

Carlos Eduardo Sanches de Andrade
(Organizador)

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados 3



Carlos Eduardo Sanches de Andrade
(Organizador)

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados 3



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia de produção: desafios científicos e problemas aplicados 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Eduardo Sanches de Andrade

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia de produção: desafios científicos e problemas aplicados 3 / Organizador Carlos Eduardo Sanches de Andrade. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0744-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.447220411>

1. Engenharia de produção. I. Andrade, Carlos Eduardo Sanches de (Organizador). II. Título.

CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia de Produção: Desafios científicos e problemas aplicados 3” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 5 capítulos, estudos sobre diversos aspectos que mostram como a Engenharia de Produção pode evoluir buscando novas soluções que possam atender, com elevado padrão de qualidade, as diferentes demandas da sociedade.

A linha de produção no chão das fábricas necessita de processos com maior produtividade, sendo a automação um elemento essencial a ser considerado e, portanto, abordado na obra aqui apresentada.

Os processos industriais envolvidos na Engenharia de Produção necessitam de máquinas e equipamentos projetados especificamente para diferentes finalidades. Um estudo teórico pertinente ao projeto dessas maquinarias é outro tópico abordado nessa compilação.



Outro tema apresentado nessa obra trata-se de um grande desafio para os profissionais que atuam na Engenharia de Produção, a gestão da demanda, que precisa levar em consideração a sua flutuação, que afeta o planejamento, programação e controle da produção, sendo, portanto, um tópico relevante e de grande valor.

Outras perspectivas abordadas nesta obra dizem respeito ao estudo da liderança e seu papel na fidelização de clientes, e a gestão de distribuição de produtos alimentícios.

Agradecemos aos autores dos capítulos desta obra e esperamos que essa compilação seja proveitosa para os leitores.

Carlos Eduardo Sanches de Andrade

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AUTOMAÇÃO NA LINHA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL	
Jonieder José de Oliveira Macedo Tales da Silva Souza Luis Carlos Spaziani	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4472204111	
CAPÍTULO 2	14
ECUACIÓN GENERAL DE ACELERACIÓN POR PARTICIONES APLICADA A MECANISMOS PLANOS CON COMPONENTE DE CORIOLIS	
Jaime Eduardo Trejo Aguirre Laura Isela Padilla Iracheta Esteban Rubio Ochoa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4472204112	
CAPÍTULO 3	27
O USO DO PPCP – PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM DEMANDAS OSCILANTES	
Andréa Cristina da Silva José Fernando Faro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4472204113	
CAPÍTULO 4	38
OS REFLEXOS DA LIDERANÇA NA FIDELIZAÇÃO DO CLIENTE	
Marco Andre Matos Cutrim Jéssica Pereira Alves Andielle Martins Oliveira Antonilton Serra Sousa Junior Jean Weberth Magalhães Pinto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4472204114	
CAPÍTULO 5	52
ANÁLISE DE DEVOLUÇÕES EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	
Bruna Ludmyla Soares dos Santos Carlos Eduardo Sanches de Andrade Cintia Isabel de Campos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4472204115	
SOBRE O ORGANIZADOR	66
ÍNDICE REMISSIVO	67

CAPÍTULO 1

AUTOMAÇÃO NA LINHA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Data de aceite: 01/11/2022

Jonieder José de Oliveira Macedo

Graduado do Curso em Engenharia de
Produção pela FEF/FIFE-SP
Fernandópolis-SP
<http://lattes.cnpq.br/5011153408487995>

Tales da Silva Souza

Graduado do Curso em Engenharia de
Produção pela FEF/FIFE-SP
Fernandópolis-SP
<http://lattes.cnpq.br/7781024727274619>

Luis Carlos Spaziani

Professor do Curso de Engenharia de
Produção pela FEF/FIFE-SP
Fernandópolis-SP
<http://lattes.cnpq.br/8816524631685683>

RESUMO: Elegeu-se a automação como um fator importante para a pesquisa pelo fato de referir-se à implantação da automação na linha de produção manual, para maior viabilidade em seu procedimento utilizando o Controlador Lógico Programável (CLP). O objetivo deste artigo é reduzir processos repetitivos que admitem automação, os quais, são realizados por funcionários, gerando demora na linha de produção e despadronização de produtos. Trata-se de um estudo realizado através 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 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-CHAVE: Automatização. Eficiência. Lógica.

AUTOMATION ON THE INDUSTRIAL PRODUCTION LINE

ABSTRACT: This article is a study conducted through bibliographic research. Automation was chosen as an essential factor for the research because it refers to implementing automation in manual production sequences for greater feasibility in its system operating the Programmable Logic Controller (PLC). This article strives to lessen repetitive processes that permit automation, which is executed by employees, provoking uncertainties in the production queue and product de-standardization. Via the study and analysis

of works already publicized on the issue, area research was also prepared based on the construction of a prototype, which examines the entire production process and prevents misfortunes in the outcome. Through the bibliographical survey and the construction of a prototype, it can be inferred that automation provides the possibility to estimate, control, standardize, and promote continuous headways in production processes utilizing sensors, actuators, and control and supervision tools. This type of tool generates information in real-time to its managers, helping in the maintenance and preventing failures in the production line, besides preserving the employees' physical integrity. As an effect, the reduction of production costs, efficiency in productivity, continuous refinement in the product and increasing results, satisfactorily meeting the market demands, and consequent increase in profitability.

KEYWORDS: Automation. Efficiency. Logic.

1 | INTRODUÇÃO

Com o grande avanço tecnológico na produtividade em meados do século XVIII, dá-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. (COSTA *et al*, 2003)

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. (COSTA *et al*, 2003)

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 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 à 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. (COSTA *et all*, 2003)

Segundo Costa *et all* (2003) 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)

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. (SILVA *et all*, 2015)

A partir deste período percebe-se que, a automação passa a ter um papel muito significativo no setor da economia, a qual, vem se transformando através de grandes investimentos na produtividade em geral. (SILVA *et all*, 2015)

De acordo com Neto *et all* (2017) 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 da infraestrutura, podendo assim, ser repassado ao cliente.

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

Operando uma linha de produção de modo não otimizado, faz com que os funcionários desempenhem funções que não aderem valor ao processo, ocasionando falha humana, demora na produtividade, e despadronização do produto final. 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 realizados por funcionários, gerando demora na linha de produção e despadronização de produtos.

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. (NETO *et all*, 2017)

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. (SCHNEIDER *et all*, 2018)

De acordo com Schneider *et all* (2018) a automação¹ 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. (COSTA, 2003)

[...] 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 all*, 2018, p.03)

Segundo Santos (2017) este sistema tem como principais características: qualidade no produto, rapidez, alta capacidade de produzir com um grande rendimento e preço acessível ao cliente.

Com a automação, ocorreram grandes investimentos nos processos industriais e na infraestrutura da empresa, visando suprir e reduzir as falhas humanas na produção. (SANTOS, 2017)

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 all* (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. Essa evolução ocorreu em diferentes campos

¹ **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.

das empresas como: gestão de projetos e produção, controle de estoques, diagnósticos médicos, representações visuais, sistemas de informação etc. (SILVA *et al*, 2015)

Com as ascensões tecnológicas, surge o termo indústria 4.0² englobada com um amplo sistema tecnológico, avançado e transformando o padrão de produção no mundo. Neto *et al* (2017) 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 *software*³ 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-physical*⁴ possui a capacidade de tomar decisões em tempo real. Consequentemente, é possível alcançar os resultados esperados. Além disso, as máquinas possuem maior 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 à serviços:** Consiste no desenvolvimento de *software* customizados direcionados aos serviços da indústria 4.0. Para isso, é utilizado a *internet*⁵ dos serviços, que integra os usuários e máquinas através de programas adaptáveis a cada necessidade, esses *software*, 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-physical* através da *internet* e *internet* das coisas. (NETO *et*

2 **Indústria 4.0:** é também chamada como Quarta Revolução Industrial, tem como foco a melhoria da eficiência e produtividade dos processos.

3 **Software:** sequência de instruções escritas e interpretadas por um computador para executar tarefas específicas.

4 **Cyber-physical:** é um sistema composto por elementos computacionais colaborativos com o intuito de controlar entidades físicas.

5 **Internet:** é uma rede de conexões globais que permite o compartilhamento instantâneo de dados entre dispositivos.

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 aparelhos 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-physical*.
- **Big Data e Analytics:** Consiste no armazenamento de todas as informações que precisam ser registradas, em suma, salva os dados 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 *software*, 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 a dia dos trabalhadores, unirão o mundo real com o virtual através de sistemas *cyber-physical*, e serão mais assertivos. Desse modo, os operadores tornam-se mais capazes de otimizar os processos de setup das máquinas, arranjo de produtos e processos. Conseqüentemente 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-physical* serão inteligentes e capazes de aprender, pensar e agir baseados em informações armazenadas no *big data*⁶ 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)

3 | Controlador Lógico Programável (CLP)

Conforme Neto *et al* (2014) 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 Motors⁷, 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 Schneider *et al* (2018), 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:

⁶ **Big data:** é a análise e a interpretação de grandes volumes de dados de grande variedade.

⁷ **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.

- **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*⁸, *EEPROM*⁹ e *FLASH – EPROM*¹⁰.
- **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, e 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*.

As empresas têm como principal objetivo, obter maior produtividade com mais eficácia e custos baixos. Segundo Lemos (2020) 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*¹¹ definido, pode-se estipular um valor unitário adequado para que possa obter mais retorno. (LEMOS, 2020)

8 **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.

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

10 **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 rescreta byte por byte.

11 **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.

4 | PROJETO DE AUTOMAÇÃO

Foi por meio do cotidiano experienciado dos estágios, que partiu o interesse de elaborarmos um projeto, o qual, pode 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 “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. Podendo proporcionar ao pesquisador, novos conhecimentos e princípios científicos, trazendo respostas as necessidades humanas.

Atualmente cresce a necessidade da inclusão dos protótipos no processo de produtividade industrial manual. Tem 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, 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. (LEMOS, 2020)

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 pagamentos futuros. Este cálculo pode ser realizado através da seguinte fórmula, representada no 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_t: 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).

De acordo com Lemos (2020) para que possa ser avaliado as probabilidades do investimento, deve-se selecionar todos os fluxos de entrada e saída do caixa.

O *payback*¹² 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. (LEMOS, 2020)

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. (LEMOS, 2020)

Através do Método de Custeio ABC¹³ 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. (LEMOS, 2020)

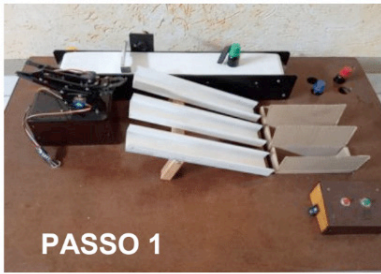
5 | ANÁLISE E DISCUSSÃO

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, pode-se observar este processo na Figura 1 – Processo de Seleção.

¹² **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.

¹³ **Método de Custeio ABC**, também é conhecido como Custeio por Atividades.



FONTE: Próprio autor.

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

Após classificado em alguma dessas categorias, o sensor irá separá-lo em sua correspondente sessão, como pode-se ser analisado no Passo 2. Tal padronização, é realizada de acordo com a demanda do mercado e necessidades do produtor, como é exposto na Figura 2 – Classificação.



FONTE: Próprio autor.

Na imagem do Passo 3, após o protótipo identificar uma determinada categoria, ele imediatamente conduz o produto para seu setor correspondente, como pode ser observado no Passo 4.

Por meio da classificação em setores, pode-se 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*, 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.

6 | 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 *software*, 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 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 contínua 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 importância 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.

REFERÊNCIAS

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.

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

NETO, Édio Pereira.; PAIVA, Vinicius. W. M. M. C. de; MEZA, Edwin. Benedito. Mitacc.; VIANNA, Dalessandro. Soares. **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.

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>. 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.

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceleración 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25

Acceleration 14

Automação industrial 3, 4, 9, 12, 13

Automatização 1, 12

Avaria no transporte 52, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

C

Canais 7

Cliente 3, 4, 12, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 63

CLP 1, 3, 7, 8, 11, 13

Controlador lógico programável 1, 2, 7, 13

Coriolis 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 26

Cross-Docking 60

D

Demanda 5, 11, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 44, 45, 50

Devolução de mercadorias 52

Diagrama de Ishikawa 52, 55, 58, 59, 63

Diagrama de Pareto 52, 55, 56, 57, 58

E

Eficiência 1, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 53, 54

Equipe 38, 39, 40, 41, 43, 45, 49, 64

F

Ferramentas de qualidade 52, 54, 63, 64

Fidelização 38, 39, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 54

G

Gestão de estoques 33

I

Indústria 4.0 5, 6, 13

L

Liderança 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 50

Linha de produção 1, 2, 3, 4, 9, 11, 12

Linkages 14

Lógica 1, 47

Logística reversa 52, 53, 63, 64, 65

M

Manufatura 5, 13, 27, 36, 37

Marketing 37, 39, 42, 45, 49, 50, 51, 66

Mecanismos 4, 14, 15, 16, 17, 25, 26

Motivação 38, 39, 42, 48

O

Oscilante 27, 28, 30, 32, 33

P

Particiones 14, 15, 17, 19

Partitions 14

Planejamento da produção 31

Pós-venda 52, 63, 65

PPCP 27, 28, 31, 36

Previsão 29, 30, 32

Produto 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 53, 54, 57, 60, 64

Q

Qualitativos 30

S

Serviços 5, 7, 27, 33, 35, 40, 43, 44, 45, 49, 50

Sistemas 3, 4, 5, 6, 7, 16, 27, 28, 35, 36, 66

Sistemas distribuídos para controle digital 3

SPSS 59

V

Vendas 29, 30, 32, 35, 36, 39, 64

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 