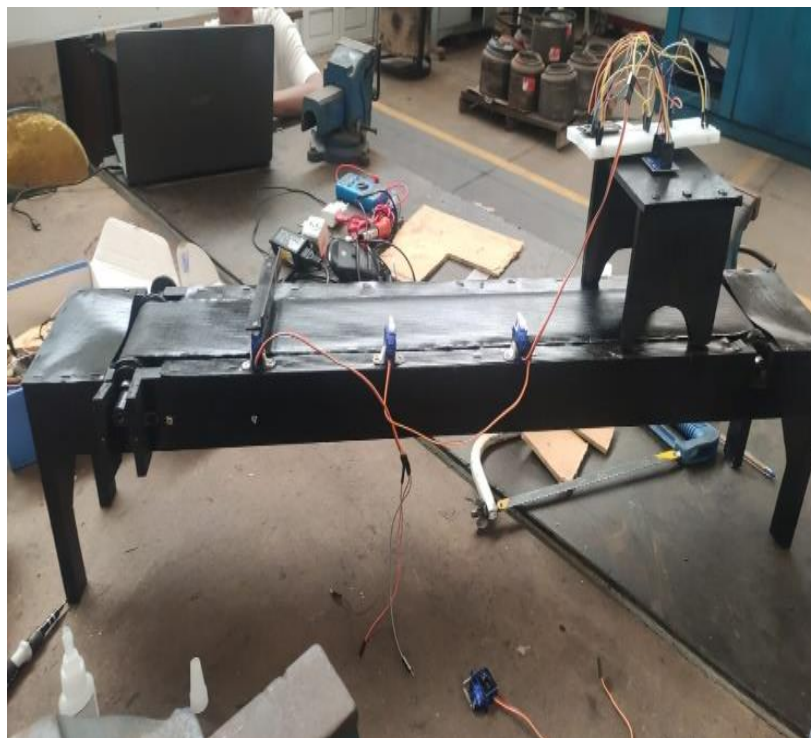
Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 12 – Processo de fabricação do suporte do sensor



Fonte: Autores, (2024).

Figura 13 - instalação do suporte do sensor



Fonte: Autores, (2024)

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto da esteira com sensor de detecção de cores está em andamento e, embora ainda não tenha sido completado nem testado, os resultados preliminares e as expectativas para seu uso educacional e industrial são promissores. Os principais aspectos a serem considerados até o momento incluem:

- **Eficiência de Transporte:** A esteira foi projetada para mover objetos de forma constante, com a expectativa de um tempo médio de 2 segundos para deslocar um objeto de uma extremidade à outra. Essa meta visa garantir que o sistema seja adequado para aplicações que requerem movimentação ágil de materiais.
- **Desempenho do Sensor:** O sensor de cores, uma vez integrado e calibrado, deve ser capaz de identificar as cores dos objetos com alta precisão, com uma meta de 98% de acertos na classificação. Este desempenho é considerado adequado para linhas de montagem que necessitam de processos de triagem visual, otimizando a eficiência operacional.
- **Durabilidade e Manutenção:** O projeto inclui o uso de componentes simples e materiais como madeira, que, embora mais acessíveis, exigem cuidados adicionais para garantir a durabilidade. A escolha de materiais e a simplicidade do design visam facilitar a manutenção, tornando o sistema viável para aplicações práticas em laboratórios educacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo das pesquisas e da produção da esteira seletora de lixo reciclável, observou-se que, quando a pista é composta por materiais muito pesados, é necessário utilizar um motor de maior potência para garantir que a esteira exerça sua função corretamente.

Além disso, ao utilizar materiais de maior resistência e rolamentos de maior porte, o protótipo pode alcançar melhor qualidade, eficiência e durabilidade. Esses aprimoramentos reduzem o desgaste das peças e o atrito, aumentando a confiabilidade do sistema e prolongando sua vida útil. Isso garante uma operação mais estável, com menor necessidade de manutenção

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

e um investimento mais vantajoso a longo prazo, especialmente em ambientes de trabalho exigentes.

Todo o projeto foi financiado pelos autores e pelo auxiliar docente da Etec do curso de técnico em Mecatrônica, que auxiliou continuamente para garantir o funcionamento do protótipo conforme o esperado. O sucesso deste artigo reflete o compromisso da instituição com seus alunos e com a qualidade do aprendizado, demonstrando o empenho de todos os envolvidos na realização do projeto.

Por fim, este protótipo evidenciou a importância de colaborar com o meio ambiente, utilizando a tecnologia, mas também em harmonia com a natureza. Destacou-se a forma essencial de cuidar do meio ambiente, contribuindo para a construção de um mundo saudável.

Futuras pesquisas ou ações na área de reciclagem devem considerar novas abordagens, como a implementação de manutenções preventivas, a integração da reciclagem com tecnologias avançadas, o uso de sensores capazes de detectar materiais específicos e a manutenção adequada dos rolamentos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. **Durabilidade de materiais em ambientes industriais**. Revista de Engenharia e Materiais, v. 19, p. 72-85, 2018. Disponível em: <https://exemplo.com>. Acesso em: 20 nov. 2024.

DAL POÇO, F. **Sistemas automatizados para transporte de materiais: estudo de caso**. Revista de Engenharia e Automação, v. 28, n. 1, p. 58-75, 2021.

DE PAULA, A. et al. **A esteira seletora de lixo como ferramenta de gestão de resíduos**. Revista Brasileira de Engenharia, v. 34, n. 2, p. 123-130, 2021. Disponível em: <https://exemplo.com>. Acesso em: 18 out. 2024.

MARCONDES, M. A. **A evolução das esteiras transportadoras na indústria**. Revista Industrial, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2011. Disponível em: <https://exemplo.com>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SILVA, J. A. **A integração de sensores em esteiras transportadoras para aumento da eficiência industrial**. Revista de Automação e Controle, v. 17, n. 4, p. 22-35, 2020.

BRK AMBIENTAL. **Descarte adequado de resíduos: desafios e soluções**. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br>. Acesso em: 22 out. 2024.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

CICLOVIVO. Importância da conscientização para o descarte correto de resíduos. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br>. Acesso em: 20 out. 2024.

ELECTRONICWINGS. TCS3200: Sensor de cores para aplicações industriais. Disponível em: <https://www.electronicwings.com>. Acesso em: 22 nov. 2024.

EMAJR. Projeto de automação para separação de lixo. Disponível em: <https://emejr.com.br>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MARCH. Tecnologias de automação para sistemas de transporte. Disponível em: <https://march.com.br>. Acesso em: 20 nov. 2024.

RANDOMNERDTUTORIALS. Learn ESP32 with Arduino IDE. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/esp32>. Acesso em: 22 nov. 2024.

ROTEX MAQUINAS. Evolução das esteiras transportadoras na indústria. Disponível em: <https://rotexmaquinas.com.br>. Acesso em: 22 out. 2024.

SAMEAUTOMACAO.COM.BR. Esteiras transportadoras: otimização e eficiência na indústria. Disponível em: <https://sameautomacao.com.br>. Acesso em: 22 out. 2024.

VIDA DE SILÍCIO. ESP32: O que é e como utilizar. Disponível em: <https://www.vidadesilicio.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2024.