



# FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

## Automação na Linha de Produção Industrial

MACEDO, Jonieder José de Oliveira<sup>1</sup>

SPAZIANI, Luis C.<sup>2</sup>

SOUZA, Tales da Silva<sup>1</sup>

### RESUMO

Elegeram-se a automação como um fator importante para a pesquisa pelo fato de referir-se a implantação da automação na linha de produção manual, para maior viabilidade em seu procedimento utilizando o Controlador Lógico Programável (CLP). O CLP é um equipamento que vem sendo essencial nas indústrias, pois, utilizam memórias programáveis para armazenar instruções, assim, executa tarefas e processos. Ele possui maior rapidez no processamento, confiabilidade e precisão por meio da programação, possibilitando um ajuste mais preciso e assertivo em toda a linha de produção. O objetivo deste artigo é reduzir processos repetitivos que admitem automação, os quais, são realizadas por funcionários, gerando demora na linha de produção e despadronização de produtos. Trata-se de um estudo realizado por meio da pesquisa bibliográfica por meio do estudo e análise das obras já publicadas sobre o tema, também foi elaborado, uma pesquisa de campo fundamentada na construção de um protótipo, onde proporciona uma análise de todo o processo da produção e previne percalços no resultado final. Proporcionando como resultados a redução dos custos de produção, eficiência na produtividade, melhoria contínua no produto final e resultados crescentes, atendendo de forma satisfatória as demandas do mercado e consequente aumento da rentabilidade. Através do levantamento bibliográfico e por meio da construção de protótipo pode-se inferir que a automação oportuniza medir, controlar, padronizar e promover melhorias contínuas nos processos produtivos, por meio de sensores, atuadores, ferramentas de controle e de supervisão. Esse tipo de ferramenta gera informações em tempo real aos seus gestores, auxiliando na manutenção e prevenindo falhas na linha de produção, além de preservar a integridade física dos colaboradores.

**Palavras-chaves:** Automatização. Eficiência. Lógica.

---

<sup>1</sup> Graduados do Curso em Engenharia de Produção da Fundação Educacional de Fernandópolis.

<sup>2</sup> Mestre em Economia pela Universidade Nacional de Brasília. Professor do Curso de Engenharia de Produção da Fundação Educacional de Fernandópolis.



## **FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

### **1 Introdução**

Com o grande avanço tecnológicos na produtividade em meados do século XVIII, da-se início a Automação Industrial, através da substituição do trabalho braçal por máquinas, visando a eficácia em diversos fatores tais como: o aumento da produtividade, redução de custos, padronização da produção e aumento da competitividade no mercado. (VIANNA, 2006)

Em 1909, com o crescimento vertiginoso da indústria surgiu a necessidade de inovações na linha de montagem. De acordo com Silva *et al* (2015) Henry Ford revolucionou a indústria trazendo um novo modelo de produção, onde o trabalhador era submetido a movimentos repetitivos e simples em um curto tempo.

Em meados daquele século a GM já produzia automóveis em larga escala, e nos anos que seguiram a morte de Henry, a GM já possuía máquinas automatizadas por relés. No entanto a programação das máquinas era extremamente complexa, com a instalação de painéis e cabines de controle com centenas destes dispositivos mecânicos, o que exigia grande interconectividade e muita energia, isso sem mencionar outros problemas estruturais como cabeamento e vida útil dos relés. (SILVA *et al*, 2015, p.02)

No ano de 1960 após a Segunda Guerra Mundial, surge o aparecimento dos transistores, o que fez com que toda a instrumentação analógica começasse a ser substituída pela digital. Sendo assim, os computadores passam a ter uma grande importância na linha de produção e administrativo da empresa. (VIANNA, 2006)

De acordo com Silva *et al* (2015, p.02):

Foi em 1968 que surgiu o primeiro dispositivo eletrônico o MODICON (Modular Digital Controller) foi o primeiro Controlador Lógico Programável inventado e substituiu toda a parafernália, tornando o sistema muito mais flexível, econômico e eficiente.

Por volta dos anos 1980, ocorreu a depreciação do hardware devido ao desenvolvimento da área de tecnologia e a alta competitividade a nível



## **FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

mundial, com isso, surgiram novos elementos que contribuíram para a melhoria da produção industrial, destacam-se entre eles: a qualidade, o custo, o uso racional da energia e matéria prima comum a diferentes setores de uma indústria, desde o nível do processo industrial até o nível de gestão ou administração da empresa. (COSTA, *et all*, 2003)

No ano de 1990 o destaque encontra-se no surgimento de instrumentos e componentes inteligentes, sistemas distribuídos abertos, o que resultou na substituição dos sistemas por SDCDs (Sistemas Distribuídos para Controle Digital) integrados ao chão de fábrica com redes locais de sistemas comerciais. (OLIVEIRA, 2018)

Segundo Oliveira (2018) os computadores nesse período já apresentavam uma boa capacidade no processamento do sistema, mais eficaz, veloz e confiável, trazendo um custo menor na produção.

É importante ressaltar a diferença entre automação e mecanização. De acordo com Santos *et all* (2017) a automação permite a realização do trabalho por meio de máquinas controladas, preferencialmente, automaticamente, enquanto, a mecanização limita-se ao emprego das máquinas na execução de tarefas, desse modo, trabalhos repetitivos passaram a ser automatizados, tendo como um dos objetivos a substituição do esforço físico.

Podemos definir automação industrial como sendo um conjunto de técnicas através das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam, com base nas informações o sistema calcula a ação corretiva mais apropriada [...]. (COSTA, *et all*, 2003, p.01)

É na segunda metade do século XX, que a automação se estabeleceu no Brasil, através de um grande destaque na indústria automobilística, de alimentos e na exportação dos produtos fabricados com alguma tecnologia. (LIMA, 2003)

A partir deste período percebe-se que, a automação passa a ter um



## **FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

papel muito significativo no setor da economia, a qual, vem se transformando através de grandes investimentos na produtividade em geral. (NAVARRO, 2012)

De acordo com Milan *et all* (2007) a tecnologia vem crescendo cada vez mais no setor industrial, garantindo a eficácia na qualidade dos produtos e extinguindo os riscos ergonômicos da mão de obra humana. A automação começa a ganhar uma perspectiva no aperfeiçoamento na infra-estrutura, podendo assim, ser repassado ao cliente.

A proposta em desenvolver este projeto se refere a implantação da automação em uma linha de produção manual, para uma maior viabilidade em seu procedimento utilizando a CLP.

Operando uma linha de produção de modo não otimizado faz com que os funcionários desempenhem suas funções que não aderem valor ao processo, havendo uma demora na produtividade, tendo uma possibilidade de falha humana e de padronização no produto final, erros bem mais frequentes que quando o processo é efetuado com o controle da máquina. A hipótese é que estes pontos citados no modo atual de execução tornam o produto mais caro e comprometem no resultado final.

Deste modo, o trabalho tem como objetivo reduzir processos repetitivos que admitem automação, os quais, são realizadas por funcionários, gerando demora na linha de produção e despadronização de produtos.

Este trabalho foi dividido em três capítulos: no primeiro capítulo iremos descrever um breve contexto histórico da automação industrial. No segundo capítulo será apresentado sobre o Controlador Lógico Programável (CLP), e por fim, no terceiro capítulo será exposto os resultados obtidos do projeto desenvolvido.



## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

### 2 Breve Contexto da Automação Industrial

O avanço da tecnologia industrial deu-se início nos anos 60, após a Segunda Guerra Mundial, através do surgimento de sistemas controlados por computadores. (LIMA, 2003)

Automação industrial é um assunto de alta complexidade, e em sua maioria tem características multidisciplinares. Um único projeto pode abarcar diversas áreas de conhecimento, tais como: informática, eletricidade, eletrônica, física, química, matemática, entre outras, além do conhecimento em engenharia de produção. (OLIVEIRA, 2018)

De acordo com Resende *et al* (2013) a automação<sup>3</sup> é um conjunto entre a mecânica e eletrônica, baseados em sistemas que tem como objetivos auxiliar e executar funções com eficácia.

A automação busca mais qualidade e aperfeiçoamento ao longo dos processos da linha de produção, trazendo mais qualidade e custos operacionais menores, ocasionando maior competitividade entre as indústrias. (BORRACHA, 2012)

[...] A automação está surgindo com tecnologias de ponta, empresas dos mais diversos ramos de mercado estão adotando esta nova mentalidade buscando enxugar seus processos. A redução de custos e eliminação do desperdício gerado é o alvo de todas as empresas e a automação é vista como uma das principais formas para atingir esse objetivo. (SCHNEIDER *et al*, 2018, p.03)

Segundo Martins (2012) este sistema tem como principais características: qualidade no produto, rapidez, alta capacidade de produzir com um grande rendimento e preço acessível ao cliente.

---

<sup>3</sup> **AUTOMAÇÃO:** é um sistema automático pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem.

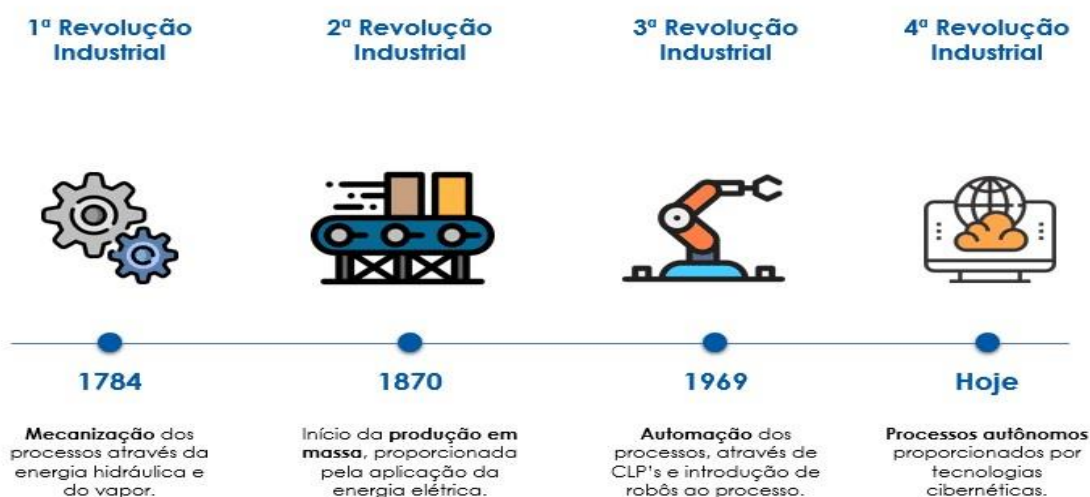
## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

Para Vianna (2006) com a automação surgiram grandes investimentos nos processos industriais e na infraestrutura da empresa, visando suprir e reduzir as falhas humanas na produção.

Encontra-se sistemas de automação em diversas áreas da indústria, destacando-se a área de controle, principalmente na de comunicações, indústrias químicas, aeronáutica, controle de mísseis, entre outros. De acordo com Costa *et al* (2003), na área da ciência, é notória a evolução na realização de tarefas como logística militar, previsões meteorológicas e viagens espaciais.

Uma das áreas mais beneficiadas foi a da tecnologia, sendo está a principal responsável pelo avanço da automação. Pode-se observar essa evolução em diferentes campos das empresas como: gestão de projetos e produção, controle de estoques, diagnósticos médicos, representações visuais, sistemas de informação etc. (BORRACHA, 2012)

Pode-se observar esses desenvolvimentos tecnológicos na Figura 1 - Revolução Industrial:



FONTE: CITISYSTEMS. O que é Automação Industrial, 2016.



## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

Com as ascensões tecnológicas, surge o termo indústria 4.0<sup>4</sup> englobada com um amplo sistema tecnológico, avançado e transformando o padrão de produção no mundo. Parede (2011) expõe que este método de produção amplifica a eficiência na produção de produtos em larga escala.

Para o desenvolvimento e implantação da indústria 4.0, existem seis princípios importantes, tais como:

- **Capacidade de operação em tempo real:** As informações são coletadas de forma instantânea; então, não é mais necessário estar fisicamente presente na fábrica para poder tomar decisões, pois à distância, é possível acessar pelo sistema tudo que acontece na fábrica.
- **Virtualização:** Atualmente existem softwares que permitem simulações, inclusive, já são amplamente utilizados nos processos de produção para aumentar a confiabilidade do processo e reduzir custos [...].
- **Descentralização:** Em razão do constante intercâmbio de informações, o sistema cyber-físico possui a capacidade de tomar decisões em tempo real. Consequentemente, é possível alcançar os resultados esperados. Além disso, as máquinas possuem mais autonomia para realização de ajustes sem a intervenção humana, como por exemplo, acelerar a produção, reduzi-la, ou até mesmo, encerrarem seu funcionamento. Portanto, há uma descentralização na tomada de decisão.
- **Orientação a serviços:** Consiste no desenvolvimento de softwares customizados direcionados aos serviços da indústria 4.0. Para isso, é utilizado a internet dos serviços, que integra os usuários e máquinas através de programas adaptáveis a cada necessidade,

---

<sup>4</sup> **INDUSTRIA 4.0:** é também chamada como Quarta Revolução Industrial, tem como foco a melhoria da eficiência e produtividade dos processos.

## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

esses softwares, são literalmente feitos sob medida. O resultado é uma maior flexibilidade e melhor usabilidade dessas soluções integradas.

- **Modularidade:** A modularidade flexibiliza o processo de produção, pois permite a alteração do arranjo físico da linha através do acoplamento e desacoplamento dos módulos produtivos entre si. Por conseguinte, torna a manufatura mais dinâmica e rápida devido às inúmeras combinações existentes. Em decorrência disso, permite ações rápidas para atender a demanda dos clientes com o menor tempo e custo possíveis.
- **Interoperabilidade:** Descreve-se na capacidade de troca de informações entre os sistemas cyber-físicos através da internet e internet das coisas. (NETO *et al*, 2017, p. 03 e 04)

O nível de competitividade entre as indústrias aumenta através dos avanços na indústria 4.0, baseada em grandes tecnologias para a sua implantação são necessários alguns pilares, como:

- **Internet das Coisas (Internet of thing; IoT):** Trata-se da conexão de máquinas, equipamentos, móveis, veículos, ou melhor dizendo, todos os objetos concretos existentes nos ambientes; inclusive o próprio ambiente faz parte da rede. A conexão é realizada por meio de apetrechos eletrônicos, que disponibilizam a troca de dados entre o software (Ambiente virtual) e o hardware (Ambiente real; concreto). Isso só é possível devido aos sensores e atuadores, que por sinal, são a base para indústria 4.0. A interação entre os dois ambientes, resulta na criação dos sistemas cyber-físicos<sup>5</sup>.
- **Big Data e Analytics:** Consiste no armazenamento de todas as informações que precisam ser registradas, em suma, salva os dados

---

<sup>5</sup> Os **SISTEMAS CYBER- FÍSICOS** (ou CPS, na sigla em inglês para Cyber-Physical Systems) são integrações que envolvem computação, comunicação e controle através de redes e processos físicos.

## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

que foram processados, permitindo análise posterior ou em tempo real dessas informações. Isso é primordial para a tomada de decisão dos equipamentos, máquinas e cadeia produtiva. Dessa maneira, essas decisões podem variar desde as mais simples, como por exemplo, requisitar a compra de matéria prima, ou mais complexas, como a parada de uma linha produtiva.

- **Cloud Computing:** As informações são guardadas na nuvem e podem ser acessadas de qualquer lugar, essa infraestrutura possui recursos físicos compostos de servidores, redes armazenamento, computadores etc.; e recursos abstratos, como softwares, aplicativos e soluções integradas [...].
- **Segurança Cibernética:** [...] no contexto de indústria 4.0, praticamente tudo fará parte da rede. Nesta internet industrial, existem informações confidenciais, segredos de fabricação, na verdade, tudo que compõe o negócio está disponível online. Portanto, ataques cibernéticos tornam-se parte da realidade, logo, é crucial proteger esses sistemas contra as ameaças externas.
- **Robôs Autônomos:** Os robôs fazem parte do contexto produtivo desde a terceira revolução industrial, foram criados para reduzir a participação humana principalmente em trabalhos repetitivos, devido ao menor índice de erros e maior produtividade. Porém, com o decorrer do tempo estão se tornando mais inteligentes. A partir disso, o nível de complexidade na realização de tarefas aumenta exponencialmente a cada dia, exigindo maior capacidade de processamento e autonomia para tomada de decisões [...].
- **Simulação:** A simulação já é realidade no desenvolvimento de produtos, aquisição de matérias-primas e processos de produção. Contudo, no futuro as simulações farão parte do dia-dia dos trabalhadores, unirão o mundo real com o virtual através de sistemas cyber-físicos, e serão mais assertivos. Desse modo, os operadores

## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

tornam-se mais capazes de otimizar os processos de setup das máquinas, arranjo de produtos e processos. Consequentemente há redução de custos e aumento da qualidade.

- **Realidade Aumentada:** Trata-se da ação conjunta entre um sistema que envia informações em tempo real, e dispositivos conectados à rede (Internet). Através deste tipo de tecnologia, é possível realizar diversos serviços, como por exemplo, efetuar um reparo em uma máquina utilizando um óculos de realidade aumentada que fornece as instruções de reparo em tempo real. [...] O resultado é uma simplificação nos processos, diminuição de erros, menor necessidade de treinamento para resolução de problemas, entre outros benefícios.
- **Inteligência Artificial:** Os ambientes cyber-físicos serão inteligentes e capazes de aprender, pensar e agir baseados em informações armazenadas no big data<sup>6</sup> ou informações disponíveis em tempo real pela internet das coisas. Por exemplo, as máquinas, equipamentos e ambientes físicos, possuem consciência do impacto de suas ações no sistema, então comportam-se de maneira a alcançar o objetivo macro da empresa. [...] Portanto, a inteligência artificial transforma o funcionamento da indústria, porque combina os recursos da melhor maneira possível para atingir as metas. (NETO *et al*, 2017, p. 06 e 07)

Nota-se que a automação é um grande benefício para a empresa, fábrica ou indústria, pois, uma vez que alcançada as metas, verifica-se uma melhoria no processo e um aumento da empresa na competitividade no mercado. (COSTA *et al*, 2003)

---

<sup>6</sup> **BIG DATA** é a análise e a interpretação de grandes volumes de dados de grande variedade.

## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

### 3 Controlador Lógico Programável (CLP)

Conforme Roggia e Fuentes (2012) o Controlador Lógico Programável (CLP) é utilizado na indústria para coordenar as máquinas em seus diferentes processamentos, tendo sua primeira atuação em 1968 no setor automobilístico americano.

Em 1968 o Controlador Lógico Programável foi elaborado pelo engenheiro Richard Morley da Hydronic Division da General Motors<sup>7</sup>, para maior agilidade na programação e reprogramação dos diversos sinais de variáveis, havendo canais de entrada e após o seu processamento interno envia sinais relativos aos canais de saída para movimentar cargas externas. (NETO *et al*, 2014)

De acordo com Netto *et al* (2014) o CLP possui uma elevada capacidade para inúmeros processamentos com maior rapidez, confiabilidade e precisão através de programações.

O sistema de Controle segundo Martins (2012) é composto de elementos básicos para executar funções, além de possuir um conjunto de técnicas que, por meio de sistemas ativos são capazes de atuar com eficiência pela informação recebida pelo qual atua. É composto pelos seguintes elementos:

- **Memória do programa monitor:** área onde ficam armazenadas todas as informações necessárias para que as atividades sejam desempenhadas;
- **Memória do usuário:** executa o armazenamento dos dados temporariamente processados pelo usuário. Esses dados são armazenados em memórias tais como: RAM<sup>8</sup>, EEPROM<sup>9</sup> e FLASH –

---

<sup>7</sup> **GENERAL MOTORS CORPORATION**, também conhecida apenas pela sigla **GM**, é uma multinacional com sede em Detroit, nos Estados Unidos, cuja principal área de negócios é a produção de automóveis.

<sup>8</sup> **RAM** (Memória de Acesso Randômico) é uma memória utilizada pelo processador como um meio rápido e temporário para a contenção de informações (dados e programas) durante a execução em um determinado momento.

<sup>9</sup> **EEPROM** é um tipo de memória ROM usado para armazenar dados digitais sem energia.

## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

EPROM<sup>10</sup>.

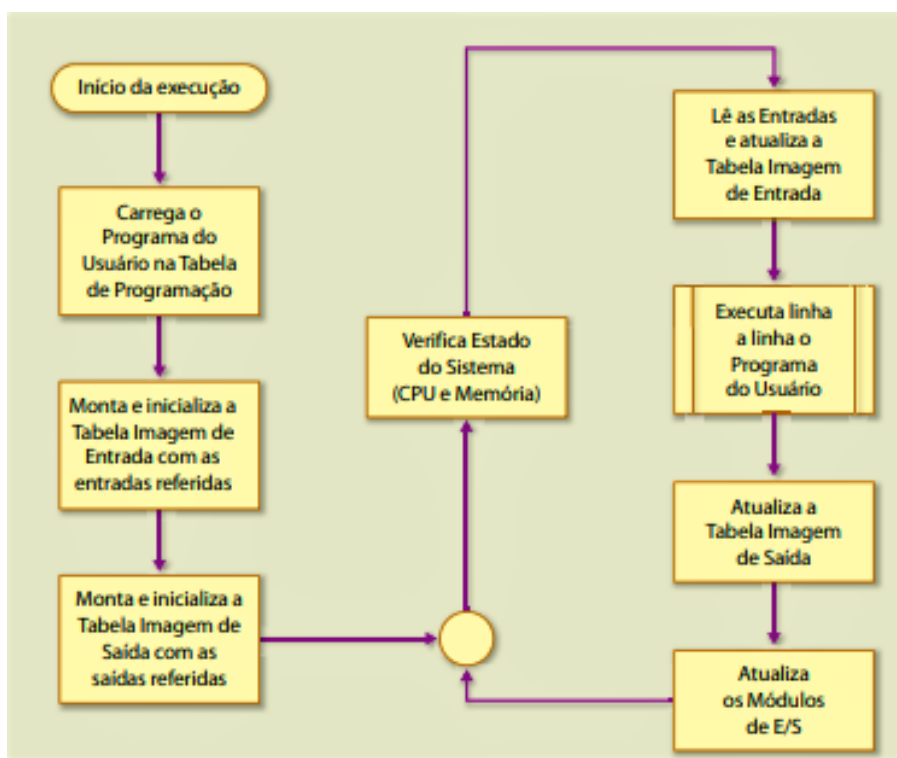
- **Memória de dados:** realiza o armazenamento de todos dados do sistema realizado pelo usuário.
- **Memória imagens das entradas e saídas:** recebe um sinal elétrico do ambiente externo e envia para dentro do CLP, com a finalidade de acionar alguns equipamentos;
- **Unidade de processamento:** esse elemento é um chip, que irá, como o nome já diz, realizar o processamento do programa;
- **Barramento:** placa responsável pelo acoplamento dos elementos integrados na CPU/UCP;
- **Fonte de alimentação:** Converte as tensões 110 ou 220 VCA em +5VCC, +12VCC ou +24VCC, é ela também que transfere energia alimentando todo o equipamento;
- **Bateria:** mantém os programas e o relógio em tempo real, mesmo não havendo energia elétrica.
- **CPU (Central Processing Unit) ou UCP (Unidade Central de Processamento):** é o principal hardware e responsável por realizar a execução e leitura do sistema fabricante x usuário, constituído pelas entradas digitais analógicas e atualização das saídas digitais analógicas;
- **Circuitos auxiliares:** é executado em caso de lacunas no CLP por meio das áreas: POWER ON RESET, POWER DOWN e WATCH DOG TIMER.

O funcionamento do CLP exerce suas funções através de ciclos, como mostra a Figura 2 – Elementos internos do CLP:

---

<sup>10</sup> **FLASH – EPROM** é um tipo de memória não volátil (é constantemente alimentada por uma bateria), mas que pode ser apagada e regravada em unidades de memórias (chamadas de blocos). É uma variação da memória EEPROM, que é apagada e rescrita byte por byte.

## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP



FONTE: PAREDE, Ismael Moura; GOMES, Luiz Eduardo Lemes. **ELETRÔNICA: AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Fundação Padre Anchieta, eletrônica, v. 6. 2011.

As empresas têm como principal objetivo, obter maior produtividade com mais eficácia e custos baixos. Segundo Pissaia (2017) o administrador deve analisar o projeto antes de ser implantado, para que possa averiguar se o mesmo atende as necessidades produtivas.

Desta forma, é fundamental trazer um equilíbrio entre o preço de mercado e o valor dos custos e despesas gerados durante a produção. Com o markup<sup>11</sup> definido, podemos estipular um valor unitário adequado para que possa obter mais retorno. (ANTUNES, 2015)

<sup>11</sup> **Markup** é um índice multiplicador aplicado sobre o custo de um produto. Serve para formar o preço final de venda, considerando sua margem de lucro e o custo unitário da produção.



## **FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

### **4 Projeto de Automação**

Foi por meio do cotidiano experienciado dos estágios, que partiu o interesse de elaborarmos um projeto, o qual, pode se proporcionar maior produção através da implementação de automação industrial no processo de inspeção dos produtos e triagens ao longo da linha de produção.

Para Gil (2010, p.17) pesquisa científica é um “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. Ela também pode proporcionar ao pesquisador novos conhecimentos e princípios científicos, trazendo respostas as necessidades humanas.

Atualmente vem crescendo a necessidade da inclusão dos protótipos no processo de produtividade industrial manual. Tendo como seu principal objetivo apresentar o produto de forma imediata, prevenindo percalços em seu resultado final. (VOLPATO, 2007)

Com o crescimento da competitividade no mercado, é de suma importância a agilidade na produtividade e entrega do produto, trazendo eficiência e melhorias no produto final, atendendo de forma satisfatória as demandas do mercado industrial. Através dos protótipos pode-se experimentar conceitos, promover feedback e prever possíveis falhas. (VOLPATO, 2007)

De acordo com Sommerville (2007, p. 87) “um protótipo é uma versão inicial de um sistema de software usado para demonstrar conceitos, experimentar opções de projetos e, geralmente conhecer mais sobre o problema e suas possíveis soluções”.

Quando se tem um novo investimento, o principal objetivo é que no futuro o valor aplicado renda de forma satisfatória. Dessa forma, através da Taxa Interna de Retorno (TIR) o empresário poderá estabelecer ao longo prazo, se o projeto trará aumento dos lucros ou prejuízos financeiros.

Essa taxa tem como sua base para cálculo do fluxo o Valor Presente Líquido (VPL), o qual, através dele pode-se determinar os valores dos

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF**  
**FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE**  
**PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

pagamentos futuros. Este cálculo pode ser realizado através da seguinte fórmula, representada na Figura 3 - Cálculo Manual da TIR:

$$\sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Segundo Lemos (2020):

- t: Período em que ocorre o fluxo de caixa. Ele pode ser em meses, bimestres, semestre ou anos, meses;
- FC<sub>t</sub>: Fluxo de caixa do período t;
- n: número total de períodos que se analisou;
- Σ: somatório dos fluxos de todos os períodos.

Através deste cálculo, temos que levar em conta alguns fatores muito importantes, como:

- O VPL sempre será igual a zero, pois a TIR calcula a taxa de desconto para que o fluxo de caixa da VPL sempre seja igual a zero;
- A letra N representa a quantidade de períodos a analisar;
- O capital é equivalente ao valor do investimento inicial. Este deve ser sempre negativo;
- Ft representa o valor de entrada de dinheiro em determinado período (t).

Para que possa ser avaliado as probabilidades do investimento, deve-se selecionar todos os fluxos de entrada e saída do caixa.



## FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP

O **payback**<sup>12</sup> do novo investimento realizado pela empresa, nos primeiros meses se apresentará com déficit, mas, conforme os trabalhos são desempenhados ao longo prazo, esse valor gradualmente se converte para positivo, com a empresa passando a ter retorno sobre o valor aplicado de forma gradativa.

A análise de custo do benefício, será baseada de acordo com as atividades realizadas no processo de produção, proporcionando benefícios no aumento da produtividade e o crescimento da competitividade no mercado industrial.

Através do Método de Custeio ABC<sup>13</sup> o empresário poderá aperfeiçoar os custos indiretos da empresa, por meio do rastreamento de atividades. É a partir do rastreamento das atividades realizadas na produção que, irá permitir identificar procedimentos e atividades que não aderem na produtividade, acarretando falhas na padronização do produto final.

### 5 Análise e Discussão

O protótipo foi pensado de maneira que pudesse atender as necessidades dos processos de produção, trazendo mais eficiência e produtos padronizados, evitando o desperdício de matéria-prima.

Após o processo de produção finalizado, o produto é posicionado na esteira para que siga ao processo de padronização final, podemos observar este processo na Figura 4 – Processo de Seleção.

---

<sup>12</sup> **Payback** (em português, significa retorno) é um cálculo que permite saber quanto tempo um investimento leva para se pagar. Ou seja, a partir de que momento os lucros cobrirão o valor aplicado inicialmente.

<sup>13</sup> **Método de Custeio ABC**, também é conhecido como Custeio por Atividades.

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF**  
**FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE**  
**PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**



FONTE: Próprio autor.



No Passo 1, podemos observar o produto em seu processo de seleção, onde após a análise será classificado em três setores: produto reaproveitável, produto padronizado e produto para descarte.

Após identificado alguma dessas categorias, o sensor irá separa-lo em sua correspondente sessão, onde podemos notar no Passo 2. Tal padronização, é realizada de acordo com a demanda do mercado e necessidades do produtor. Podemos observar essa classificação na Figura 5 – Classificação.



FONTE: Próprio autor.



Podemos observar no Passo 3 que, após o protótipo identificar uma determinada categoria, ele imediatamente o conduz ao seu setor

## **FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

correspondente.

Por meio da classificação em setores, podesse realizar um relatório de fechamento de produção, onde nele possibilitará uma análise dos desperdícios final de matéria-prima.

Com a implantação de protótipo através do CLP no processo de produção, possibilitará uma maior rapidez no processamento, confiabilidade e precisão, possibilitando um ajuste mais preciso e assertivo em toda a linha de produção.

O trabalho conjunto e o domínio dos software<sup>14</sup>, auxiliam no conhecimento das indústrias e dos processos de desenvolvimento de um produto. Deste modo, proporciona grandes benefícios na produtividade, diminuindo os riscos de acidente dos colaboradores devido aos esforços repetitivos nas tarefas que ainda necessitam da mão de obra.

### **Considerações Finais**

O presente estudo teve como objetivo reduzir procesos repetitivos que admitem automação, os quais, são realizados por funcionários, gerando demora na linha de produção e despadronização de produtos.

A junção de tecnologias por meio de softwares, ampliando a eficiência dos processos e na produtividade da empresa, contribuindo na diminuição do desperdício da matéria-prima e a possibilidade de erros.

O investimento na automatização gera vantagens na produção, podendo atender de forma satisfatória as demandas do mercado industrial, garantindo remuneração compatível com a produtividade alcançada.

Automação oportuniza medir, controlar, padronizar e promover melhoria contínua nos processos produtivos, por meio de sensores, atuadores, ferramentas de controle e de supervisão. Esse tipo de ferramenta gera informações em tempo real aos seus gestores, auxiliando manutenção

---

<sup>14</sup> **Software:** sequência de instruções escritas, interpretadas por um computador para executar tarefas específicas



**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF**  
**FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE**  
**PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

e prevenindo falhas na produtividade.

As pequenas empresas muitas vezes não têm a estrutura financeira e nem corporativa para aguentar o peso de um investimento de grande porte como o necessário para a compra das referidas máquinas, por isso, o protótipo possuirá uma montagem maleável e sob medida para as especificações desejadas pelo cliente, portanto a quantidade de produção por hora poderá ser alterada para atender assim as necessidades do produtor.

Este estudo trouxe como resultados a redução dos custos de produção, eficiência na produtividade, melhoria continua no produto final e resultados crescentes, atendendo de forma satisfatória as demandas do mercado e consequente aumento da rentabilidade.

Portanto, por meio de protótipo pode-se concluir que, a automação industrial é de suma importancia no processo de produção industrial, proporcionando benefícios no aumento da produtividade, diminuindo os riscos de acidente dos colaboradores devido aos esforços repetitivos nas tarefas que ainda necessitam da mão de obra e, crescimento da competitividade no mercado industrial.



**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF**  
**FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE**  
**PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ANTUNES, Josiele Fernada. **AUTOMATIZAÇÃO APLICADA AO SETOR DE CORTE EM UMA FÁBRICA DE MOCHILAS**. Chapecó, 2016. Trabalho de conclusão de curso.

BORRACHA, António Manuel Lira Gomes. **LABORATÓRIO REMOTO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. 2012. 147f. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e Computadores – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2012.

CITISYSTEMS. **O QUE É AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Disponível em: <O que é a automação Industrial? | Automação Industrial (citisystems.com.br)>. Acesso em 02.09.2021.

COSTA, Isabele Moraes; LISBOA, Stella Neves Duarte; SANTOS, Talita Pitanga. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. DCA447 - Departamento de Engenharia de Computação e Automação - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, Natal RN, maio de 2003.

GIL, A. C. **COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA**. São Paulo: Atlas, 2010.

LEMONS, Arthur Dantas. **TAXA INTERNA DE RETORNO: ENTENDA ESSE CÁLCULO**. 19 Maio, 2020. Disponível em: <<https://empreenderdinheiro.com.br/taxa-interna-de-retorno/>> Acesso em: 10.09.22

LIMA, Fábio S. **A AUTOMAÇÃO E A SUA EVOLUÇÃO**. Redes para Automação Industrial DCA2401 - PPGE. Natal, Maio de 2003. Disponível em:  
<[https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_16.pdf](https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_16.pdf).>  
> Acesso em: 22.05.2021.

MARTINS, Geomar Machado. **PRINCÍPIOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Apostila da Disciplina de automação industrial da UFSM, Santa Maria, 2012. Disponível em:  
<<https://www.passeidireto.com/arquivo/78624637/apostila-principios-de-automacao-industrial-ufsm-2012>> Acesso em: 02.09.2021.

MILAN, G.S.; BASSO L.C.; PRETTO, M.R. **UM ESTUDO DE CASO SOBRE O FUNCIONAMENTO DE UM ARMAZÉM AUTOMATIZADO**. Revsita REAd. v.13, n.1, jan-abr 2007.



**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF**  
**FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE**  
**PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

NAVARRO, Dorizon Alberto. **ESTUDO DOS FATORES PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS NA GESTÃO DE PORTFÓLIO EM UMA EMPRESA DE BENS DE CONSUMO**. Revista de Gestão e Projetos, v.3, n.3, p. 291-307, set-dez, 2012.

NETO, Édio Pereira.; PAIVA, Vinicius.W.M.M.C. de; MEZA, Edwin.Benedito.Mitacc.; VIANNA, Dalessandro.Soaes. **APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP CLÁSSICO NA ESCOLHA DE UM MODELO DE CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP) PARA A INSTALAÇÃO EM UM NOVO PROJETO DE PLATAFORMA MARÍTIMA**. In: X Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro, 2014.

NETO, Geraldo Gonçalves Delgado; SOUZA, Paulo Henrique Moura de; JUNIOR, Silvio José Cavallari. **INDÚSTRIA 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA SETOR PRODUTIVO MODERNO**. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

OLIVEIRA, Mara Luiza. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Março 2018. Disponível em:  
<<https://www.passeidireto.com/arquivo/67762989/automacao-industrial-aula-2>> Acesso em: 22.05.2021.

PAREDE, Ismael Moura; GOMES, Luiz Eduardo Lemes. **ELETRÔNICA: AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Fundação Padre Anchieta, Eletrônica, v. 6. 2011.

PISSAIA, Lilian Fátima. **VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROCESSO PRODUTIVO DE CORTINAS NA EMPRESA EDEGE**. Chapecó, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção da UCEFF.

RESENDE, André Alves; MARCAL, Leandro Flor; GUIMARAES, Marco Paulo. **AUTOMATIZAÇÃO DE UMA TERMOFORMADORA VISANDO MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE PEÇAS TERMOPLÁSTICAS PARA O SETOR AUTOMOBILÍSTICO**. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos. Salvador/BA, 08 a 11 de outubro de 2013. Disponível em:  
<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STO\\_177\\_013\\_22735.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_013_22735.pdf)> Acesso em: 18.09.2021.

ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardoso. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Apostila da disciplina de automação industrial da UFSM, Santa Maria, 2012.



**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS - FEF**  
**FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS – FIFE**  
**PROGRAMA DE INCENTIVO A PESQUISA – PIP**

VOLPATO, Neri. **PROTOTIPAGEM RÁPIDA: TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

SANTOS, Aryelen Caroliny; OLIVEIRA, Bruna A; GOMES, Igor Felipe; PEDROSO, Marcos Augustos A. M.; JUNKES, Valderice H. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL EM PEQUENAS, MÉDIAS E GRANDES EMPRESAS: UM ESTUDO TEÓRICO**. “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção” Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_238\\_383\\_34692.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_34692.pdf)>. Acesso em: 22.05.2021.

SCHNEIDER, Andresa; MARAFON, Carine; ANSCHAU, Cleusa Tresinha; PAULA, Ronise de; SERVELIN, Thaísa. **BENEFÍCIOS DO INVESTIMENTO EM AUTOMAÇÃO NO PROCESSO DE EMPACOTAMENTO DE FARINHA DE TRIGO**. ANAIS – Engenharia de Produção. V.2, nº1, 2018.

SILVA, André Luiz Emmel; MORAES, Jorge André Ribas; SILVEIRA, Tiago; BRUM, Tonia Magali Moraes. **PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO PARA O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BORRACHAS ESCOLARES**. XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Área temática: Gestão da Produção, 13 e 14 de agosto de 2015.

SOMMERVILLE, Ian. **ENGENHARIA DE SOFTWARE**. 8ª Ed. São Paulo: Pearson Education, 2007.

VIANNA, William da S. **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DO PROCESSO DE SÍNTESE DE DIAMANTES USANDO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DESENVOLVIDO**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, Dezembro, 2006. Disponível em: <[https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Tese\\_CCT-LAMAV\\_William-da-Silva-Vianna.pdf](https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Tese_CCT-LAMAV_William-da-Silva-Vianna.pdf)>. Acesso em: 22.05.2021.

Zancan, Marcos Daniel. **CONTROLADORES PROGRAMÁVEIS**. Apostila da disciplina de automação industrial da UFSM. 3 ed. Santa Maria, 2010.