



LUCAS HENRIQUE SIMÕES

**AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E A INDÚSTRIA 4.0:
A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA E DA ROBÓTICA NA
INDÚSTRIA**

TAUBATÉ - SP
2021

LUCAS HENRIQUE SIMÕES

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E A INDÚSTRIA 4.0:
A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA E DA ROBÓTICA NA
INDÚSTRIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera Educacional, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica.

Orientador: Patrich Magro

Taubaté
2021

LUCAS HENRIQUE SIMÕES

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E A INDÚSTRIA 4.0:
A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA E DA ROBÓTICA NA
INDÚSTRIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera Educacional, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Taubaté ____ de _____ de 2021

Dedico este trabalho aos meus pais Luiz e
Lucimara e a minha noiva Vanessa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado e guardado durante toda a minha jornada

Agradeço aos meus familiares e amigos por todo apoio e compreensão durante os períodos de distanciamento por conta dos compromissos acadêmicos.

Agradeço a todos que de uma forma direta ou indiretamente me ajudaram a concluir mais este sonho. Meu muito OBRIGADO.

SIMÕES, Lucas Henrique. **Automação Industrial e a Indústria 4.0**: a importância da tecnologia e da robótica na Indústria. 2021. 42 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica – Anhanguera Educacional, Taubaté, 2021.

RESUMO

O tema desenvolvido neste trabalho foi a automação industrial na indústria 4.0, com foco em sua importância tecnológica através da robótica. A justificativa da escolha deste tema advém da relevância da automatização para o aumento da produtividade, ou seja, para a racionalização de matérias-primas e insumos, assim como na redução de custos operacionais, consumo de energia, aumento da segurança do processo, otimização de recursos humanos da empresa e, a melhoria do diagnóstico, supervisão e controle de qualidade da produção. O objetivo traçado para esta pesquisa foi a revisão de literatura com base bibliográfica obtidas em artigos científicos, livros, periódicos e biblioteca virtual de acesso público. O período de pesquisa foi 2010 a 2020, nos idiomas português, espanhol e inglês, com as devidas traduções. A conclusão obtida com esta pesquisa foi a de que a automação industrial é uma força motriz para o desenvolvimento econômico. Visto que consiste na otimização dos processos industriais por meio de sistemas automatizados, com a finalidade de aumentar a produtividade, melhorar as condições de trabalho e simplificar operações. Trazendo com isso, uma maior produtividade e qualidade nos processos de produção.

Palavras-chave: Automação. Robótica. Tecnologia. Indústria 4.0. Produtividade. Qualidade.

SIMÕES, Lucas Henrique. **Industrial Automation and Industry 4.0**: the importance of technology and robotics in Industry. 2021. 42 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica – Anhanguera Educacional, Taubaté, 2021.

ABSTRACT

The theme developed in this work was industrial automation in industry 4.0, focusing on its technological importance through robotics. The justification for choosing this theme came from the relevance of automation for increasing productivity, that is, for the rationalization of raw materials and inputs, as well as in the reduction of operating costs, energy consumption, increased process safety, optimization of company's human resources and, the improvement of diagnosis, supervision and quality control of production. The objective outlined for this research was the literature review with bibliographic base obtained in scientific articles, books, periodicals and virtual library of public nature. The research period was from 2010 to 2020, in Portuguese, Spanish and English, with the necessary translations. The conclusion reached with this research was that industrial automation is a driving force for economic development. Since it consists of the optimization of industrial processes through automated systems, with the purpose of increasing productivity, improving working conditions and simplifying operations. With this, greater productivity and quality in the production processes.

Keywords: Automation. Robotics. Technology. Industry 4.0. Productivity. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tear <i>Jacquard</i>	14
Figura 2 - Modelo Estrutural de um Sistema Automatizado.....	19
Figura 3 - Sistema de manufatura: modelo de entradas e saídas	21
Figura 4 - Classificação Tecnológica	23
Figura 5 - Representação de dois conceitos englobados pela Indústria 4.0.....	28
Figura 6 - Óculos de realidade aumentada do <i>Osterhout Design Group</i>	30
Figura 7 Vestível Industrial da Marca Intel, ProGlove.....	32
Figura 8 - Vestível Industrial da marca Motorola - HC 1	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2. AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA	13
2.1 AUTOMAÇÃO	13
2.2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	15
2.3 AUTOMAÇÃO E A INDÚSTRIA 4.0	15
2.4 ROBÓTICA	16
2.5 O ROBÔ E A INDÚSTRIA	17
2.6 CARACTERÍSTICAS DE UM ROBÔ	18
3. MODELO ESTRUTURAL DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO – COMPOSIÇÃO.....	19
3.1 PARTE OPERACIONAL: SISTEMAS DE FABRICAÇÃO	20
3.1.1 Modelo de entrada-saída	21
3.2 PARTE DE CONTROLE	22
3.2.1 Classificação tecnológica	23
3.3 LÓGICA COM FIO OU CABEADA	24
3.4 LÓGICA PROGRAMADA	24
3.5 NÍVEIS DE AUTOMAÇÃO	25
3.5.1 Nível elementar	25
4 OS PRINCIPAIS ELEMENTOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS NAS EMPRESAS PARA OTIMIZAR A PRODUÇÃO – ROBÓTICA	26
4.1 PRINCIPAIS TECNOLOGIAS PARA A NOVA FÁBRICA INTELIGENTE	26
4.2 USINAGEM DE PEÇAS SLM COM FERRAMENTAS DE ELEVAÇÃO	27
4.3 REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL	28
4.4 <i>WEARABLES</i>	30
4.5 OS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS – UAVs PODEM DESEMPENHAR UM PAPEL IMPORTANTE EM FÁBRICAS INTELIGENTES	33
4.6 IMPRESSÃO 3 D, O NOVO GUTENBERG	34
4.7 ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL: OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS ...	34
4.8 QUANDO A AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL OTIMIZA PROCESSOS	35
4.9 METODOLOGIA PREDITIVA OTIMIZA A GESTÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS	35

4.10 TIPOS DE AUTOMAÇÃO EM ROBÓTICA INDUSTRIAL.....	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A automação industrial é um conjunto de técnicas baseadas em sistemas capazes de receber informações do processo sobre o qual atuam, realizar ações analíticas, organizá-las e controlá-las de forma adequada a fim de otimizar os recursos produtivos, como materiais, humanos, econômicos, financeiros, etc. . A automação de uma empresa dependendo do projeto pode ser parcial ou total, podendo ser ajustada para processos manuais ou semiautomáticos.

A principal razão da automatização é o aumento da produtividade, isto é conseguido através da racionalização de matérias-primas e insumos, reduzindo custos operacionais, reduzindo o consumo de energia, aumentando a segurança do processo, otimizando os recursos humanos da empresa e melhorando o diagnóstico, supervisão e controle de qualidade da produção.

Dentro deste contexto, formulou-se a questão norteadora da pesquisa, ou seja: De que forma a utilização da automação industrial pode agregar valor e otimizar as tarefas dentro de um processo produtivo?

A automação ligada ao uso da robótica dentro da indústria vem se mostrando cada vez mais vantajosa, visto que, ela agrega inúmeros benefícios para a indústria desde o aprimoramento da manufatura, bem como ferramenta estratégica de competitividade e produção. Desta forma, o tema se justifica pela relevância e como fator essencial para o acompanhamento da evolução da indústria 4.0 e, uma produtividade e eficiência mais padronizada para atender os clientes que, estão cada dia mais exigentes.

O objetivo principal deste estudo então foi apontar em que áreas específicas o uso da automação e da robótica se tornam uma ferramenta essencial de eliminação de perdas geradas dentro do ambiente de manufatura. Para um melhor entendimento sobre o tema proposto, foram pesquisados também os seguintes objetivos específicos: (i) Sistematizar o termo automação e robótica; (ii) Descrever o modelo estrutural de um sistema automatizado ; (iii) Apontar os principais elementos tecnológicos utilizados nas empresas para otimizar a produção – robótica.

A metodologia utilizada na pesquisa foi a revisão de literatura realizada através de busca em dados bibliográficos consultados em livros, artigos científicos, periódicos técnicos, dissertações, teses e monografias, assim como em sites especializados de

cunho público e, em bibliotecas virtuais de universidades. O período de pesquisa foi 2010 a 2020, nos idiomas português, espanhol e inglês, com as devidas traduções. Os descritores pesquisados foram: automação, robótica, tecnologia, indústria 4.0, produtividade e qualidade.

2. AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA

Devido ao contínuo avanço no desenvolvimento de inovadoras tecnologias, surge o conceito de indústria 4.0 com o intuito de suprir a necessidade de excelência produtiva, tendo como base a automação dos processos produtivos e a integração da digitalização de toda a cadeia de valor, criando uma fusão entre o mundo real e o virtual. Segundo o *Boston Consulting Group*, essa evolução é baseada em nove pilares tecnológicos: Internet das coisas, realidade aumentada, robôs autônomos, simulação, manufatura aditiva, big data, a tecnologia de nuvem, *cybersecurity* e integração horizontal e vertical de sistemas e *softwares* (ALBERTIN *et al.*, 2017).

2.1 AUTOMAÇÃO

Automação significa usar tecnologia para realizar tarefas quase sem necessidade de pessoas. Ele pode ser implementado em qualquer indústria onde tarefas repetitivas são realizadas (FILHO, 2019).

Automação é o conjunto de elementos ou processos computacionais, mecânicos e eletromecânicos que operam com mínima ou nenhuma intervenção humana. Normalmente são utilizados para otimizar e melhorar o funcionamento de uma planta industrial, mas a automação também pode ser utilizada em um estádio, uma fazenda ou mesmo na infraestrutura de cidades (MOUSSA, 2011).

O *feedback* e a capacidade de fazer ajustes com essas informações é o que indica o quão autossuficiente é um sistema automatizado, um braço robótico que é utilizado na montagem de carros é um exemplo de alta independência, pois com seus sensores e sua programação pode executar sua tarefa sem intervenção humana, um tanque de leite que só possui sensor de temperatura, mas desligá-lo ou ligá-lo manualmente é um exemplo de sistema semiautomático (PIRES, 2012).

O primeiro exemplo de automação real foi o Tear de *Jacquard* (*Figura 1*), que no início do século XVIII usava cartões perfurados para automatizar o processo de tecelagem, portanto, enquanto um especialista em tear tradicional fazia 2 cm de brocado em uma semana, o tear de *Jacquard* era capaz de produzir até 60 cm de brocado na mesma semana (ROMANO; DUTRA, 2015).

Figura 1 - Tear Jacquard



Fonte: Romano; Dutra (2015, p.189)

A chegada do tear de *Jacquard* foi um dos muitos avanços que deram lugar à revolução industrial, a revolução industrial não só mudou devido ao uso das máquinas a vapor, mas também mudou a forma de funcionamento das próprias fábricas ao implementar a divisão de mão de obra. Anteriormente, um único trabalhador era responsável por todo o processo de uma peça, a divisão do trabalho permitia que um ou mais trabalhadores se responsabilizassem por uma parte do processo de fabricação da peça, deixando a próxima etapa do processo para outros colegas, por meio da otimização do arranjo das áreas e do processo de criação foi gerado o que se conhece como cadeia produtiva. Isso foi importante para a automação porque permitiu verificar quais partes do processo favoreciam a melhoria com o uso das máquinas (RIVIN, 2018).

O próximo grande passo na automação industrial aconteceu com o surgimento do computador à medida que aumentava o número de áreas nas quais a automação poderia ser realizada, um dos primeiros setores que se beneficiou disso foi a indústria automotiva, que foi mesmo a primeira a usar o que poderia ser considerado o primeiro computador para automação, o PLC (ROMANO; DUTRA, 2015).

A introdução da Internet e o aumento da comunicação celular têm facilitado a interconexão entre as diversas usinas e o acesso às informações, antes era necessário que um engenheiro se deslocasse às usinas para saber seu status,

enquanto nesses momentos ele pode monitorar em tempo real o status das plantas pelo celular (MOUSSA, 2011)

Neste momento aproxima-se do início da próxima grande etapa da automação com a introdução de inteligências artificiais, até agora os robôs não realizam mais ações do que foram programadas, mas com esta etapa os robôs aprenderiam com a experiência ou se poderia até ter uma planta que se autocontrole sem a necessidade de intervenção humana.

2.2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação industrial é um conjunto de técnicas baseadas em sistemas capazes de receber informações do processo sobre o qual atuam, realizar ações analíticas, organizá-las e controlá-las de forma adequada a fim de otimizar os recursos produtivos, tais como materiais, humanos, econômicos, financeiros, etc. . A automação de uma empresa dependendo do projeto pode ser parcial ou total, podendo ser ajustada para processos manuais ou semiautomáticos (ALMADA, 2016).

A automação de plantas industriais é um aspecto muito importante no crescimento das empresas, pois elas precisam de: - Aumentar a demanda pelo produto; oferecer produtos de melhor qualidade; otimize o consumo de energia (ALBERTIN, 2017).

O principal motivo da automatização é o aumento da produtividade, isto é conseguido através da racionalização de matérias-primas e insumos, reduzindo custos operacionais, reduzindo o consumo de energia, aumentando a segurança dos processos, otimizando os recursos humanos da empresa e melhorando o diagnóstico, supervisão e controle de qualidade da produção (RIVIN, 2018)..

2.3 AUTOMAÇÃO E A INDÚSTRIA 4.0

O termo Indústria 4.0, também conhecido como quarta revolução industrial, manufatura inteligente, indústria da internet ou indústria integrada (HOFMANN et al., 2017) surgiu a partir de iniciativas estratégicas do governo da Alemanha para consolidar o país como líder na área de tecnologia e fortalecer sua competitividade global (KAGERMANN et al., 2013).

As instalações das indústrias automotivas não atingiram a excelência do alinhamento de conectividade em que os humanos e as máquinas funcionam juntamente. Porém a indústria já iniciou o uso dos princípios da Indústria 4.0 e cada vez mais os consumidores buscam por melhores tecnologias em seus automóveis, acelerando o avanço do setor nesta área (MENDES; SIEMON; CAMPOS, 2017).

O diferencial da Indústria 4.0 está no fato de que o processo de fabricação vai evoluindo de uma única ilha robótica automatizada para sistemas totalmente automatizados e interligados que se comunicam com os demais, aumentando a flexibilidade, velocidade, produtividade e qualidade dos sistemas produtivos. A feira de Hannover de 2017 teve como tema principal a Indústria 4.0 e a aplicação de suas tecnologias. Ela mostrou que a implementação destas tecnologias já é realidade e está acontecendo “passo a passo”, transformando significativamente a forma de projetar, produzir, entregar e remunerar a produção (HOFMANN et al., 2017).

Desta forma, as instalações são capazes de se auto gerenciar de forma mais autônoma, adaptando-se às exigências do mercado. O destaque deste novo tipo de indústria é a automação. Especialmente este ponto se destaca nas grandes indústrias, já que permite interligar as unidades de produção, criar redes de produção digital e usar recursos com muito mais eficiência. Portanto, o destaque da indústria é: Automação; Conectividade Digital; acesso ao cliente e outros usuários em menos tempo (ALMADA, 2016).

A própria definição de robô industrial como sendo um "manipulador multifuncional reprogramável projetado para movimentar materiais, partes, ferramentas ou peças especiais, através de diversos movimentos programados, para o desempenho de uma variedade de tarefas" (RIVIN, 1988, p. 125), já concede uma ideia das diversas aplicações que podem ser realizadas com este equipamento (ROMANO; DUTRA, 2015).

2.4 ROBÓTICA

A robótica está ligada à construção de “artefatos” que procuravam materializar o desejo humano de criar seres à sua semelhança e ao mesmo tempo dispensá-los de trabalhos tediosos ou perigosos (DRATH; HORCH, 2014).

O termo robótica é cunhado por Isaac Asimov, definindo a ciência que estuda robôs. A palavra robótica foi cunhada pela primeira vez em 1921 pelo escritor tcheco

Karel Capek (1890-1938), mas popularizada pelo escritor de ficção científica russo-americano Isaac Asimov, de quem as três leis da robótica são devidas:

Primeira Lei: "Um robô não irá prejudicar um ser humano ou, por inação, permitir que um ser humano seja prejudicado." Segunda lei: "Um robô deve obedecer às ordens dadas por seres humanos, exceto se essas ordens entrarem em conflito com a primeira lei." Terceira lei: "Um robô deve proteger sua própria existência na medida em que sua proteção não entre em conflito com a primeira e a segunda leis."

Existem vários tipos de robôs desde a primeira geração, como manipuladores, até a quarta geração, que seriam robôs "inteligentes" (RIVIN, 2018).

Robô industrial: como o braço mecânico industrial.

Manipulador: como empacotador, carregador e descarregador de fábrica.

Terrestre - alguns têm a forma de insetos, alguns têm rodas e alguns se apoiam em duas pernas, chamados de robôs andróides.

Aéreas: têm a forma de um avião ou helicóptero.

Pesquisa: por exemplo, o veículo rover tipo rover que a NASA usa para explorar o planeta Marte.

Educativos ou lúdicos: geralmente são de consumo diário como animais de estimação eletrônicos.

Bioengenharia robótica: reúne biologia, engenharia, eletrônica e robótica para criar próteses e protótipos para a área da medicina.

Andróides: robôs 'inteligentes'.

A robótica é uma ciência interdisciplinar porque combina conhecimentos de engenharia mecânica, engenharia elétrica, eletrônica, informática, alcançando áreas como a biologia (FILHO, 2019).

2.5 O ROBÔ E A INDÚSTRIA

No conhecimento coloquial, o robô costuma estar associado a uma máquina antropomórfica (ou seja, com atribuições humanas) com alto grau de desenvolvimento tecnológico em sua capacidade intelectual. Embora a maioria dos robôs criados de forma funcional não tenha a forma humana, essa imagem, que é produto de romances de ficção científica, é precisa no que diz respeito à habilidade que um robô possui (PIRES, 2012).

Dessa forma, o termo robô em um sentido não restritivo está associado a uma qualidade e não a uma característica construtiva. Por exemplo, este termo também é usado em programas de computador inteligentes e autônomos (ALMADA, 2016)..

A robótica pode ser entendida como uma síntese do conhecimento científico-tecnológico em uma ampla gama de disciplinas nas quais se estudam o projeto, a construção, a operação e a aplicação de máquinas e programas de computador que requeiram o uso da inteligência para realizar tarefas desempenhadas pelo ser humano. tarefas humanas ou outras que contribuam para o desenvolvimento da humanidade (MENDES et al., 2017).

2.6 CARACTERÍSTICAS DE UM ROBÔ

Os robôs podem ter designs diferentes, assim como programas, tudo depende da função que irão executar. O que se conhece são as diferentes características que podem possuir, entre estas se encontram (RIVIN, 2018):

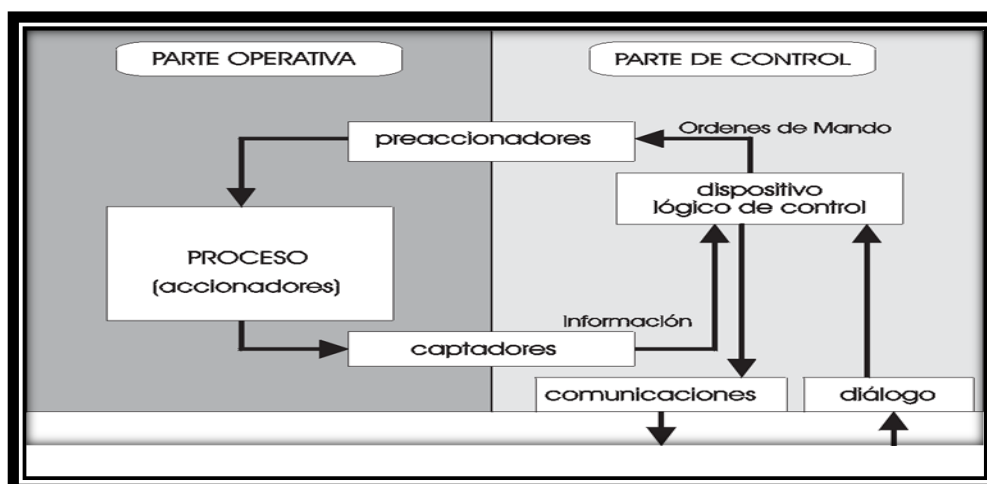
- A precisão que possuem ao realizar uma ação ou movimento.
- A capacidade de carga, em quilogramas, que o robô pode manipular
- O grau de liberdade que eles têm com seus movimentos. Geralmente coincide com o número de juntas que o robô possui.
- O sistema de coordenadas que especifica em quais direções seus movimentos e posições serão realizados. Podem ser coordenadas cartesianas (x, y, z), cilíndricas, etc.

3. MODELO ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO - COMPOSICIÓN

A estrutura de um Sistema Automatizado como demonstrado na Figura 2, pode ser classificada em duas partes claramente diferenciadas: por um lado, o que se chama de Parte Operacional, composta por um conjunto de dispositivos, máquinas ou subprocessos, destinados a realizar determinadas funções de fabricação; especificamente, eles podem ser máquinas-ferramentas para realizar operações de usinagem mais ou menos sofisticadas ou subprocessos dedicados a tarefas como destilação, fundição, etc. Por outro lado, se tem a parte de controle, o Comando, que independentemente da sua implementação tecnológica electrónica, pneumática, hidráulica, etc., é o dispositivo encarregado de coordenar as diferentes operações destinadas a manter a parte operativa sob controlo (MORENO, 2020).

A submissão da Parte Operacional é conseguida mantendo continuamente uma troca de informações entre a Parte de controle ou comando. Essa troca é estabelecida por meio de sensores binários, transdutores analógicos e digitais e dispositivos de pré-atuação. Das duas primeiras, são coletadas informações sobre os valores das grandezas físicas a serem controladas, bem como suas alterações de *status*, enviando-se essas informações para o Controle para tratamento. Após o processamento das informações, as ações de comando são enviadas por meio dos pré-gatilhos. Os pré-atuadores são dispositivos que permitem o controle de grandes potências por meio dos pequenos sinais de potência que são emitidos pela Parte de Controle (ALVES, 2015)

Figura 2 - Modelo Estrutural de um Sistema Automatizado



Fonte: ALVES, (2015, p. 35)

Em suma, a automação de um processo industrial (máquina, conjunto ou equipamento industrial) consiste na incorporação a ele de um conjunto de elementos e dispositivos tecnológicos que garantem seu controle e bom comportamento. Um dos objetivos desejáveis é que a automação seja capaz de reagir a situações antecipadas e também que, perante os imponderáveis, vise colocar o processo e os recursos humanos que o auxiliam na situação mais favorável (DE NEGRI, 2014).

No período histórico mais recente, os objetivos da automação têm sido a redução dos custos de fabricação, a qualidade constante dos meios de produção e a libertação do ser humano de tarefas tediosas, perigosas ou insalubres. No entanto, desde a década de 1960, devido à alta competitividade empresarial e à crescente internacionalização dos mercados, esses objetivos foram amplamente ampliados (GONÇALVES, 2013).

Como consequência de um ambiente competitivo, qualquer empresa está sujeita à necessidade de realizar grandes e rápidos processos de mudança em busca de sua adaptação às demandas do mercado, neutralização dos avanços de sua concorrência ou simplesmente como manobra de mudança de estratégia por ser abreviado o ciclo de vida de alguns de seus produtos. Isso torna necessário manter meios de produção adequados que tenham grande flexibilidade e possam modificar a estratégia de produção em tempo hábil (FIALHO, 2014).

O surgimento da microeletrônica e do computador tem permitido maiores níveis de integração entre o sistema produtivo e os centros de decisão e política empresarial, permitindo que a produção seja vista como um fluxo de materiais através do Sistema Produtivo. Que interage com todas as áreas do Sistema Produtivo. Empresa (ALMADA-LOBO, 2016).

3.1 PARTE OPERACIONAL: SISTEMAS DE FABRICAÇÃO

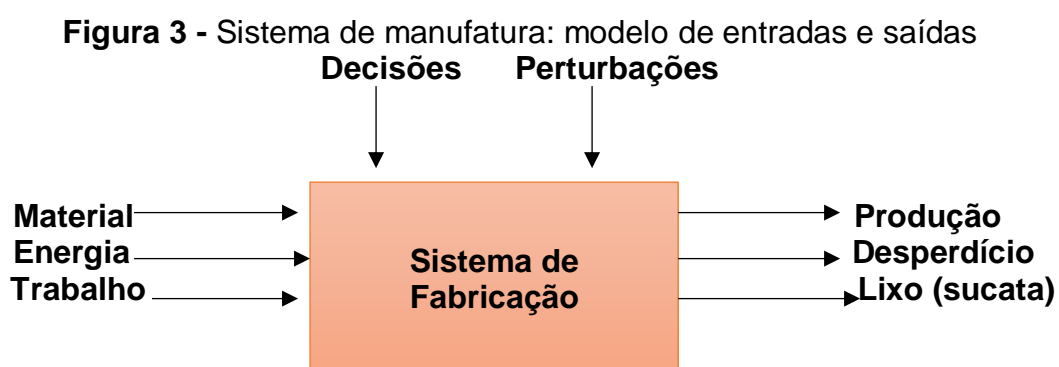
Nesta seção, será discutido alguns breves conceitos associados à manufatura, ou seja, à Parte Operacional para uma melhor compreensão sobre o tema analisado. Estes são aplicáveis a sistemas de manufatura discretos e contínuos.

A manufatura é um processo de transformação em que matéria-prima, mão de obra, energia e equipamentos são reunidos para produzir mercadorias de alta qualidade. Obviamente, os bens produzidos devem ter um valor econômico superior ao dos componentes utilizados e devem ser comercializáveis em ambiente

competitivo. O processo de transformação geralmente envolve uma sucessão de etapas chamadas operações de produção. Cada operação de produção é um processo de transformação de insumos em produtos, fornecendo valor agregado espalhadas entre as operações que agregam valor estão aquelas que não agregam valor, como transporte, armazenagem e fiscalização. Em geral, é necessário minimizar, senão eliminar, operações que não agregam valor (OGATA, 2010).

3.1.1 Modelo de entrada-saída

Um sistema de manufatura pode ser representado pelo modelo de entrada-saída mostrado na Figura 3. Nele, os insumos são compostos por material, trabalho, energia e tecnologia. A matéria-prima passa a ser o produto final de qualidade. São várias as operações de trabalho realizadas pelos chamados operários ou colaboradores, necessárias para a concepção do produto, para a operação do equipamento, para o carregamento e descarregamento de peças, inspeção, etc. A tendência recente é automatizar a maioria dessas funções e elevar o papel do operador humano ao de monitor e supervisor (FIALHO, 2014).



Fonte: Fialho, (2014, p.119)

A tecnologia de manufatura representa a sofisticação e flexibilidade dos equipamentos e o objetivo de integrar o fluxo de materiais e informações ao sistema. Um sistema de manufatura pode ser manual ou totalmente automatizado, altamente dedicado ou totalmente flexível, um conjunto de máquinas-ferramentas isoladas ou um sistema de produção totalmente integrado. É o nível de tecnologia que determina se um sistema é um sistema de produção em massa (*Job hop*), um sistema de produção em lote ou um sistema de manufatura totalmente flexível. A tecnologia também determina se as economias são do tipo de escala ou do tipo de escopo. A

produção em massa de uma estreita gama de produtos leva a economias de escala, enquanto um baixo volume de produção de uma ampla variedade de produtos está associado a economias de escopo (ALVES, 2015).

O processo de fabricação produz três saídas: a peça completa, com uma qualidade de produto que deve atender às especificações de engenharia exigidas; sucata (lixo) e desperdício. A sucata é inevitável devido às operações de usinagem de metal. Os resíduos são de dois tipos: o primeiro tipo de resíduos é representado por ferramentas gastas, produto rejeitado durante a inspeção, etc .; e o segundo tipo de resíduo é gerado pelo uso de recursos do sistema em operações que não agregam valor. Obviamente, refugo e desperdício são desvios indesejáveis do modelo e devem ser minimizados (ALBERTIN, 2017).

Existem mais duas contribuições para o sistema de manufatura que são importantes para sua operação. O primeiro é o conjunto de decisões que são tomadas nos vários níveis da hierarquia (longo, médio e curto alcance) em relação aos produtos manufaturados, equipamentos adquiridos, *layouts* de fábrica, sequenciamento e programação de peças, carregamento de peças etc. Essas decisões são muito importantes e o principal objetivo da abordagem é apresentar ferramentas atuais para avaliar analiticamente as várias decisões. O segundo tipo de entrada são distúrbios; isso inclui ações governamentais, flutuações de mercado, competitividade, quebra de equipamentos e problemas trabalhistas (OGATA, 2010).

3.2 PARTE DE CONTROLE

A Parte de Controle ou Comando é o dispositivo encarregado de realizar o controle coordenador das diferentes operações destinadas a manter a Parte Operativa sob determinada operação pré-estabelecida nas especificações de projeto. Com um maior grau de especificidade, as funções mais comuns da Parte de Controle são DE NEGRI, 2014):

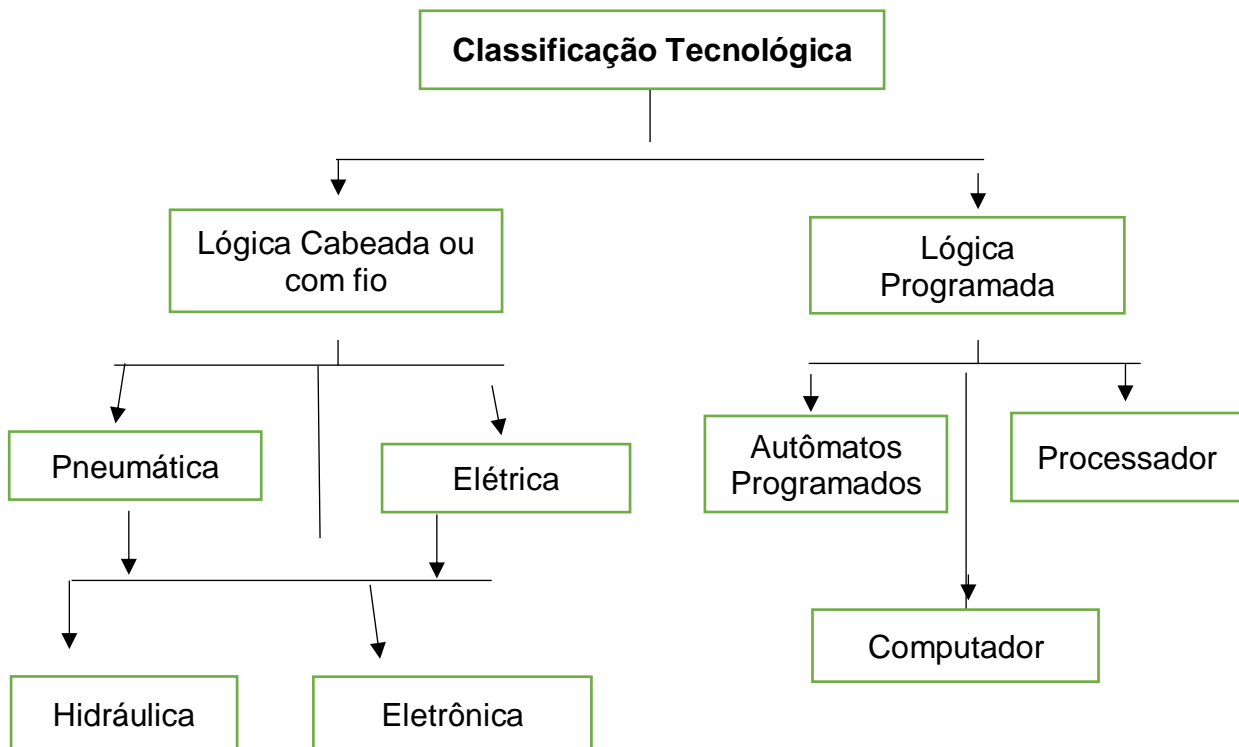
- Gerenciamento de entradas / saídas.
- Tratamento de equações lógicas.
- Tratamento das funções de segurança.
- Tratamento sequencial.
- Funções de regulação.
- Funções de cálculo para otimização.

- Gerenciamento de ferramentas.
- Controle de qualidade.
- Gerenciamento de manutenção.
- Supervisão de Operações: monitoramento e diagnóstico de falhas.
- Acompanhamento da produção.

3.2.1 Classificação tecnológica

O desenvolvimento dos controladores, sua complexidade e eficiência, estão associados ao desenvolvimento tecnológico experimentado ao longo do tempo. Basicamente, pode-se estabelecer a classificação mostrada na Figura 4, a partir de dois conceitos principais: lógica cabeada e lógica programada (ALVES, 2015).

Figura 4 - Classificação Tecnológica



Fonte: ALVES, (2015, p.129)

Os comandos dos sistemas automatizados sofreram uma revolução com o passar dos anos haja vista o desenvolvimento de novos processadores, dispositivos com alta capacidade de armazenamento e IHMs com recursos *touch* e acionamento

remoto. Tudo começou com as tecnologias cabeadas e módulos lógicos até evoluir para os CLPs e computadores (OGATA, 2010).

3.3 LÓGICA COM FIO OU CABEADA

Seu nome é dado pelo tipo de elementos que intervêm em sua implementação. No caso da tecnologia elétrica, as conexões físicas são feitas por meio de cabos elétricos, relés eletromagnéticos, interruptores, botões de pressão, etc. Quando se trata de tecnologia eletrônica, as portas lógicas são os elementos fundamentais pelos quais os controladores são feitos (MOUSSA, 2011).

No caso da tecnologia fluídica, sua implantação tem sido realizada por tubos de aço, cobre, PVC, etc. junto com elementos como válvulas, distribuidores, interruptores de pressão, redutores de pressão etc (TEIXEIRA, 2016).

A tecnologia pneumática foi, e ainda é frequentemente utilizada, na automação industrial, embora esteja sendo relegada a acionamentos de certa potência com algoritmos de controle relativamente simples e também para aplicações de natureza especial (para ambientes explosivos), desde contra a lógica programada tem as seguintes desvantagens (ALMADA-LOBO, 2016):

- Impossibilidade de realizar funções de controle complexas.
- Grande volume e peso.
- Pouca flexibilidade diante das modificações.
- Reparos caros.

Porém, muitas vezes, as soluções costumam ser articuladas por meio de implementações mistas, aproveitando as melhores características de ambas as tecnologias, pneumática e lógica programada por meio de controladores programáveis industriais conectados por dispositivos de interface (OGATA, 2010).

3.4 LÓGICA PROGRAMADA

É uma tecnologia desenvolvida a partir do surgimento do microprocessador, e de sistemas programáveis baseados nele, computadores, controladores lógicos e autômatos programáveis. Constantemente, devido aos altos níveis de integração

alcançados na microeletrônica, o limite de lucratividade dessa tecnologia diminui e em comparação com a lógica com fio que apresenta (ALVES, 2015):

- Grande flexibilidade,
- Possibilidade de cálculo científico e
- Implementação de algoritmos complexos de controle de processo,
- Arquiteturas de controle distribuído,
- Comunicação e gestão.

Como desvantagens de curto e médio prazo, apresenta-se a necessidade de formação nas empresas de pessoal adequado para a sua programação e assistência, pois são verdadeiras ferramentas informáticas, também a sua relativa vulnerabilidade às condições agressivas do meio industrial, embora, com o Over com o tempo, o nível de confiabilidade e disponibilidade desses sistemas melhorou dramaticamente (TEIXEIRA, 2016).

3.5 NÍVEIS DE AUTOMAÇÃO

O grau de automação de um processo é fundamentalmente determinado por fatores econômicos e tecnológicos, portanto pode-se encontrar uma gama muito ampla e variada, dependendo dos objetivos a serem alcançados (FILHO, 2019).

3.5.1 Nível elementar

Corresponde ao atribuído a uma simples máquina ou peça de máquina, atribuindo-lhe tarefas de monitorização dos tempos mortos, posicionamento de peças e funções de Segurança. No nível elementar, três graus de automação são distinguidos: Vigilância; Guia do operador e Comando (OGATA, 2010).

4 OS PRINCIPAIS ELEMENTOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS NAS EMPRESAS PARA OTIMIZAR A PRODUÇÃO – ROBÓTICA

A automatização por meio de robôs permite que tarefas recorrentes, onde a ação humana geralmente é necessária, sejam feitas de maneira intuitiva, como a gestão e conferência de informações e processos, o monitoramento de recursos e equipamentos.

4.1 PRINCIPAIS TECNOLOGIAS PARA A NOVA FÁBRICA INTELIGENTE

Todos estão imersos em uma Era em que mudanças constantes são feitas na forma de proceder em todas as áreas, além disso, estas são aceleradas pelos desenvolvimentos tecnológicos, por isso é lógico pensar que as empresas devem ser os motores desta nova era da digitalização. Nos últimos anos, uma série de conceitos inter-relacionados foram introduzidos e direcionados nessa direção, que nada mais são do que: Manufatura Avançada, industrial 4.0, *FoF* (Fábrica do Futuro), *IoT* (Internet das Coisas), *Digital Twin* (MORENO, 2020).

A Manufatura Avançada refere-se tanto ao uso de tecnologias e metodologias inovadoras em ambientes industriais com o objetivo de aumentar a competitividade do setor. Além disso, este conceito abrange todos os aspectos da cadeia de valor, desde o conceito até as considerações sobre o fim da vida. Para isso, conta com a tecnologia de comunicação da informação (TIC) para integrar as atividades de manufatura e comerciais em uma operação eficiente. Cada vez mais são utilizadas as chamadas 'tecnologias facilitadoras', que têm promovido a Indústria 4.0, bem como uma nova conceituação de fábricas. Até alguns anos atrás, a fabricação tradicional dependia do uso de fábricas e linhas de produção dedicadas com pouca ou nenhuma flexibilidade. A Manufatura Avançada, por outro lado, envolve métodos de produção versáteis que utilizam totalmente os recursos disponíveis da planta e são mais eficientes, eficazes e responsivos a possíveis mudanças. Embora existam circunstâncias em que os métodos tradicionais e dedicados ainda sejam apropriados, como execuções de produção longas e previsíveis, a Manufatura Avançada tem a capacidade de acomodar os diversos requisitos de produção e personalização em massa comumente encontrados na indústria sem a necessidade de investimento de capital excessivo (BAZANELLA *et al*, 2015).

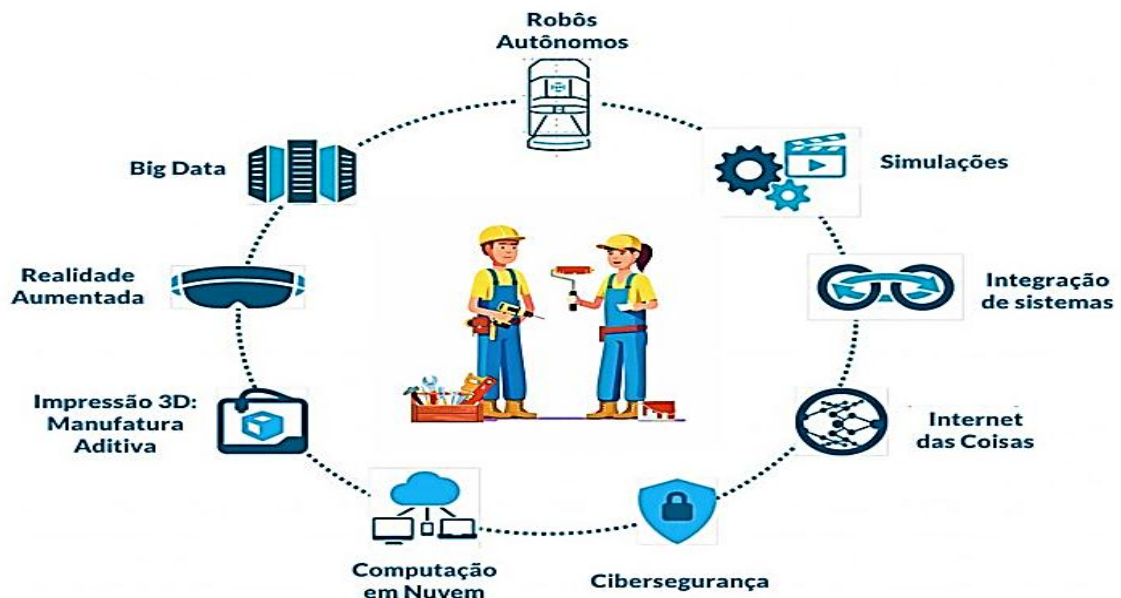
A indústria 4.0 é outro tópico importante na arena industrial. Nestes tempos de digitalização, a questão não é mais se a indústria de manufatura precisa se transformar, mas com que rapidez eles podem fazer isso. Na verdade, a digitalização tem o potencial de transformar toda a indústria e oferecer várias abordagens para otimizar os sistemas de produção em termos de maior eficiência, garantia de qualidade ou personalização do produto. Neste momento, as empresas estão trabalhando em estratégias de implementação e os primeiros passos já foram dados para iniciar a transformação. No entanto, não há um plano consistente para um *Factory 4.0*, *Factory of the Future (FoF)* ou *Smart Factory*. Basicamente, o foco estará sempre no manuseio correto de dados e conhecimento em todo o fluxo de valor do fornecedor, por meio da preparação do material, montagem, embalagem e envio ao cliente. Para isso, serão utilizadas diversas tecnologias, como Inteligência Artificial, Big Data ou robótica, tendo sempre em mente que o objetivo principal é conseguir um sistema de produção que não requeira intervenção humana excessiva, além de ser capaz de aprender e se adaptar. às mudanças que acontecem em tempo real (CASTRUCCI, 2009).

Uma vez definidos os conceitos que definem o que se entende por *Smart Factory*, cabe perguntar por que as empresas ainda não implantaram essa nova filosofia empresarial. O principal problema reside basicamente na enorme quantidade de dados que são gerados e que precisam ser processados em intervalos de tempo muito estreitos para poder agir no momento. Sem esquecer também os custos de implementação envolvidos na transformação de uma linha de produção tradicional em uma linha inteligente (TORRES, 2020).

4.2 USINAGEM DE PEÇAS SLM COM FERRAMENTAS DE ELEVAÇÃO

Todas as máquinas de uma fábrica enviam os dados que são coletados durante sua operação, bem como os registros operacionais de seus componentes. Por este motivo, o volume de dados gerados a cada momento é muito alto, porém, é necessário realizar uma análise exaustiva dos mesmos e saber interpretar os resultados para dar uma resposta rápida e eficaz, que seja capaz de otimizá-los. produção em tempo real. Claro que, para fazer essa análise dos dados, é necessário ter gente especialista na área. A Figura 5 demonstra a representação dos dois principais conceitos da indústria 4.0 (ALVES, 2015).

Figura 5 - Representação de dois conceitos englobados pela Indústria 4.0



Fonte: CIRUELO – Indústria 4.0 (2020)

A forma de implementar os conceitos acima mencionados para se chegar a uma fábrica inteligente, é através das chamadas tecnologias facilitadoras que permitem atingir os objetivos do setor, que são: aumentar a produção, reduzir os custos de fabricação e operação, tornar o processo produtivo mais flexível e permitem escalabilidade em custos e funcionalidade. Esses tipos de tecnologias incluem o seguinte: Realidade Aumentada e Realidade Virtual, Vestíveis, Impressão 3D, Cobots, Veículos Autônomos Guiados (VGAs) (TORRES, 2020).

4.3 REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL

Em primeiro lugar, deve-se notar que existe uma diferença entre o que é Realidade Aumentada e Realidade Virtual, embora esses dois termos sejam comumente confundidos. A realidade virtual (VR) é uma simulação gerada por computador ou recriação artificial de um ambiente ou situação da vida real. Ele imerge o usuário fazendo-o sentir como se estivesse experimentando a realidade simulada em primeira mão, principalmente ao estimular sua visão e audição. A realidade virtual é obtida usando um fone de ouvido e uma tela e é normalmente usada para um de dois propósitos (SOUZA, 2013):

Para criar e aprimorar uma realidade imaginária para jogos e entretenimento (como videogames e jogos de computador ou filmes 3D, *head-mounted display* etc.).

Melhorar o treinamento para configurações da vida real, criando uma simulação da realidade que as pessoas podem praticar de antemão. Esta segunda opção é a mais interessante para empresas, onde os trabalhadores podem manipular uma série de máquinas ou dispositivos sem a necessidade de possuí-los fisicamente, aprendendo assim o seu uso (ALMADA, 2016).

A realidade virtual é possível através de uma linguagem de codificação conhecida como VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) que pode ser usada para criar uma série de imagens e especificar quais tipos de interações são possíveis para elas (TEIXEIRA, 2016).

Dentro deste tipo de tecnologia de visão, há, por sua vez, uma série de subcategorias, dependendo de onde ela é aplicada (SILVA, 2020):

Não imersivo: VR é desenvolvido por meio de aplicativos de *desktop* em dispositivos genéricos (tablets, computadores ...).

Semi-imersiva: a RV é realizada por meio de aplicativos executados em dispositivos de alta resolução (projetores, televisores ...).

Completamente imersivo: a RV é desenvolvida por meio de aplicativos executados em dispositivos acoplados à cabeça, geralmente por meio de óculos.

A Realidade Aumentada (AR) é uma tecnologia que sobrepõe aprimoramentos gerados por computador a uma realidade existente para torná-la mais significativa por meio da capacidade de interagir com ela. A Realidade Aumentada é desenvolvida em aplicativos e usada em dispositivos móveis para combinar componentes digitais no mundo real de forma que eles se aprimorem. Existem empresas que utilizam hologramas por meio de Realidade Aumentada, além de comandos ativados por movimento. A Figura 6 demonstra a AR com a utilização de óculos especiais (SILVA, 2020).

Figura 6 - Óculos de realidade aumentada do *Osterhout Design Group*.



Fonte: CIRUELO – Indústria 4.0 (2020)

Quanto à tecnologia de Realidade Aumentada, existem dois tipos diferentes, dependendo de seus marcadores (BRAUNL, 2016)

Baseado em marcadores: Este tipo de AR utiliza símbolos impressos em papel ou imagens, conhecidos como marcadores, nos quais algum tipo de informação é sobreposta, seja uma imagem, um objeto 3D ou um vídeo quando são reconhecidos por determinado software. Este conteúdo aparece quando o aplicativo de Realidade Aumentada associado reconhece o marcador e ativa a experiência. Para que funcione corretamente, o marcador precisa estar em uma superfície plana e o dispositivo deve manter uma distância adequada (SILVA, 2020).

Sem marcadores: neste caso, não é necessário ter um marcador para ativar a experiência digital, mas sim sistemas de reconhecimento baseados em outros fatores, como traços de calor, texturas ou imagens processadas (padrão de imagem, contornos) (ALMADA, 2016).

4.4 WEARABLES

Dispositivos portáteis vestíveis ou industriais são ferramentas projetadas para melhorar a produtividade, segurança e eficiência no local de trabalho em setores como manufatura, logística ou mineração. Esses dispositivos coletam dados em tempo real, rastreiam atividades, enviam alertas e fornecem experiências personalizadas com

base nas necessidades do usuário e nos objetivos da organização. Eles são normalmente projetados para situações específicas do setor, ao contrário dos wearables de consumo que costumam ser de uso geral, como pulseiras esportivas ou *smartwatch*és (DORF; BISHOP, 2016).

Os vestíveis industriais podem ser projetados para ajudar um trabalhador a realizar tarefas específicas ou para medir os parâmetros de saúde para trabalhar em ambientes perigosos, bem como para gerenciar o acesso a áreas perigosas ou áreas que requerem licenças especiais. Além de realizar uma função específica para seu usuário, como monitorar dados fisiológicos, os dispositivos podem ser ligados a sistemas empresariais. Por exemplo, vincular dispositivos vestíveis usados por funcionários em ambientes perigosos com programas de bem-estar de funcionários pode ser usado para rastrear e fornecer evidências de bem-estar do funcionário, reduzindo assim os custos de seguro saúde (SILVA, 2020).

Além destes exemplos mencionados de implementação de wearables em empresas, existem várias funções que podem ser realizadas com este tipo de dispositivo. Um exemplo claro dessa tecnologia é a luva inteligente Pro glove da Intel, que ajuda os operadores a fazer um trabalho mais eficiente em termos de logística e fabricação. Ele exemplifica com precisão o que é um “trabalhador conectado”. De acordo com a empresa que desenvolveu este artigo, a luva permite documentar a atividade do trabalhador, corrigir erros de sequência na execução de tarefas e realizar varreduras automáticas, tudo com a tecnologia RFID, rastreamento de movimento e sensores (CAMPOS et al., 2012).

Figura 7 Vestível Industrial da Marca Intel, ProGlove



Fonte: TORRES, (2020, p. 23)

Outro exemplo pode ser o caso do aparelho HC1 da *Motorola Solutions* (Figura 8), que é uma ferramenta muito poderosa para técnicos e operadores remotos que necessitam de acesso à documentação e suporte visual, pois oferece tele presença, computação direta e videotelepresença bidirecional no ambiente de trabalho (BRAUNL, 2016).

.Figura 8 - Vestível Industrial da marca Motorola - HC 1



Fonte: Newatlas, (2021, p.145)

Se os *wearables* vão funcionar na fábrica, deve-se ter em mente que eles devem ser combinados com a vida cotidiana: eles devem ser acessórios ininterruptos e que melhoram o desempenho, que não complicam a vida ou distraem os trabalhadores de suas tarefas (DORF; BISHOP, 2016).

4.5 OS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS – UAVs PODEM DESEMPENHAR UM PAPEL IMPORTANTE EM FÁBRICAS INTELIGENTES

A Indústria 4.0 é o uso de tecnologias emergentes para melhorias nos processos de manufatura. Neste contexto, uma dessas tecnologias são os veículos aéreos não tripulados (UAVs), cujos avanços na fabricação, navegação, capacidades de armazenamento e controle remoto têm permitido sua utilização em tarefas, situações e espaços inacessíveis ou inaccessíveis. Perigosos para os seres humanos, tais como reconhecimento, vigilância, proteção, transporte de cargas e aerologia (SOUZA, 2013).

Da mesma forma, eles também têm sido usados como auxiliares nos processos de fabricação. Os UAVs podem realizar tarefas repetitivas e automatizáveis, quase sem intervenção humana ou supervisão, como estoques, rastreabilidade e transporte de peças, auxílio em tarefas de montagem e processos de fabricação, reparos e tarefas de manutenção, etc. (DORF; BISHOP, 2016).

Da mesma forma, um UAV pode servir como um sensor inteligente para coletar o máximo de dados possível de vários locais de forma dinâmica, o que abre uma ampla gama de aplicações possíveis para a Indústria 4.0, como automação industrial, uma vez que podem ser equipados com diferentes tipos de câmeras e sensores capazes de medir parâmetros atmosféricos (temperatura, umidade, pressão), identificar e monitorar padrões de movimento, intensidade de campos magnéticos e elétricos, níveis de gás, etc. (FRANCHI; CAMARGO, 2014).

Esses UAVs podem não apenas coletar esses dados, mas também armazená-los, processá-los e trocá-los com os fornecedores (em favor de uma integração horizontal da cadeia de suprimentos) e com dispositivos implantados na fábrica. Esses dados devem garantir sua confiabilidade por meio de análises com técnicas de Big Data para melhorar a eficiência e eficácia na cadeia de suprimentos (FILHO, 2019).

Algumas das principais aplicações industriais no uso de drones são as seguintes (FRANCHI, 2015):

- Detecção, identificação e localização de elementos graças ao uso de técnicas avançadas de visão computadorizada e sensores equipados com Inteligência Artificial. Além disso, pode fornecer gerenciamento automático das varreduras resultantes na nuvem e sincronizado com o sistema de gerenciamento de

estoque, o que garantiria escalabilidade e maior precisão do estoque, reduzindo custos operacionais.

- Localização do UAV dentro da fábrica por meio de identificação por radiofrequência e posicionamento automático.
- Identificação de rotas e mapas por meio de dispositivos de detecção de luz 3D e escopo.
- Inspeção de infraestruturas críticas (redes elétricas, chaminés centrais, etc.)
- Monitoramento do sensor.
- Use como um componente de um sistema de realidade aumentada para manutenção, design, treinamento, etc.

Como visto, as possibilidades de uso de drones nas áreas de manufatura são enormes e se está apenas começando a desenvolver sua integração em nossos processos. O desenvolvimento da tecnologia fará com que o dia em que se possa ter um drone em nossas fábricas cada vez mais perto (MORENO, 2020).

4.6 IMPRESSÃO 3 D, O NOVO GUTENBERG

A impressão 3D, também conhecida como Manufatura Aditiva, é um processo pelo qual objetos físicos são criados por camadas de materiais de acordo com um modelo digital. Todos os processos de impressão 3D requerem software, hardware e materiais para funcionarem juntos (GARCIA, 2017).

A tecnologia de impressão 3D pode ser usada para criar qualquer coisa, desde protótipos, desde peças simples até produtos finais de alto nível técnico, como peças de aviões, construções ecologicamente corretas, implantes médicos usados para salvar vidas ou órgãos humanos artificiais criados com camadas de células humanas. Pode-se dizer que a principal vantagem da impressão 3D é a flexibilidade no desenho de geometrias para posterior fabricação e, sobretudo, a possibilidade de fabricação sem elementos auxiliares (GUERRA, 2019). Deve-se notar a existência de várias tecnologias de impressão 3D dependendo da tecnologia de impressão utilizada.

4.7 ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL: OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS

Robótica e automação industrial são conceitos muito diferentes entre si. No entanto, ambos são pilares da Indústria 4.0. Por um lado, a automação consiste na

padronização de processos automáticos para redução de custos e tempo, bem como na intervenção humana nas cadeias de abastecimento. Consegue-se isso por meio da robótica (GUERRA, 2019).

A automação de processos está conosco há séculos, mas o que caracteriza esta nova Indústria 4.0 é o gerenciamento e a análise de dados. Eles são usados para melhorar ainda mais essa otimização dos processos de produção. Uma gestão que se dá por ferramentas que permitem prever gargalos e caminhos críticos, como o Sinnaps (PIRES, 2012).

4.8 QUANDO A AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL OTIMIZA PROCESSOS

Os gerentes de projeto se concentram não apenas na otimização de seus processos de produção, mas também em melhorias contínuas constantes. Esses projetos de melhoria e otimização em cada parte da cadeia produtiva permitem (OGATA, 2010):

- Uniformidade e padronização na produção e nos processos
- Medição e extração de dados com maior precisão
- Reduza o número de erros e, assim, melhore a qualidade na produção final
- Aumente a capacidade de medir essa qualidade
- Aproveite os recursos materiais e energéticos
- Reduza os tempos de execução, melhorando a produtividade e eficiência no trabalho
- Adaptação às necessidades e requisitos do produto
- Melhores medidas de segurança, especialmente ao trabalhar com substâncias perigosas e tóxicas

4.9 METODOLOGIA PREDITIVA OTIMIZA A GESTÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

O processo de automação industrial segue certas atividades que normalmente são dependentes umas das outras. Todos eles devem ser planejados de forma que cada vez seja otimizado ao máximo, atingindo a qualidade justa e exigida do produto. Além disso, a alocação de recursos determina muito se está otimizando ou não esse processo (FILHO, 2019).

Por que a metodologia tradicional ou preditiva nos ajuda a otimizar esses cronogramas? Ele aplica uma série de técnicas com as quais obtém-se informações precisas para detectar quais pontos da cadeia são os mais críticos ou quais atividades são as mais importantes a serem realizadas em primeiro lugar, uma vez que marcam o fim do processo. (LAURENTIZ, 2018).

4.10 TIPOS DE AUTOMAÇÃO EM ROBÓTICA INDUSTRIAL

Em primeiro lugar, é importante esclarecer que de acordo com a norma ISO 15066: 2016 "Requisitos de segurança para robôs industriais", um robô industrial é um sistema manipulador que é programado em três ou mais eixos polivalentes, atua e é controlado automaticamente e é reprogramável (SOUZA, 2013).

Em segundo lugar, existem três tipos de robótica e automação indústria (LAURENTIZ, 2018):

Automação fixa. O robô executa uma tarefa consecutivamente, o que é muito útil para a produção em massa.

Automação programável. O robô é programado para realizar várias tarefas dentro do processo de produção.

Automação flexível. É uma forma conjunta e ordenada de automação. De acordo com a troca de informações e análises típicas da Indústria 4.0, os robôs são programados para coordenar várias tarefas, sempre com base em uma série de algoritmos. O que é muito eficaz em termos de resultados e otimização.

Resumindo, a Indústria 4.0 também tenta aplicar o que é conhecido como Aprendizado de Máquina ou mesmo Aprendizado Profundo. Os robôs estão aprendendo a se otimizar à medida que coletam dados. Consequentemente, eles são mais bem adaptados às necessidades do produto, podendo até mesmo se ajustar a mudanças previamente conhecidas. No entanto, não é assim para mudanças desconhecidas ou imprevistas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avanços científicos e tecnológicos ocorridos principalmente após a Segunda Guerra Mundial modificaram o cenário dos países ao redor do mundo. Conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico tornaram-se responsáveis pela independência e supremacia das empresas que cada vez mais necessitavam de aumentar sua produtividade e, principalmente, racionalizar a matéria-prima e seus insumos, reduzindo seus custos operacionais o máximo possível sem perder o controle da qualidade da sua produção.

Dentro deste cenário a automação aliada ao uso da robótica dentro das indústrias mostrou-se muito vantajosa, visto que, ela agrega inúmeros benefícios que vão desde o aprimoramento da manufatura até a mão de obra utilizada na produção. A automação se tornou uma ferramenta estratégica de competitividade e produtividade com constante melhoria de processos de fabricação com o menor tempo possível.

Desta forma, este trabalho buscou entender as diferentes definições e aplicações da automação dentro da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), e o quanto sua participação dentro do ambiente corporativo trouxe maior agilidade, produtividade e uma qualidade nos processos de fabricação, produção, otimização, prazos, e segurança para a empresa e para os seus funcionários.

Considera-se ainda que, mediante a esta compreensão sobre as diferentes definições da automação foi possível responder que a utilização da automação industrial veio agregar um grande valor na otimização das tarefas dentro do processo produtivo, visto que, a mesma leva à uma completa descentralização do controle dos processos produtivos, graças à proliferação de dispositivos inteligentes. Com o avanço da Inteligência Artificial (IA), da computação cognitiva e de outras inovações tecnológicas, automatizar passou a ser o caminho mais natural para aumentar a competitividade e a produtividade dos setores de manufatura em geral.

Ao término deste trabalho, considera-se que ele apresentou uma tentativa de uma compreensão maior sobre o tema Automação Industrial e a Indústria 4.0, com ênfase na tecnologia da robótica na indústria, a partir de uma revisão de literatura com bases bibliográficas já publicadas sobre o assunto. Pondera-se que esta pesquisa apresentou apenas alguns aspectos relativos ao tema proposto para estudo, que ficaram restritos ao olhar e à abordagem dada pelos autores pesquisados. Sabe-se

que a pesquisa apresenta algumas lacunas que podem e devem ser preenchidas por meio de outras reflexões futuras sobre o tema e o objeto estudado. Mas considera-se que os objetivos propostos para a realização da pesquisa, bem como a questão que norteou o trabalho foram alcançados e contemplados, mas as possibilidades de entendimento não foram esgotadas.

REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, A.R. **Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura**, 2017. 13f. Artigo – UFC, Fortaleza, 2017.
- ALMADA-LOBO, F. A revolução da Indústria 4.0 e o futuro dos Sistemas de Execução de Manufatura (MES). **Revista de Gestão da Inovação**, v. 3, n. 4, p. 17 de fev. de 2016.
- ALVES, J. L. L. **Instrumentação, Controle e Automação de Processos**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- BAZANELLA, A. S.; SILVA JR.; GOMES, J. M. **Sistemas de Controle: princípios e métodos de projeto**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015.
- BRAUNL, Thomas. **Robótica Incorporada: Projeto e aplicações de robôs móveis com sistemas incorporados**. 2016.
- CASTRUCCI, P. **Controle Automático: teoria e projeto**. São Paulo: Edgard Brücher, 2009.
- CIRUELO, J.T. **Minsait Industrial**. 2020. www.tecnologiasaccesibles.com/pt-br. Acesso em: 25 abr. 2021.
- DE NEGRI, V. J. **Introdução aos Sistemas para Automação e Controle Industrial**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. (Apostila do curso de pós-graduação).
- DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistema de controle moderno**. 12. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2015.
- DRATH, R.; HORCH, A. **Industrie 4.0: Hit or Hype?** *IEEE Industrial Electronics Magazine*. v. 8, n. 2, p. 56-58, jun. 2014.
- HOFMANN, E.; RÜSCH, M. **Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics**. *Computers in Industry*. Elsevier, 2017. IFR, *International Federation of Robotics*. **History**. Disponível em: www.ifr.org/history/. Acesso em: 17 jan. 2021.
- FIALHO, A. B. **Instrumentação Industrial: conceitos, aplicações e análises**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2014.
- FILHO, T. F. B. **Aplicação de Robôs e Sensores em Manufatura**. Estudo de caso – UFES, Vitória, 2019. 14fls.
- FRANCHI, Clailton Moro; CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Controladores Lógicos Programáveis: Sistemas Discretos**. 2. ed. Tatuapé: Érica, 2014. 352 p.

FRANCHI, Claiton Moro. **Instrumentação de processos industriais: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2015. 335 p.

GARCIA, Claudio. **Controle de Processos Industriais: Estratégias Convencionais**. São Paulo: Blucher, 2017. 600 p.

GONÇALVES, M. G. **Monitoramento e Controle de Processos**. Rio de Janeiro: Petrobras; Brasília: SENAI/DN, 2013.

GUERRA, Wladimir de Andrade. **Implementação de Controle Proporcional, Integral e Derivativo Digital em Controladores Lógico Programáveis**. 2019. 40 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Instrumentação) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019

KAGERMANN, H. *et al.* **Recommendations for implementing the strategic Initiative Industrie 4.0: Final report of the industrie 4.0 Working Group**. 2013.

LAURENTIZ, Silvia. **Sistemas autônomos, processos de interação e ações criativas**. Ars, São Paulo, v. 9, n. 17, p.101-115, 28 mar. 2018.

MENDES, Cleiton; SIEMON, Franz Biondi; CAMPOS, Milena Monteagudo de. **Estudos de caso da indústria 4.0 aplicados em uma empresa automobilística**. 2017. 25 f. Estudo de caso (Mestrado em Automação e controle de processos) - IFSP, São Paulo, 2017

MOUSSA, S. **Robótica Industrial**. São Paulo: Sinhom Moussa, 2011.

MORENO, E.G. **Automatização de Processos Industriais**. E-book. Universidade Politécnica de Vassouras – Minas Gerais. Curso de Ciência da Computação. 2020

NEWATLAS. - **Vestível Industrial da marca Motorola - HC 1** - Disponível em: <https://newatlas.com/motorola-hc1-headset-computer/24690/>, Acesso em : 20 abr. 2021.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 5 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

PIRES, J. Norberto. **Robótica, das Máquinas Gregas à Moderna Robótica Industrial**. Publicado no Jornal Público, caderno de Computadores de 1 e 8 de jul. de 2012.

RIVIN, E., **Mechanical Design of Robots**, 1 ed., McGraw-Hill Inc., New York, 2018.

ROMANO, Vitor Ferreira; DUTRA, Max Suell. **Introdução a Robótica industrial**. 21f. Artigo – UNICAMP, Campinas, 2015.

SILVA, Sérgio Francisco. **Automação Industrial Via Internet: Uma Abordagem de Software Voltada à Pequena Empresa**, Centro Universitário do Triângulo - Unit, Uberlândia – MG. 2020

SOUZA, H. **Desenvolvimento e Atualizações Tecnológicas**, UFPR. Curitiba – RJ 2013 – Disponível em: <http://www.tecnologia.ufpr.br/~souza/tech.htm>. Acesso em: 12 mar. 2021

TEIXEIRA, Paulo R. F.; FARIA, Rubens A. **Instrumentista de Sistemas**. Fundamento de Controle Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2006. PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.