



Turma: 3EM-P 2025

Alisson dos Santos Gimenes

Carlos Henrique da Silva

Danilo Leal Medina

Gabriel Henrique Muniz Pastore

Vinicius José de Carvalho

## Esteira Eficiência Energética

Campinas – SP

2025



## Esteira Eficiência Energética

Relatório Técnico - Científico apresentado  
na disciplina de Projetos do curso Técnico  
em Eletroeletrônica do SENAI de  
Campinas.

Orientador: Prof. Saulo Boni  
Prof. Massaki

Campinas – SP  
2025

# SUMÁRIO

## **AGRADECIMENTOS**

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>  | <b>1</b>  |   |
| 1.1 Problema  | 2   |   |
| 1.2 Objetivos   | 2   |   |
| 1.3 Justificativa   | 2   |   |
| <b>2. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO</b>  | <b>3</b>  |   |
| <b>3. PARTE ESTRUTURAL</b>  | <b>4</b>  |   |
| <b>4. Resultados e Discussão</b>  | <b>5</b>  |   |
| 4.1 Diagrama de Ishikawa (Problemas e Causas Raiz x Objetivo)                   | 4.2 Escopo do projeto e Cronograma / Gráfico de Gantt | 6 |
| 4.3 Cronoanálise  | 7   |   |
| 4.4 Pesquisa de Patentes, soluções pré-existentes                               | 8   |   |
| 4.5 Matriz GUT  | 9   |   |
| 4.6 Esquema elétrico, eletrônico, código, desenhos técnicos, modelagem 3D, etc. | 10  |   |
| 4.7 Memorial de cálculos .....  | 11  |   |
| 4.8 Business Model Canvas ou Business Model Project.....                        | 12  |   |
| <b>5. CIRCUITO ELETRÔNICO OU ELETROELETRÔNICO.....</b>                          | <b>13</b>   |   |
| <b>6. PROGRAMAÇÃO .....</b>   | <b>14</b>   |   |
| <b>7. VIABILIDADE</b>   |   |   |
| .....   | <b>15</b>   |   |
| <b>8. CRONOGRAMA.....</b>   | <b>16</b>   |   |
| <b>9. CONCLUSÃO.....</b>  | <b>17</b>   |   |
| <b>10. REFERÊNCIAS</b>  |   |   |

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela oportunidade e a força de vontade para superar os desafios.

A Escola Faculdade de Tecnologia Senai Roberto Mange pela oportunidade e a fornecer os materiais e melhor ambiente de ensino

Ao José Macedo, técnico colaborador da Pirelli que sugeriu um projeto no campo da eficiência energética e nos ajudou durante o percurso de desenvolvimento dele.

E por fim os professores que nos acompanharam durante essa jornada e desenvolvimento de ensino, sempre prezando em trazer os melhores dos materiais e prover o melhor ambiente.

## **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um projeto voltado à eficiência energética em esteiras transportadoras utilizadas na produção de pneus na empresa. O problema identificado foi o acionamento contínuo das esteiras, mesmo sem fluxo de pneus, ocasionando desperdício de energia elétrica e desgaste prematuro dos motores. A solução proposta consiste na reprogramação dos CLPs e na instalação de sensores ópticos para acionar os motores apenas quando houver pneus na linha.

Os resultados esperados incluem redução no consumo de energia das esteiras avaliadas, menor desgaste mecânico e a criação de uma base documental para replicação em outras linhas de produção.

Devido à elevada quantidade de linhas de produção que utilizam esteiras transportadoras, projeta-se uma redução anual de custos expressiva, resultante da diminuição do consumo específico de energia e da mitigação do desgaste eletromecânico dos conjuntos motrizes. Paralelamente, a proposta estabelece uma padronização dos critérios de acionamento e controle das esteiras, fornecendo uma base metodológica para replicação do modelo em outros setores da planta.

Dessa forma, o presente trabalho visa não apenas aumentar a eficiência operacional do sistema de transporte interno, mas também consolidar uma solução robusta, escalável e alinhada às diretrizes de eficiência energética industrial. A implementação das modificações nos CLPs e a integração dos sensores ópticos reforçam a importância da automação como ferramenta para a redução de perdas, aumento da confiabilidade operacional e otimização global do processo produtivo.

## **1.1 Problema**

A operação contínua das esteiras transportadoras utilizadas no processo de reparo de pneus ocasiona um incremento significativo no consumo energético, resultando em custos operacionais adicionais. Este consumo excessivo de energia elétrica não só eleva as despesas financeiras como compromete sua eficiência energética e sustentabilidade corporativa, chamando atenção para com o compromisso ambiental da empresa.

## **1.2 Objetivos**

Desenvolver uma solução para aumentar a eficiência energética das esteiras transportadoras, reduzindo desperdícios, prolongando a vida útil dos motores e minimizando os impactos ambientais associados ao consumo excessivo de energia.

Objetivos Específicos:

- Acionar os motores das esteiras apenas na presença de pneus.
- Reprogramar os CLPs para funcionamento dinâmico.
- Instalar sensores ópticos em pontos estratégicos.
- Documentar parâmetros técnicos para replicação futura.
- Reduzir custos operacionais e melhorar a sustentabilidade do processo.

## **1.3 Justificativa**

Analizando o conjunto de esteiras, nota-se que o processo automático sem cargas, é responsável por um alto consumo energético, gerando um alto custo financeiro. Por conta da rotação diária, sem parada, das esteiras é comum também ocorram desgastes mecânicos, nos: motores, redutores e rolamentos.

## **2. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO**

Uma esteira transportadora é um equipamento utilizado para movimentar produtos de um ponto a outro de forma contínua e automatizada. Ela é composta por uma estrutura metálica que serve de suporte para o sistema de transporte, geralmente formado por uma correia contínua de borracha, PVC, PU ou por módulos plásticos interligados. Essa correia fica apoiada sobre a estrutura e passa em torno de dois tambores: o tambor motriz, responsável por tracionar o movimento, e o tambor de retorno, que mantém a correia tensionada.

O acionamento da esteira é feito por um motor elétrico, normalmente acoplado a um redutor de velocidade, que transmite força ao tambor motriz ou a engrenagens que puxam a correia. Para evitar escorregamentos, a esteira possui um sistema de tensionamento que garante o ajuste correto da correia. Quando o motor entra em funcionamento, a correia se movimenta em circuito fechado, transportando os materiais de forma contínua.

Além do transporte em si, muitas esteiras são equipadas com acessórios como guias laterais, sensores, inversores de frequência para controlar a velocidade, sistemas de parada de emergência e até dispositivos de inspeção. Assim, a esteira transportadora se torna uma solução eficiente, segura e versátil para linhas de produção, armazenagem e logística.

### **3. PARTE ESTRUTURAL**

- Estrutura e chassi – Base principal fabricada em aço/alumínio, responsável por sustentar todos os componentes da esteira, garantindo rigidez mecânica e estabilidade durante a operação.
- Correia transportadora – Correia em PVC utilizada para o deslocamento dos pneus. Possui boa resistência à abrasão e aderência adequada para evitar escorregamentos.
- Sistema de tração – Conjunto formado por motor elétrico, redutor e tambor motriz, responsável por transmitir movimento à correia. O motor possui potência nominal de 0,75 kW.
- Sistema de tensionamento – Conjunto de suportes e rolamentos que permitem ajustar o estiramento da correia, evitando folgas, desalinhamento e desgaste prematuro.
- Tambores e roletes de apoio – Tambores de retorno e roletes que sustentam a correia ao longo do percurso, garantindo distribuição uniforme da carga e diminuindo atrito.
- Sistema de sustentação – Estruturas metálicas e pés reguláveis que mantêm a esteira nivelada e alinhada ao restante da linha de produção.
- Guias laterais e acessórios – Peças instaladas nas laterais para manter o pneu centralizado durante o transporte. Inclui suportes auxiliares, fixações e proteções físicas.
- Suporte para sensores – Adaptações mecânicas feitas exclusivamente para o projeto, permitindo a instalação e fixação dos sensores ópticos utilizados no acionamento automático.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentação dos resultados obtidos (gráficos, fotos, tabelas) Diagrama de Ishikawa (Problemas e Causas Raiz x Objetivo)

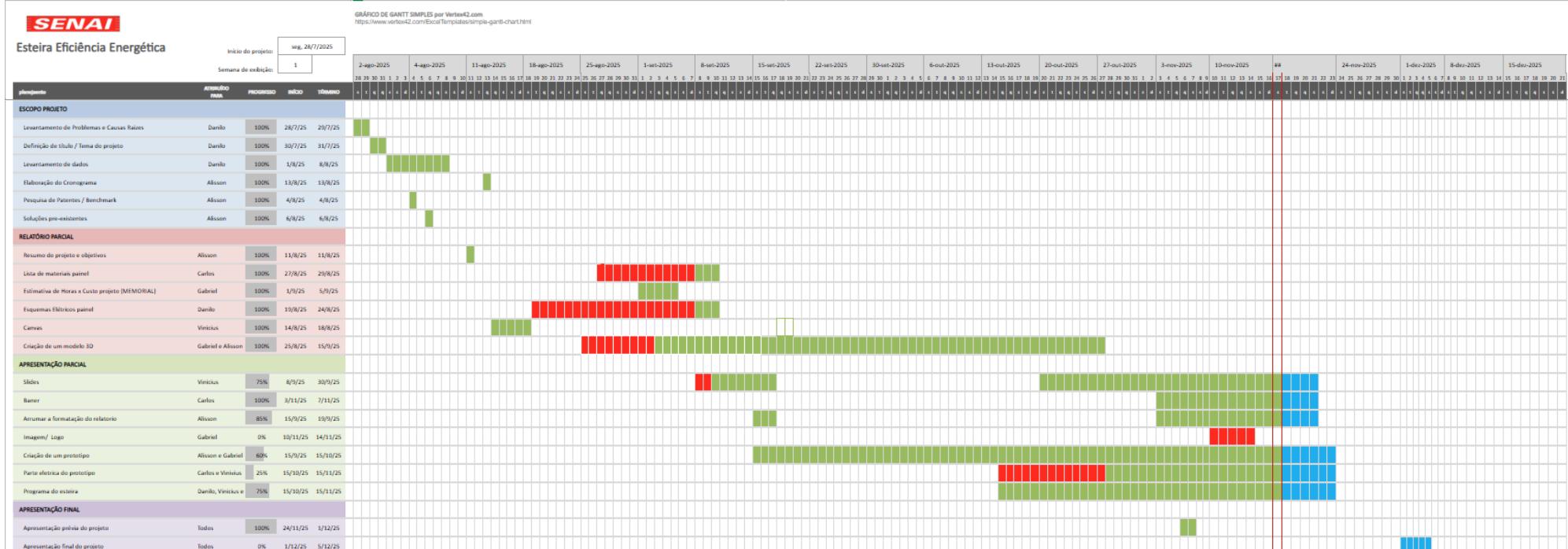


1- **Título da imagem:** Causa e Efeito – Esteira rodando sem material.

**Fonte:** Do próprio autor.



## 4.2 ESCOPO DO PROJETO E CRONOGRAMA/GRÁFICO DE GANTT

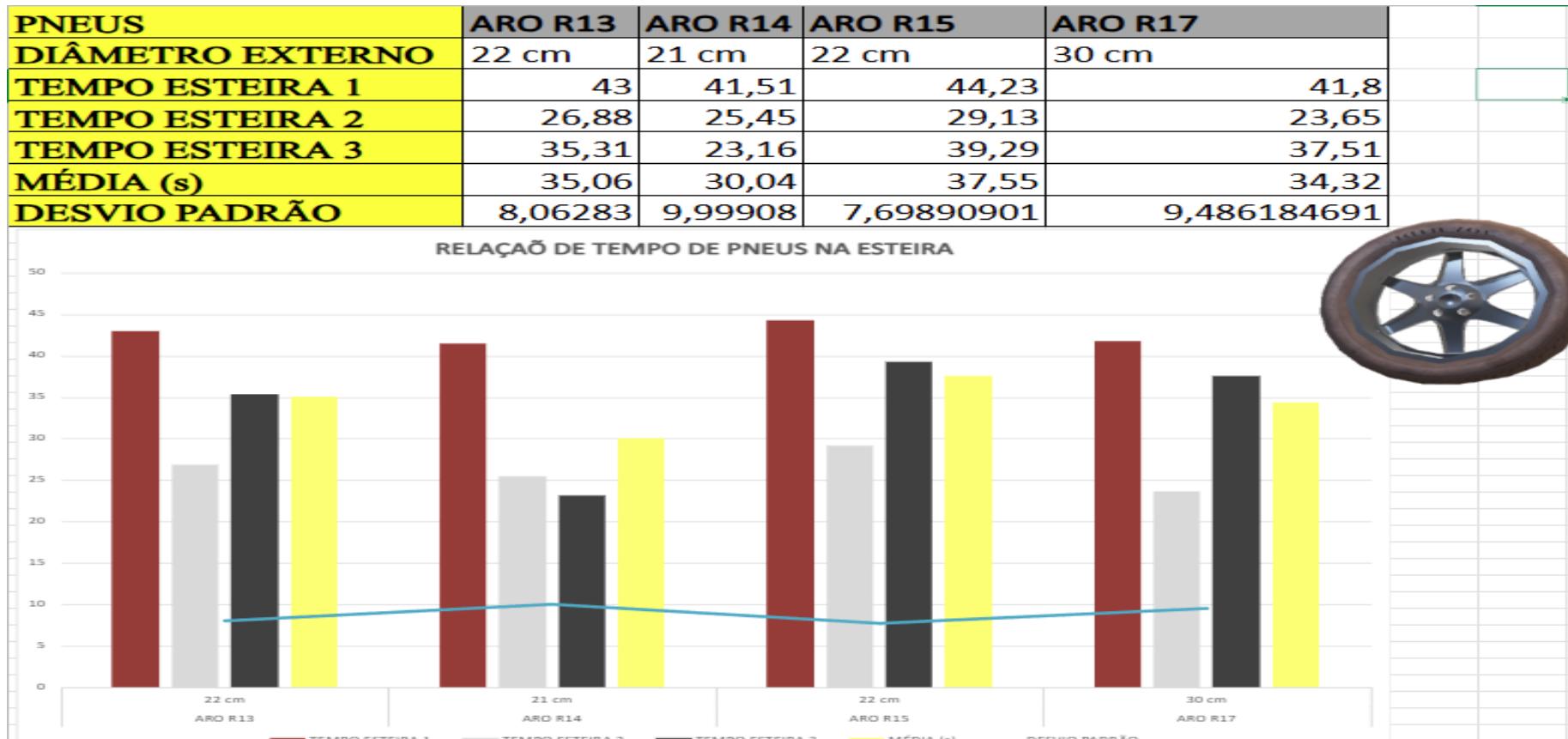


**2- Título da imagem:** Causa e Efeito – Esteira rodando sem material.

**Fonte:** Do próprio autor.



## 4.3 CRONOANÁLISE



3- Título da imagem: Cronoanálise.

Fonte: Do próprio autor.



## 4.4 PESQUISA DE PATENTES, SOLUÇÕES PRÉ-EXISTENTES

### Sistema de transporte com transportadores automatizados

#### Abstrair

Um sistema **industrial** transportado inclui pelo menos uma estação de trabalho, incluindo uma câmara de forno aquecida. Um trilho fixo e não motorizado define um caminho **do transportador**, incluindo uma zona de forno na qual o trilho se estende através ou sobre a câmara do forno aquecido. Um **transportador transportador** automatizado (ACC) é suspenso do trilho por um carrinho autônomo com um motor de bordo para conduzir o ACC ao longo do trilho e por pelo menos um carrinho de rolamento livre adicional. O ACC compreende ainda um invólucro contendo um ou ambos de um inversor e uma bateria, tendo o invólucro uma parede que define um espaço interior do invólucro. Além da parede, é fornecido um sistema de proteção contra o calor, o sistema de proteção contra o calor operando para limitar a temperatura interna do gabinete durante o transporte ao longo da zona do forno.

**US11702292B2**

Estados Unidos

 Baixar PDF

 Encontre o estado da técnica

 Semelhante

**Inventor:** [Chad Martin Andreea, Bradley M. Andreea, Stephen C. Mann, Anthony C. Scoville](#) **Cessionário atual :** Sistemas SST Inc

**Aplicações em todo o mundo**

4- Título da imagem: Sistema de transporte com transportadores automatizados.

Fonte: Google.

**Nome dos inventores:** Chad Martin Andreea, Bradley M. Andreea, Stephen C. Mann, Anthony C. Scoville.

**Título da patente:** Conveyor system with automated carriers.

**Nomes do depositante e/ou titular:** SST Systems Inc.

**Sigla do país:** US.

## Patente 2:

### Sistemas e métodos para gerenciar alarmes inteligentes

#### Abstrair

Um método de análise de eventos para um sistema elétrico inclui: receber fluxo(s) de eventos que ocorrem no sistema elétrico, sendo os eventos identificados a partir de sinais relacionados à energia capturados no sistema; analisar um ou mais fluxos de eventos dos eventos para identificar diferentes gatilhos acionáveis a partir deles, os diferentes gatilhos, incluindo um cenário em que um grupo de eventos satisfaz uma ou mais condições de acionamento predeterminadas; analisar, ao longo do tempo, os diferentes gatilhos acionáveis para identificar uma combinação de gatilhos acionáveis que ocorrem e/ou não ocorrem que satisfazem uma condição de combinação de gatilhos predefinida e uma restrição de tempo de análise; e em resposta à observação da combinação, tomar uma ou mais ações para lidar com os eventos. A restrição de tempo da análise pode ser um período de tempo, duração e/ou sequência dentro da qual os dados com registro de data e hora de eventos no(s) fluxo(s) de eventos e os gatilhos acionáveis associados são considerados ou não considerados na análise para identificar a combinação.

US12094319B2  
Estados Unidos

Baixar PDF  
 Encontre o estado da técnica  
 Semelhante

Inventor: [Johannes Menzel](#), [Jeffrey Winston Yeo](#) Cessionário atual : Schneider Electric EUA Inc

Aplicações em todo o mundo  
2019 AU • WO CN CA EP NOS 2020 EUA • 2023 EUA •

Inscrição US18/143.887 eventos ②  
2023-05-05 • Pedido apresentado nela

5- Título da imagem: Sistemas e métodos para gerenciar alarmes inteligentes.

Fonte: Google.

**Nome dos inventores:** Johannes Menzel, Jeffrey Winston Yeo.

**Título da patente:** Systems and methods for managing smart alarms.

**Nomes do depositante e/ou titular:** Schneider Electric USA Inc.

**Sigla do país:** US.

### **Patente 3:**

#### **Sistemas e métodos de detecção de anomalias em tempo real**

##### **Abstrair**

Os sistemas e métodos fornecem uma ferramenta de reconhecimento e análise de ações para uso em manufatura, serviços de saúde, remessa, varejo e outros contextos semelhantes. O reconhecimento de ações de aprendizado de máquina pode ser utilizado para determinar ciclos, processos, ações, sequências, objetos e/ou similares em um ou mais fluxos de sensores. Os fluxos de sensores podem incluir, mas não estão limitados a, um ou mais quadros de sensor de vídeo, quadros de sensor térmico, quadros de sensor infravermelho e/ou quadros de profundidade tridimensionais. A ferramenta de análise pode fornecer validação de processo, detecção de anomalias e garantia de qualidade no processo.

**US12055920B2**

Estados Unidos

 Baixar PDF

 Encontre o estado da técnica

 Semelhante

**Inventor:** [Prasad Narasimha Akella](#),  
[Ananya Honnedevasthana ASHOK](#),  
[Krishnendu Chaudhury](#), [Ashish Gupta](#),  
[Sujay Venkata Krishna NARUMANCHI](#),  
[David Scott PRAGER](#), [Devashish Shankar](#), [Ananth Uggirala](#)  
**Cessionário**

**6-** Título da imagem: Sistemas e métodos de detecção de anomalias em tempo real.

Fonte: Google.

**Nome dos inventores:** Prasad Narasimha Akella, Ananya Honnedevasthana ASHOK, Krishnendu Chaudhury, Ashish Gupta, Sujay Venkata Krishna. NARUMANCHI, David Scott PRAGER, Devashish Shankar, Ananth Uggirala.

**Título da patente:** Real time anomaly detection systems and methods.

**Nomes do depositante e/ou titular:** R4n63r Capital LLC, Apple Inc.

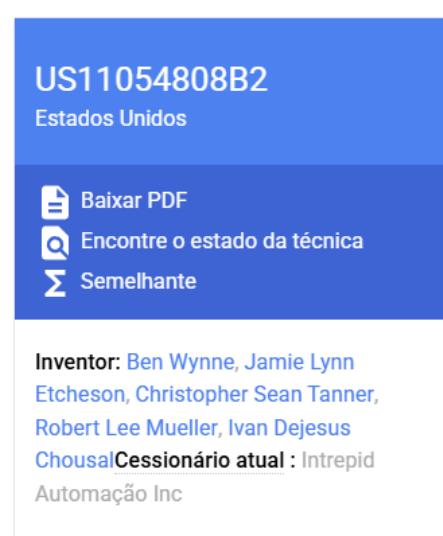
**Sigla do país:** US.

## **Patente 4:**

### **Plataforma de gestão para linha de produção de manufatura aditiva**

#### **Abstrair**

Os sistemas e métodos para gerenciar uma linha de produção de manufatura aditiva incluem uma máquina de manufatura aditiva com um primeiro sensor e um equipamento auxiliar com um segundo sensor. Um servidor inclui protocolos de segurança, um módulo de fluxo de trabalho, um módulo **industrial** de Internet das Coisas (IIoT) e um módulo de aprendizado de máquina. O módulo de fluxo de trabalho, o módulo IIoT, o módulo de aprendizado de máquina, a máquina de manufatura aditiva e os equipamentos auxiliares estão em comunicação entre si usando os protocolos de segurança. O módulo de aprendizado de máquina processa o feedback do primeiro sensor e do segundo sensor para controlar a operação da máquina de manufatura aditiva por meio do módulo de fluxo de trabalho e do módulo IIoT.



7- Título da imagem: Plataforma de gestão para linha de produção de manufatura aditiva.

Fonte: Google.

**Nome dos inventores:** Ben Wynne, Jamie Lynn Etcheson, Christopher Sean Tanner, Robert Lee Mueller, Ivan Dejesus Chousal.

**Título da patente:** Management platform for additive manufacturing production line.

**Nomes do depositante e/ou titular:** Intrepid Automation Inc.

**Sigla do país:** US.

## **Patente 5:**

### **Manuseio de materiais usando sistema de aprendizado de máquina**

#### **Abstrair**

Sistemas e métodos para classificar materiais utilizando um ou mais sistemas de sensores, que podem implementar um sistema de aprendizado de máquina para identificar ou classificar cada um dos materiais, que podem então ser classificados em grupos separados com base em tal identificação ou classificação. O sistema de aprendizado de máquina pode utilizar uma rede neural e ser previamente treinado para reconhecer e classificar certos tipos de materiais.

**US20210346916A1**

Estados Unidos

 Baixar PDF

 Encontre o estado da técnica

 Semelhante

Inventor: [Nalin Kumar, Manuel Gerardo Garcia, JR., Kanishka Tyagi](#) Cessionário

8- Título da imagem: Manuseio de materiais usando sistema de aprendizado de máquina.

Fonte: Google.

**Nome dos inventores:** Nalin Kumar, Manuel Gerardo Garcia, JR.

Kanishka Tyagi.

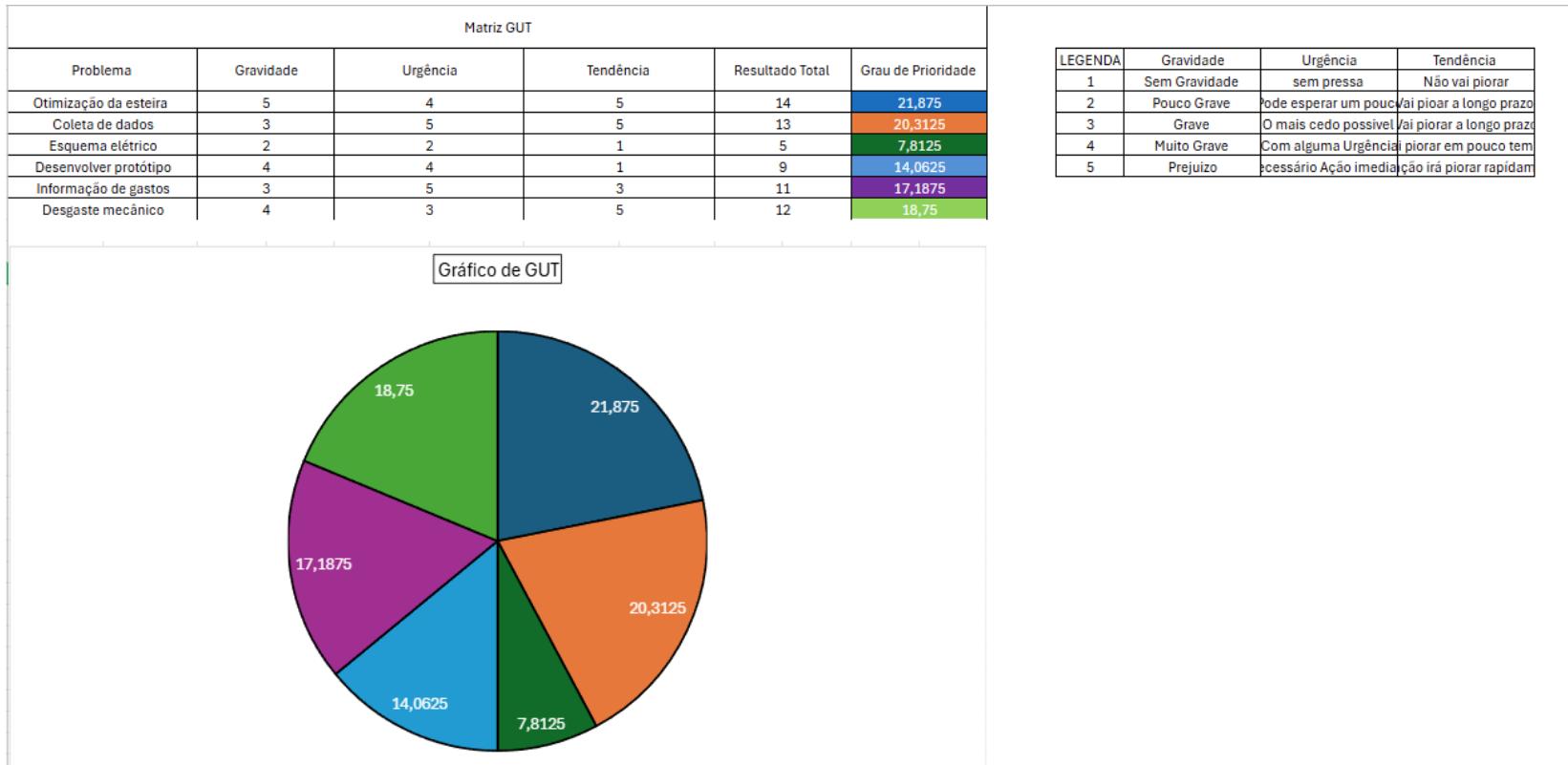
**Título da patente:** Material handling using machine learning system.

**Nomes do depositante e/ou titular:** Sortera Technologies Inc.

**Sigla do país:** US.



## 4.5 MATRIZ GUT



9 - Título da imagem: Matriz de Gut.

Fonte: Do próprio autor.



## 4.6 VALORIZAÇÃO DAS HORAS PROJETO/ESTIMATIVA DE CUSTO

| Matriz de Gastos     |                          |                       |                 |                  |              |              |              |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| Consumidores         | Consumo de energia(Kw/h) | Consumo diario (Kw/h) | Valor pago Kw/h | Valor diario     | Valor mês    | Valor ano    | Total:       |
| Motor 1              | 0,55 Kw/h                | 13,2 Kw/h             | R\$ 0,39        | R\$ 5,15         | R\$ 154,44   | R\$ 1.853,28 | R\$ 5.559,84 |
| Motor 2              | 0,55 Kw/h                | 13,2 Kw/h             | R\$ 0,39        | R\$ 5,15         | R\$ 154,44   | R\$ 1.853,28 |              |
| Motor 3              | 0,55 Kw/h                | 13,2 Kw/h             | R\$ 0,39        | R\$ 5,15         | R\$ 154,44   | R\$ 1.853,28 |              |
| Valor da hora        | Horas mensais            | Total de horas        | Valor           | Numero de alunos | Valor total  |              |              |
| R\$ 9,74             | 13,33333333              | 80                    | R\$ 779,20      | 5                | R\$ 3.896,00 |              |              |
| Programas utilizados | preço da assinatura      | valor hora            | mês             | valor total      |              |              |              |
| Microsoft 365        | R\$ 51,00                | R\$ 0,07              | 6               | R\$ 306,00       |              |              |              |

10 - Título da imagem: Matriz de gastos.

Fonte: Do próprio autor.

## 4.7 MEMORIAL DE CALCULOS

- **Potência do motor da esteira (P):** 0,75 kW.
- **Tempo ligado ANTES ( $T_1$ ):** 24 h/dia.
- **Tempo ligado DEPOIS ( $T_2$ ):** 8 h/dia (com sensores).
- **Custo médio da energia:** R\$ 0,85/kWh.

**Consumo antes:**

$$E_1 = P \times T_1 = 0,75 \times 24 = 18 \text{ kWh/dia.}$$

**Consumo depois:**

$$E_2 = P \times T_2 = 0,75 \times 8 = 6 \text{ kWh/dia.}$$

**Economia diária:**

$$18 - 6 = 12 \text{ kWh/dia.}$$

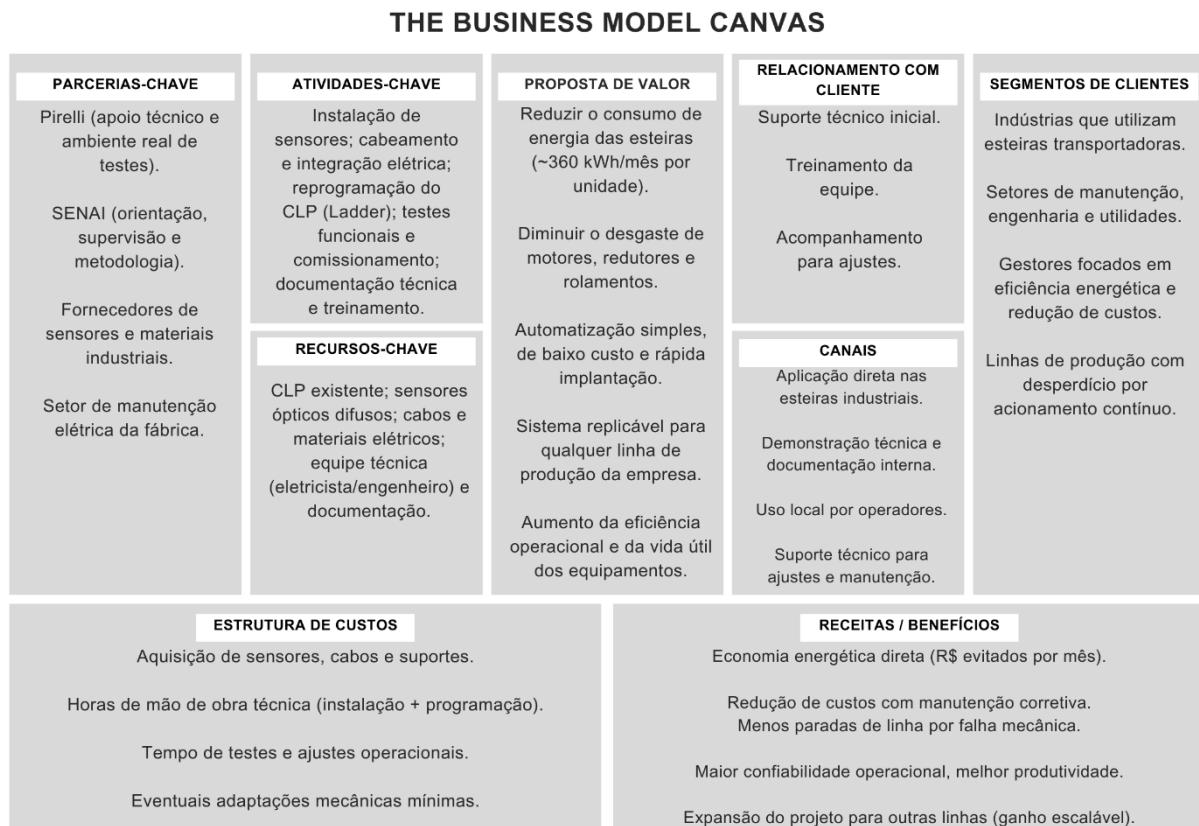
**Economia mensal:**

$$12 \times 30 = 360 \text{ kWh/mês.}$$

**Economia em dinheiro:**

$$360 \times 0,85 = R\$ 306,00/\text{mês por esteira.}$$

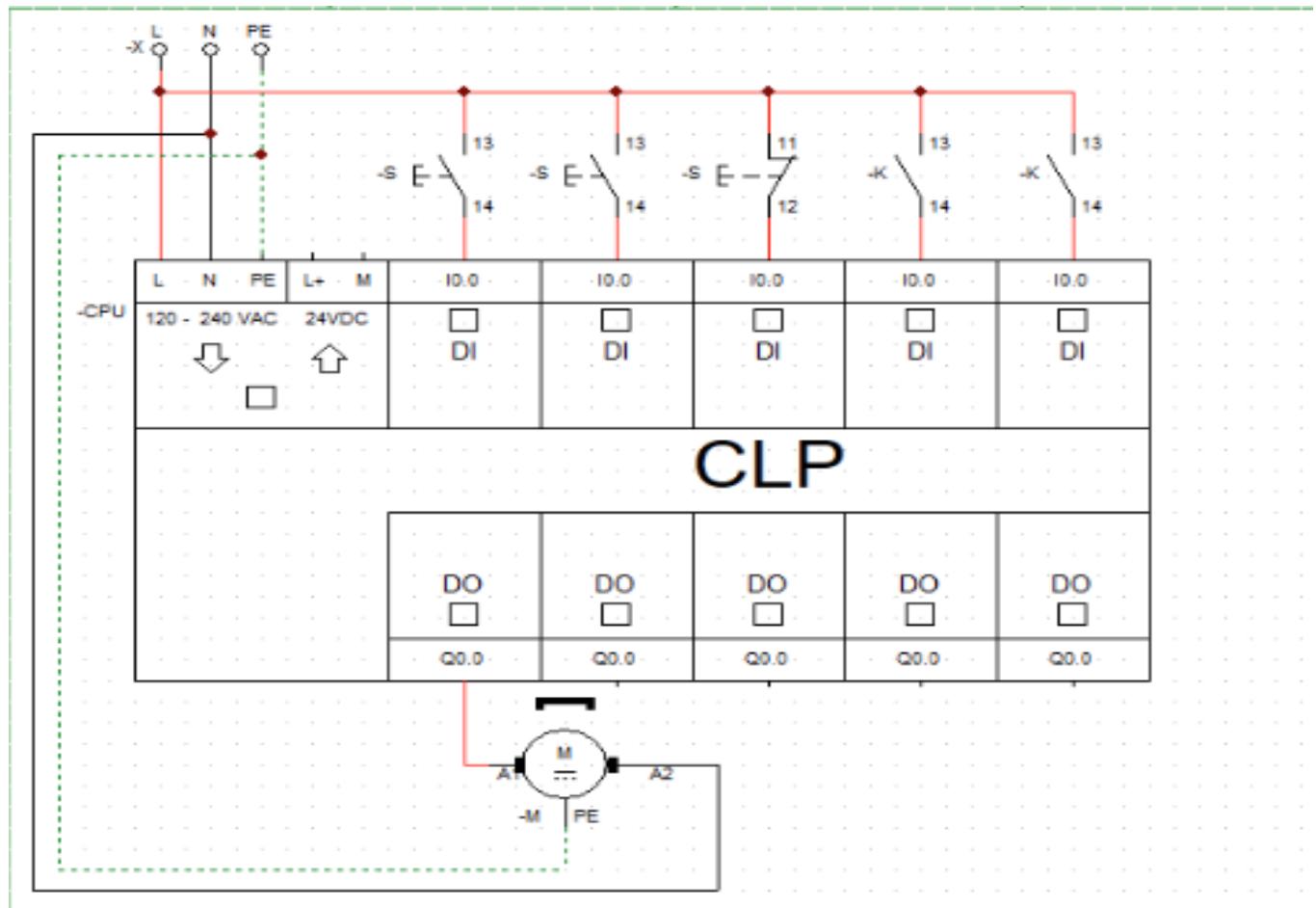
## 4.8 BUSINESS MODEL CANVAS OU BUSINESS MODEL PROJECT



11 - Título da imagem: Business Model Canvas.

Fonte: Do próprio autor.

## 5. CIRCUITO ELETROELETRÔNICO



12 - Título da imagem: Circuito eletroeletrônico.

Fonte: Do próprio autor.

**Tabela 1:**

**S0** = Botão Desliga;

**M** = Motor;

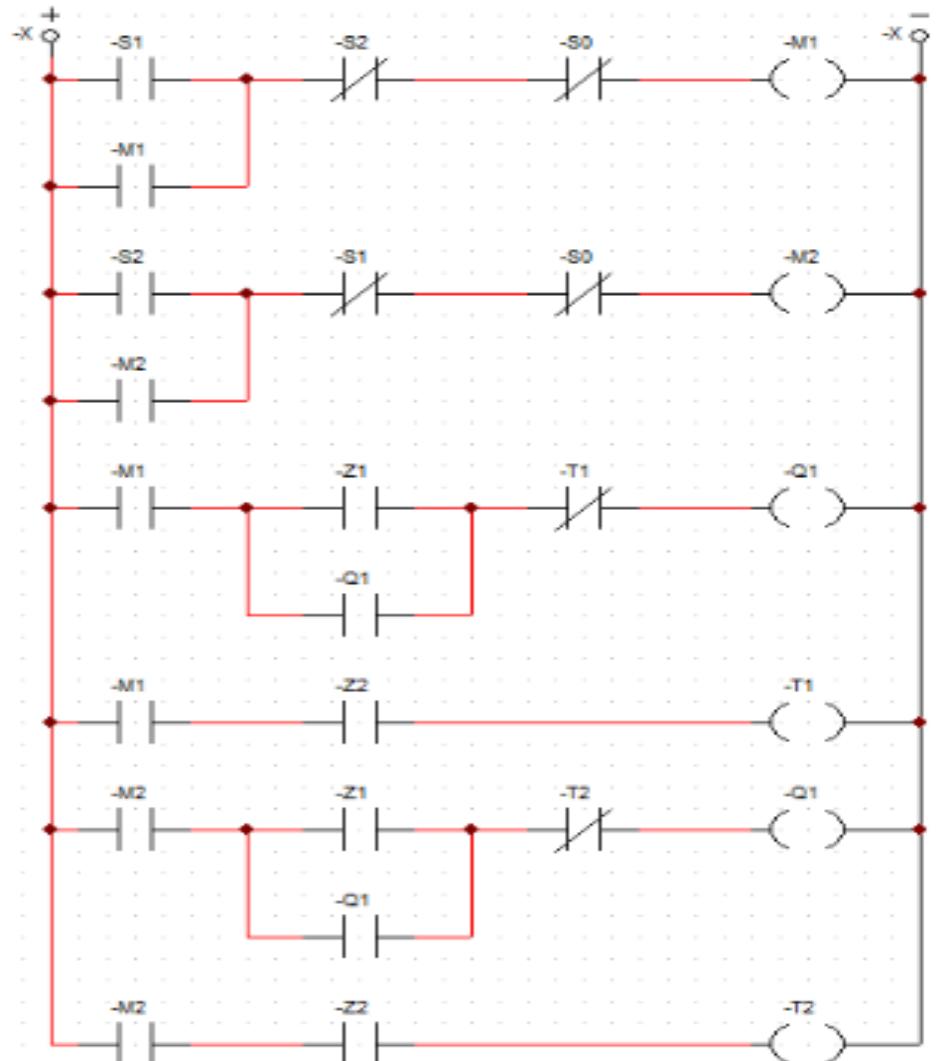
**S1** = Botão Modo Temporizador;

**S2** = Modo Detecção;

**Z1** = Sensor 1;

**Z2** = Sensor 2.

## 6. PROGRAMAÇÃO



13 - Título da imagem: Programação em Ladder.

Fonte: Do próprio autor.

S0 = Botão Desliga

S1 = Botão Modo Temporizador

S2 = Botão Detecção

Z1 = Sensor 1

Z2 = Sensor 2

M1 = Memorial 1

M2 = Memorial 2

Q1 = Saída do motor

T1 = Temporizador 1

T2 = Temporizador 2

## **7. VIABILIDADE**

A solução apresenta alta viabilidade técnica, pois utiliza sensores ópticos compatíveis com o CLP já instalado na linha, sem necessidade de modificar motores, painéis ou estrutura da esteira. O sistema opera em 24 VDC, atende às práticas de automação industrial e mantém o funcionamento original, apenas acrescentando a lógica de detecção de produto.

Do ponto de vista operacional, a instalação é simples, exige poucas adaptações mecânicas e pode ser realizada dentro das paradas programadas, sem impacto relevante no processo produtivo. A resposta rápida dos sensores garante acionamento confiável e evita funcionamento em vazio.

A viabilidade econômica também é favorável: o custo dos sensores e da mão de obra é baixo, enquanto a economia estimada é de cerca de 360 kWh/mês por esteira, resultando em retorno do investimento em poucos meses. O menor desgaste de motores, redutores e rolamentos reduz ainda mais os custos indiretos.

Em termos de manutenção, o sistema é robusto, requer apenas limpeza periódica dos sensores e utiliza lógica Ladder simples, facilitando ajustes futuros pela equipe técnica. Assim, o projeto se mostra viável, de baixo custo, rápido de implementar e com retorno energético imediato, podendo ser replicado em outras linhas da fábrica.



## **8. CRONOGRAMA**

14 - Título da imagem: Cronograma geral.

Fonte: Do próprio autor.



## **9. CONCLUSÃO**

O projeto demonstrou a viabilidade técnica e os benefícios operacionais obtidos com a aplicação de automação simples por meio de sensores e reprogramação de CLPs em esteiras transportadoras. A solução proposta reduziu desperdícios, aumentou a eficiência energética e estabeleceu um padrão operacional que pode ser replicado em outras linhas da fábrica.

Além dos resultados práticos, o desenvolvimento deste trabalho contribuiu de forma significativa para o aprendizado dos alunos do SENAI Roberto Mange, permitindo a aplicação real de conceitos de automação industrial, instrumentação e otimização de processos. A parceria com a Pirelli Pneus reforça a importância de iniciativas que unam indústria e educação para a construção de processos mais sustentáveis e eficientes.

Apesar dos avanços alcançados, o projeto ainda pode ser aprimorado com a expansão do sistema para outras etapas da produção, integração com sistemas supervisórios (SCADA) e coleta contínua de dados para análises mais detalhadas. Dessa forma, abre-se caminho para futuras melhorias no controle de energia e no desempenho geral das linhas de transporte.

## REFERÊNCIAS

Boyer, C. B.; Uta, C.M. **História da Matemática**; [Tradução de Helena Castro]. 3 ed. São Paulo - SP: Blucher, 2012;

Cortela, M. S. **Educação, Escola e Docência**: novos tempos, novas atitudes; São Paulo - SP: Cortez editora, 2017. p. 65.

D'Ambrósio, U. **Educação Matemática**: da teoria à prática. 23. ed. Campinas - SP: Papirus, 2012;

Kubo,O.; Botomé, S. **Ensino e aprendizagem**: uma interação entre dois processos comportamentais. Interação, v.5, p.123-32, 2001

Hart-Davis, A. **O Livro da Ciência**. 2. ed. São Paulo - SP: Globo, 2016;

Piletti, C. **Didática geral**. São Paulo: Ática, 1995;

Ribeiro, J. L. P.; **Áreas e Proporções nas Superquadras de Brasília Usando o Google Maps**. Revista do Professor de Matemática. Rio de Janeiro, n. 92, p. 12-15, jan-abr. 2017.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14724**: Informação e documentação. Trabalhos Acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2002.