

# DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO BASEADO EM FERRAMENTAS DA QUALIDADE E CONCEITOS DE AUTOMAÇÃO: PROTÓTIPO DE UM ELEVADOR DE CARGAS

Igor Eduardo Santos de Melo (UFAL - Campus Sertão) iiggoorr12345@hotmail.com

Lucas Miguel Alencar de Moraes Correia (UFAL - Campus Sertão)  
lucasalencar1000@hotmail.com

Lucas Cavalcante Machado (UFAL - Campus Sertão) lucas.kawalcante@yahoo.com.br

Kelvin Everton Santos de Melo (UFAL - Campus Sertão)  
kelvinevertonmelo@hotmail.com

## Resumo

Neste trabalho houve a construção de um protótipo de um elevador de carga industrial, cuja situação percebida em um projeto de fábrica, seria de movimentar materiais/insumos em tempo hábil entre o térreo e dois pavimentos. Para tanto, o seu desenvolvimento em um sistema automático, teve como objetivo principal, reunir conhecimentos pertinentes das áreas de Engenharia do Produto, Gestão da Qualidade e Automação Industrial. O projeto do protótipo fora estruturado por meio de uma roteirização dos procedimentos metodológicos constituídos das ferramentas *Brainstorming*, 5W2H e do *software* Zelio Soft 2. Sendo subdivido em duas etapas: na primeira, houve a elaboração e construção física do protótipo, enquanto que, na segunda, foi realizada a implantação da lógica no *software*, onde, posteriormente, testadas tais informações, foram transferidas para o Controlador Lógico Programável (CLP) processar e reproduzir os movimentos estabelecidos. Com a realização dos testes, os resultados obtidos se revelaram satisfatórios para o plano inicial de controlar o sistema automatizado com o uso da programação *ladder* e de um CLP. De maneira que, as funções de acionamento, movimentação e velocidade do equipamento transitando por entre os pavimentos funcionaram de acordo com a disposição das entradas e saídas do protótipo; permanecendo parado em cada pavimento por tempos pré-definidos e, por último, retornando ao início (térreo) para um possível novo ciclo operacional.

**Palavras-Chaves:** 5W2H, *Brainstorming*, CLP, PDP

## **1. Introdução**

No mundo moderno, em que se procura rapidez e qualidade para a maioria dos processos industriais, a atividade de transporte aparece como uma grande oportunidade para empresas se destacarem diante das concorrentes. Neste sentido, apesar de se tratar de um equipamento com pouco mais de dois séculos de existência, muitos avanços têm sido apresentados aos elevadores; sejam eles como meio de locomoção de pessoas, seja de transporte de cargas.

A automação, da mesma forma, é uma área do conhecimento que procura oferecer ao ser humano, um conjunto de soluções para os seus problemas, geralmente ligados ao bem estar e a produtividade. As aplicações não se resumem a substituir o trabalho humano imbuído de tarefas exaustivas, monótonas e perigosas; elas trazem melhoria na qualidade de processos, otimização dos espaços, redução no tempo de produção e custos (PAREDE, 2011).

Não obstante, a automação se vale da sua interseção com outras áreas de conhecimento inerentes a Engenharia galgando atingir seus objetivos. Ao título de exemplificação, a Engenharia do Produto e Gestão da Qualidade dão suporte no gerenciamento da construção de protótipos e, por conseguinte, aprimorá-los desde sua concepção até a entrega na forma de produto final ao mercado.

Diante disso, tendo por arcabouço teórico das áreas anteriormente supracitadas, esse trabalho consiste em elaborar o protótipo de um elevador de carga industrial, atendendo a sustentabilidade e o respeito ao meio ambiente. Dado que, o seu principal objetivo é transportar insumos para dois pavimentos em uma sequência direta e com um curto espaço de tempo de distribuição, partindo do térreo em acordo com a alta precisão de demanda.

## **2. Fundamentação teórica**

Esta seção promove uma sucinta discussão teórica por meio do posicionamento de autores relevantes aos temas abordados neste trabalho, em favor ao embasamento dos procedimentos metodológicos e discussão dos resultados obtidos nos próximos tópicos.

### **2.1. Automação Industrial**

A automação industrial e a junção da mecânica, eletrônica e sistemas auxiliados por computadores para execução e eficiência das operações. O principal motivo da mesma é a

flexibilidade e aumento da qualidade nos processos deixando, por exemplo, as máquinas mais eficientes reduzindo os custos com operação Borracha (2012), Marcal, Guimarães e Rezende (2013) conforme citado por Silva et. al. (2018).

Em suma aos posicionamentos dos autores supracitados, estes ainda convergem para uma tendência cada vez mais inevitável do papel dos computadores como instrumento contemporâneo que alicerça praticamente todas as tecnologias da automação; uma vez que são percebidos exemplos contundentes da sua aplicação em diversas áreas do conhecimento e da atividade humana.

### 2.1.2. CLP – Controlador Lógico Programável

O controlador lógico programável (CLP) é um dispositivo eletrônico que tem um papel fundamental na automação industrial. Segundo Weiss, Gasparin e Schiling (2011), o seu desenvolvimento deu-se com o objetivo de controlar circuitos elétricos através de programações capazes de realizarem operações lógicas e aritméticas de acordo com as entradas processadas e as saídas possíveis. Surgido na década de 1960 como uma alternativa aos painéis de controle utilizados por diversas indústrias. Com passar dos anos, se modernizou ao agregar a si funções importantes. O quadro 01 descreve brevemente sua evolução histórica:

Quadro 01: Evolução histórica do CPL

Década	Evento
1960	Surgimento do CLP em substituição aos painéis de controle com relés eletromecânicos – economia de energia, facilidade de manutenção, redução de espaço e diminuição de custos.
1970	O CLP adquiriu instruções de temporização, operações aritméticas, movimentação de dados, operações matriciais, terminais de programação, controle analógico PID. No final da década, foram incorporados recursos de comunicação, propiciando a integração entre controladores distantes e a criação de vários protocolos de comunicação proprietários (incompatíveis entre si).
1980	Redução do tamanho físico em virtude da evolução da eletrônica e adoção de módulos inteligentes de E/S, proporcionando alta velocidade e controle preciso em aplicações de posicionamento. Introdução da programação por software em microcomputadores e primeira tentativa de padronização do protocolo de comunicação.
1990	Padronização das linguagens de programação sob o padrão IEC 61131-3, introdução interface homem-máquina (IHM), <i>softwares</i> supervisores e de gerenciamento, interfaces para barramento de campo e blocos de funções.
Hoje	Preocupação em padronizar os protocolos de comunicação para os CLPs de modo que haja interoperabilidade, possibilitando que o equipamento de um fabricante se comunique com o de outro, o que facilita a automação, o gerenciamento e o desenvolvimento de plantas industriais mais flexíveis e normalizadas.

Fonte: Adaptado de Parede (2011)

O funcionamento do CLP está baseado em três etapas: entradas, processamento e saídas (WEISS; GASPARIN; SCHLING, 2011). As entradas levam sinais ao processador, sinais esses que podem ser obtidos através de sensores ou botões de acionamentos dispostos no sistema automatizado. O processador implementa funções determinadas pela programação tais como: temporização, lógica, sequenciamento e etc (AMARAL; COSTA, 2015). Atualmente, a linguagem mais usada no CLP é a *ladder* (LD – *Ladder Diagram*), que segundo Franchi e Camargo (2008), é baseada em relés e contato elétrico para acionamento.

### **2.1.3. Sensores**

Os sensores são dispositivos de extrema importância usados na automação industrial que tem como a finalidade da detecção de mudança do meio, auxiliando assim o CLP. Segundo Amaral e Costa (2015), o mesmo é usado no controle e monitoramento de processos na indústria; isso porque Silva (2005) atenta ao fato dos sensores serem elementos que fornecem informações sobre o sistema, correspondendo as entradas do controlador. Hoje em dia, há uma diversidade de sensores que se distinguem pela sua funcionalidade e tipo de acionamento, dentro eles estão: sensor de contato com acionamento mecânico, sensor fotoelétrico, sensor ultrassônico, sensor capacitivo e o sensor indutivo.

## **2.2. Processo de Desenvolvimento de Produto**

Um produto bem planejado tem três vezes mais chances de sucesso (BAXTER, 2011), de modo que o processo de desenvolvimento de produto (PDP), na visão de Bornia e Lorandi (2008), representa um dos esforços mais delicados a serem administrados por qualquer empresa. Tal fato deve-se a estruturação de um conjunto de atividades necessárias para concretizar uma ideia ou um conceito em um produto ou serviço que apresente força competitiva no mercado.

Por esse viés, Rozenfeld et al. (2006) frisa a importância de captar, traduzir e refinar as necessidades do consumidor, propondo atendê-las. Para tanto, o projeto do produto deve conjecturar ponderações estratégicas durante todas as etapas do seu ciclo de vida, como por exemplo, nas escolhas das tecnologias disponíveis/viáveis, restrições manufatureiras, tempo hábil e custos a serem assumidos.

Assim, tomando por base as colocações dos autores anteriormente citados, questões envolvendo a natureza do produto, características físicas, materiais utilizados, mão-de-obra, qualidade e confiabilidade delineiam a escolha por um dos vários modelos compostos por técnicas, modelos e ferramentas de PDP propostos no campo da Engenharia do Produto para representar os vários passos a serem seguidos.

### **2.3. Ferramentas da Qualidade**

No campo da Qualidade existem um conjunto de métodos, técnicas e *softwares* voltados para a compreensão e melhora dos processos de produção de produtos. Dentre os quais, Viera (2014) destaca as sete ferramentas estatísticas da qualidade: Fluxograma; Diagrama de causa e efeito; Folha de verificação; Diagrama de Pareto; Histograma; Diagrama de dispersão e, Gráfico de controle.

Somado a estes, o Sebrae (2017) há o 5W2H, uma ferramenta objetiva que visa economizar tempo e recursos disponíveis em prol da gestão de produtividade em projeto, ação ou tarefa. Buscando atender a metodologia proposta na seção a seguir, o enfoque deste trabalho centra-se no *Brainstorming* e 5W2H como base para a construção do produto.

#### **2.3.1. Brainstorming**

Na visão de Vieira (2014), o *brainstorming*, ou “chuva de ideias”, é uma técnica utilizada para extrair possíveis soluções de equipes compostas por pessoas especializadas e/ou ligadas diretamente a um negócio acerca de temas que lhe compete; onde os envolvidos se reúnem para discutir um assunto e, segundo Coutinho (2017), chegarem a um consenso. Para isso, se considera de suma importância o fluxo constante de ideias e a fidelidade das anotações feitas pelo responsável, havendo posteriormente, uma filtragem via análise crítica de cada uma das propostas por meio da sua viabilidade e, paralelamente, do grau de impacto na resolução da problemática a ser combatida.

#### **2.3.2. 5W2H**

A ferramenta 5W2H consiste em uma estruturação de pensamentos de forma bem organizada e materializada. Portanto, para o Sebrae (2017), se faz previamente necessário ter uma clareza

quanto a situação ou atividade na qual será aplicada. Isso porque os caracteres do ‘5W’ correspondem as palavras de origem inglesa *What* (O que?), *When* (Quando?), *Why* (Por que?), *Where* (Onde?) e *Who* (Quem?) e ‘2H’, as palavras *How* (Como?) e *How Much* (Quanto custa?) que transformam-se em perguntas fundamentais na gestão de uma tarefa, atividade ou projeto. Feito isso, é só esquematizar um quadro de cunho explicativo sobre o que foi planejado, segregando as ações determinadas e delegadas. O quadro 02 representa a objetividade da ferramenta supracitada.

Quadro 02: Exemplificação de tabulação da ferramenta 5W2H

O que (What)	Quando (When)	Por que (Why)	Onde (Where)	Quem (Who)	Como (How)	Quanto (How Much)

Fonte: Elaborado pelos autores

### 3. Metodologia

Apoiado nas definições de Prodanov e Freitas (2013), quanto a sua natureza, este trabalho limita-se a uma pesquisa aplicada, pois galga a construção do protótipo de um produto, neste caso, um elevador de cargas. Tomando por base teórica a sinergia de conhecimentos dos campos da Engenharia do Produto, Gestão da Qualidade e Automação Industrial, os procedimentos metodológicos estão sequenciados de acordo com as premissas de Silva e Menezes (2005), tendo assim: Formulação da Pesquisa; Definição dos objetivos e, por último, Roteirização dos procedimentos metodológicos.

#### 3.1. Formulação da pesquisa

A pesquisa inicia-se com o pressuposto de resolver um problema de projeto vivenciado por um empresário do sertão alagoano, o mesmo planejou a implementação de uma fabrica e percebeu que o fluxo de materiais somente por escadas acarretaria em um grande tempo de movimentação de insumos entre os pavimentos, sendo esse um fator prejudicial para a fabricação dos produtos finais.

Partindo da definição de Pessoa e Spinola (2014), a automação será utilizada para aumentar a produtividade e diminuir os tempos de transporte, assim como, se apoiará em algumas ferramentas da qualidade para o desenvolvimento de um produto que solucione o problema acima citado, com um baixo custo de investimento.

### **3.2. Definição dos objetivos**

Mediante as premissas colocadas na subseção anterior, este trabalho se posiciona no seu objetivo principal: construir um protótipo de elevador de cargas se utilizando das ferramentas *Brainstorming*, *5W2H* e o *software* Zelio Soft 2 como instrumentos viáveis; pautado por um viés sustentável. Posto isto, a descrição dos materiais necessários e da lógica de construção e, subsequentes testes do protótipo encontram-se listados nas subseções seguintes.

#### **3.2.1. Materiais utilizados**

Buscando atender uma proposta de construção de protótipo sob uma perspectiva sustentável, uma prévia pesquisa de itens indispensáveis cuja seleção dos mesmos partiu da reciclagem de componentes de computadores e demais que trouxessem baixo índice de agressão ao meio ambiente. Logo, os materiais são:

- Chapa de 8mm;
- Pregos;
- Cola;
- 1 Trilho de ferro;
- 1 Motor DC;
- 2 Sensores de contato (mecânicos);
- 1 Liga plástica;
- 1 Correia;
- Fios;
- 1 CLP (24VDC, 4 entradas, 4 relés, SR2B121BD);

- 1 Botão de acionamento;
- 1 cabine de elevador.

### **3.2.2. Protótipo**

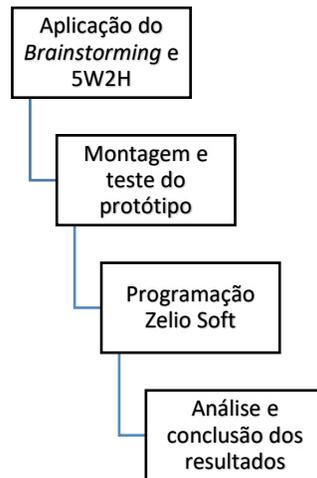
O protótipo trata-se de um elevador que deve percorrer uma estrutura de madeira composta por três pavimentos. A estrutura será de madeira pela facilidade de reutilizar o material, como também pela sua resistência e facilidade de manuseio.

Com a estrutura totalmente montada, seguindo um esboço gráfico prévio, há o acoplamento dos objetos reutilizados da impressora, são eles: o trilho, o motor de impressora DC, a correia e a cabine do elevador. Após essa etapa, será necessária a ligação do sistema com uma fonte de tensão, assim como, com o CLP SR2B121BD, e por fim, a colocação do botão de acionamento do movimento da cabine e dos sensores mecânicos posicionados, um no segundo pavimento e, o outro no terceiro pavimento, para ambos indicarem as chegadas da cabine nos seus respectivos andares. Por último, o teste lógico dar-se perante a programação na linguagem *ladder* utilizando o *software Zelio Soft 2*, utilizando três entradas e duas saídas.

### **3.3. Roteirização dos procedimentos metodológicos**

Para a construção do projeto do protótipo, os procedimentos metodológicos foram sequenciados em quatro etapas. A primeira compreende a aplicação das ferramentas Brainstorming e 5W2H, em seguida, com as ideias planejadas ocorre a montagem física do protótipo, na penúltima haverá o desenvolvimento da programação em *ladder* no *software Zelio Soft 2* com intuito de testar a lógica de funcionamento do protótipo e, por último, uma análise e conclusão dos resultados alcançados.

Figura 01: Roteirização dos procedimentos metodológicos



Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4. Resultados obtidos

Nesta seção são expostos e discutidos os resultados referentes as aplicações dos procedimentos metodológicos.

##### 4.1. Aplicações das ferramentas *Brainstorming* e *5W2H*

O *brainstorming* foi realizado para definir pontos importantes do projeto. Na reunião estavam presentes os representantes do projeto e o cliente que solicitou o produto. Utilizou-se a ferramenta *5W2H* como um direcionador da reunião, utilizando a pergunta *what* (o que?) como base, a fim de levantar todas as informações necessárias para o desenvolvimento do protótipo.

Abaixo segue uma tabela expondo um panorama das ideias levantadas comparadas às aprovadas na reunião:

Quadro 03: Aplicação da ferramenta *Brainstorming*

Ideias Iniciais	Ideias Aprovadas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permanecer quinze minutos em cada andar;</li> <li>- Permanecer treze minutos em cada andar;</li> <li>- Permanência de dez minutos em cada andar;</li> <li>- Utilização de materiais recicláveis;</li> <li>- Botão acionador em todos os andares;</li> <li>- Botão acionador no térreo;</li> <li>- Utilização de um CLP;</li> <li>- Utilização de um arduino;</li> <li>- Parar em todos os andares na subida e na descida;</li> <li>- Parar em todos os andares apenas na subida;</li> <li>- Sistema de freio mecânico;</li> <li>- Sistema de freio elétrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Permanência de dez minutos em cada andar;</li> <li>✓ Utilização de materiais recicláveis;</li> <li>✓ Botão acionador no térreo;</li> <li>✓ Utilização de um CLP;</li> <li>✓ Parar em todos os andares apenas na subida;</li> <li>✓ Sistema de freio mecânico.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao fim do processo de idealização do projeto, se estabeleceu o roteiro de funcionamento do protótipo definido, onde o mesmo precisaria percorrer três andares para descarga de materiais e, por lógica, permanecer um período de tempo em cada pavimento antes de retornar ao ponto de partida. Além disso, foram aprovadas a utilização do CLP, de materiais recicláveis, do acionamento ocorrer somente no térreo e o sistema de freio ser necessariamente mecânico.

Quadro 04: Aplicação da ferramenta 5W2H

<b>O que (What)?</b>	Fabricar um protótipo de automação, que trata-se de um elevador para deslocar cargas entre três pavimentos.
<b>Porque (Why)?</b>	O transporte de carga se faz necessário entre os pavimentos, sendo uma alternativa a instalação de um elevador.
<b>Onde (Where)?</b>	Nos laboratórios de física e automação da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão.
<b>Quem (Who)?</b>	Os projetistas responsáveis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lucas Miguel e Igor Eduardo – Aquisições de materiais e montagem;</li> <li>• Lucas Cavalcante e Kelvin Everton – Programação e ligações elétricas.</li> </ul>
<b>Quando (When)?</b>	O projeto será realizado no prazo de um mês. Na primeira quinzena serão feitos os primeiros testes na presença do cliente e ajustes serão realizados nos quinze dias restantes.
<b>Como (How)?</b>	A primeira dupla será responsável por adquirir todos os componentes do protótipo, tentando ter o máximo de peças recicláveis possíveis; também ficarão responsáveis por montar a estrutura do elevador. A segunda dupla será responsável por realizar toda a programação na linguagem <i>ladder</i> e compilar a mesma no CLP, assim como, ficarão responsáveis por fazer as ligações elétricas necessárias.

<b>Quanto (How Much)?</b>	Devido a premissa de utilizar componentes reciclados, os gastos serão os mínimos, com componentes como: cola e pregos.
---------------------------	--

Fonte: Elaborado pelos autores

## 4.2. Montagem do Protótipo

Seguindo a disponibilidade de materiais da subseção 3.2.1, deu-se a montagem de um elevador de carga, representada nas figuras 3 e 4; onde o mesmo percorreria os três andares do prédio. O térreo (pisos) é sempre o local de origem da viagem, sendo, portanto, o ponto final do curso também. Os segundo e terceiro são andares de parada temporária, onde o intuito é descarregar mercadorias nesses andares.

Durante o processo de montagem da parte física, foram cortados pedaços de chapa de oito milímetros, estruturados por pregos e cola de madeira para a construção do prédio de três pavimentos. Em seguida, acoplaram-se alguns itens: o trilho, o motor de impressora DC, a correia e a cabine do elevador. Com o mecanismo que permite a subida e descida da cabine do elevador todo montado já na estrutura de madeira, foi possível adicionar dois sensores, um para o segundo e o outro para o terceiro pavimento; ambos com a finalidade de identificar a chegada da cabine em cada pavimento, além de sinalizar ao CLP.

Depois disso, se agregou a liga plástica na cabine ao teto do prédio, que tem como função de freio mecânico para auxiliar na parada durante o retorno do elevador ao térreo. Em seguida, foi realizada toda a configuração do circuito dos sensores com o botão de acionamento interligado ao circuito juntamente aos sensores; circuito esse conectado ao CLP (24VDC, 4 entradas, 4 relés, SR2B121BD), visto a utilização de três entradas no CLP (dois sensores e um botão), e a uma alimentação de 24 V para o motor e para os sensores.

O funcionamento do motor é acionado pelo botão, onde o mesmo começará a funcionar e movimentar a cabine do elevador. Ao chegar no segundo andar, o elevador irá acionar mecanicamente o sensor, tendo a função de parar a cabine, após um tempo o motor volta a funcionar, dessa forma é possível movimentar materiais entre os pavimentos.

Ao chegar no terceiro andar, a cabine para novamente com o acionamento do segundo sensor mecânico e, após algum tempo, o elevador desce e os sensores são desligados; perto do térreo a liga elástica serve como um freio, para que a cabine não se choque com o piso em alta velocidade.

### 4.3. Programação Zelio Soft 2

Em virtude de um entendimento da lógica de programação das ações a serem realizadas pelo protótipo, abaixo segue a descrição simbólica das entradas e saídas:

- $i_1$  – Botão de acionamento (térreo);
- $i_2$  – Sensor mecânico (segundo pavimento);
- $i_3$  – Sensor mecânico (terceiro pavimento);
- $q_1$  – Subida da cabine (motor com alimentação de 4V);
- $q_2$  – Parada da cabine (motor com alimentação de 2V);
- $t_1$  – Temporizador 01;
- $t_2$  – Temporizador 02;
- $m_1$  – Relé auxiliar 01;
- $m_2$  – Relé auxiliar 02;
- $m_3$  – Relé auxiliar 03.

Inicialmente, ao pressionar o botão inicial, o CLP libera uma diferença de potencial no motor, que faz com que o mesmo funcione; para o motor subir é necessário cerca de 4V. Ao acionar os sensores mecânicos, os mesmos fazem com que a tensão caia para um valor de cerca de 2V, fazendo com que o motor não consiga subir com a cabine e nem caia de qualquer andar até o térreo. Na descida do terceiro andar, a tensão é zerada e o elevador desce.

Foram utilizadas três entradas ( $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$ ) e duas saídas ( $q_1$  e  $q_2$ ), juntamente com três relés auxiliares ( $m_1$ ,  $m_2$  e  $m_3$ ) e um temporizador ( $t_1$ ). O funcionamento lógico é: os relés auxiliares  $m_1$  e  $m_2$  sempre irão acionar  $q_1$  e  $q_2$ , ao apertar  $i_1$ , o  $m_1$  será acionado e o elevador subirá para o segundo pavimento, ativando  $i_2$ , acionando por sua  $m_2$  (fazendo o elevador parar), então, irá reiniciar  $m_1$  e ativar o temporizador  $t_1$ .

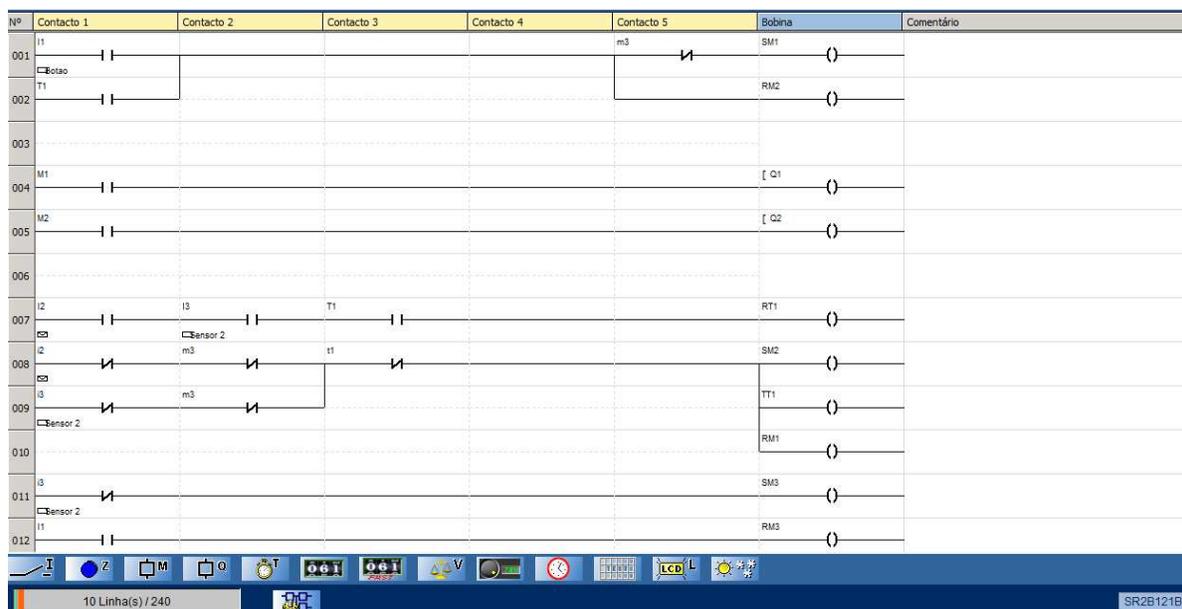
Após o tempo de cinco segundos,  $t_1$  reinicia  $m_2$  e ele próprio e, ativa  $m_1$  novamente, fazendo o elevador subir novamente. Ao chegar no terceiro pavimento, a parada da cabine ocorre de maneira semelhante no segundo pavimento, entretanto, dessa vez será acionado  $i_3$  para realizar a lógica. Em paralelo a ativação de  $i_3$ , ocorre a ativação de  $m_3$ , que desliga os sensores  $i_2$  e  $i_3$  e

não permite o acionamento de  $m_1$ ; sendo  $m_2$  reiniciado, o sistema desliga a lógica e o elevador desce.

Por último, ao apertar novamente o botão  $i_1$ , este, além de realizar a lógica anterior, também reinicia o  $m_3$ , sendo dessa forma possível realizar o ciclo de movimento outra vez. No programa Zelio Soft 2 se utilizou dez linhas de programação através de comandos lógicas como o “e” e o “ou” para diminuir o tamanho da lógica *ladder* e suprir com as necessidades do elevador.

O teste da programação realizada no Zelio Soft 2 (V5.1) segue abaixo:

Figura 02: Lógica de funcionamento apresentada no software Zelio Soft 2



Fonte: Elaborado pelos autores

## 5. Conclusão

O referido trabalho buscou unir e alinhar conceitos de automação e programação lógica a conceitos de desenvolvimento de produto e algumas ferramentas da qualidade, com a finalidade de montar um protótipo semi automático para transporte de cargas. Mediante a metodologia estabelecida na seção 3, pode-se aplicar a automação além do escopo de aprimoramento de processos, indo para o campo de identificação e satisfação das necessidades dos clientes, através das ferramentas *brainstorming* e 5W2H.

Como resultado, o protótipo concebido foi um elevador capaz de percorrer três andares, montados através de algumas peças recicladas, com um botão acionador somente no primeiro

andar. Essas e outras especificações para o desenvolvimento do protótipo foram solicitadas e comprovadas pelas ferramentas da qualidade, concluindo-se que a automação trabalhada sobre a perspectiva P&D é eficiente na hora de melhorar o processo produtivo e, consegue ainda, atender outras necessidades do cliente.

Trabalhos posteriores podem melhorar o funcionamento do elevador, transformando-o em um transporte de pessoas; assim como podem aplicar diferentes ferramentas, como o *quality function deployment*, para aprimorar o atendimento das necessidades dos clientes.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, G. C., COSTA, H. J. A.. **Projeto, instalação e controle de um sistema de elevadores usando tecnologias de automação industrial**. 2015. Projeto, instalação e controle de um sistema de elevadores usando tecnologias de automação industrial. Trabalho de Graduação em Engenharia de Controle e Automação, Publicação FT TG-022/2015 Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 109p.
- BAXTER, Mike. **Projeto do produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BORNIA, Antônio Cezar; LORANDI, Joisse Antônio. O processo de desenvolvimento de produtos compartilhado da cadeia de suprimentos. **Rev. FAE**, Curitiba-PR, v.11, n.2, p. 35-50, jul./dez. 2008.
- BORRACHA, A. M. L. G. **Laboratório Remoto de Automação Industrial (Lab-RAI)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, p. 147. 2012.
- COUTINHO, Tiago. **Brainstorming: o que é e como fazer uma tempestade de ideias?**. Voitto blog. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/brainstorming>>. Acesso em: 05 nov. 2018.
- FRANCHI, C. M.; CAMARGO, V. L. A.; **Controladores Lógicos Programáveis: Sistemas Discretos**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2008.
- MARCAL, L.F.; GUIMARAES, M.P.; RESENDE, A.A. Automatização de uma termoformadora visando melhorias no processo produtivo de uma empresa fabricante de peças termoplásticas para o setor automobilístico. In: Anais do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Salvador, 2013.
- PAREDE, I. M.; GOMES, L. E. L.; HORTA, E.; **Eletrônica: automação industrial**; Fundação Padre Anchieta, Coleção Técnica Interativa. Série Eletrônica, v. 6, São Paulo, 2011.
- PESSOA, M. S. P.; SPINOLA, M. M. **Introdução à automação: para cursos de engenharia e gestão**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico** – 2.ed. – Novo Hamburgo: Freevale, 2013.
- ROZENFELD, et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SEBRAE. **5W2H: tire suas dúvidas e coloque produtividade no seu dia a dia**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/5w2h-tire-suas-duvidas-e-coloque-productividade-no-seu-dia-a-dia,06731951b837f510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

SILVA, M. E. Automação Industrial. Apostila da disciplina de automação industrial das instituições: FUMEP, EEP, COTIP, 2005.

SILVA, E. L. da. MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, A. L. E. ; SILVEIRA, T; MORAES, J. A. R. ; BRUM, T. M. M.; Proposta de automação industrial em uma empresa fabricante de borrachas escolares. **Revista Geintec**, Aracaju/SE. v.8, n.1, p.4159-4172, jan/fev/mar. 2018.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**. 3° Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WEISS, C.; GASPARIN, D. D; SCHLING, E. P.; **Automação de um protótipo de elevador industrial didático**. Trabalho de conclusão de curso. Medianeira: UTFPR, 2011.

## ANEXOS



**Figura 3** – Visão lateral do Modelo do protótipo



**Figura 4** – Visão frontal do Modelo do protótipo



**Figura 5** – Ajustes do Modelo



**Figura 6** – Teste do Modelo