

**AUTOMAÇÃO: introdução a robótica industrial*****AUTOMATION: introduction the industrial robotic***

Greicy Echiley Frasca - greicyfrasca@gmail.com  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

Diego Renan Bruno – diego\_renan\_bruno@hotmail.com  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

**DOI: 10.31510/infa.v18i2.1244**

Data de submissão: 13/09/2021

Data do aceite: 03/11/2021

Data da publicação: 30/12/2021

**RESUMO**

Este artigo tem como finalidade ensinar de forma didática e concisa como a robotização industrial ocorreu neste setor, abordando como os manipuladores autônomos (robôs) são construídos, quais seus benefícios para a indústria quais são os componentes utilizados para sua construção e quais os tipos diferentes de robôs industriais disponíveis para o uso que vai desde um robô cartesiano que é o caso das modernas impressoras 3D até um SCARA utilizado para movimentação de pequenos objetos ou equipamentos eletrônicos. O intuito é mostrar a história da robótica e da automação áreas que estão intimamente ligadas no mundo moderno, já que uma e subsequente da outra além de transparecer de forma clara que essas duas áreas uma mais recente que a outra fazem parte da grande indústria 4.0 onde as empresas são mais inteligentes e que seus processos estão intimamente ligados uns aos outros de forma. Com este artigo pode se concluir que os avanços tecnológicos vêm cada vez mais acontecendo em um período curto de tempo e que as evoluções são algo na qual as pessoas já não têm o poder de lutar contra é algo inevitável, mesmo com medo o futuro tende a ser algo magnífico e intrigante.

**Palavras-chaves:** Automação. Robótica Educacional. Industria 4.0. Tecnologia.

**ABSTRACT**

This article has as didactic and concise marked how industrial robotization occurred in this sector, addressing how autonomous manipulators (robots) are built, what are their benefits for the industry, what are the components used for their construction and what are the different types of robots available for use ranging from a Cartesian robot, which is the case of modern 3D printers, to a SCARA used to move small objects or electronic equipment. The intent is to show the history of robotics and automation areas that are closely linked in the modern world, since one and the other, in addition to clearly showing that these two areas, one more recent than the other, are part of the large 4.0 industry where the companies are smarter and that their processes are closely linked to each other in a way. With this article it can be concluded that

technological advances are increasingly taking place in a short period of time and that evolutions are something in which people already not having the power to fight against is inevitable, even with fear the future tends to be something magnificent and intriguing.

**Keywords:** Automation. Educational Robotics. Industry 4.0. Technology.

## 1. INTRODUÇÃO

Quando se pensa em automação logo se imagina em uma empresa altamente tecnológica, porém a automação é muito mais que isso está presente em todos os tipos de ambientes de trabalho desde hospitais até estabelecimentos comerciais.

Segundo o dicionário, automação é o funcionamento de uma máquina ou grupo de máquinas que, sob o controle de um programa único, permite efetuar, sem intervenção humana, uma série de operações contábeis, estatísticas ou industriais.

A automação tomou um grande espaço a partir da revolução industrial onde as mudanças que ocorreram nos meios produtivos (mudança da população do campo para cidade acarretando em um aumento na demanda de produtos, levando o desenvolvimento de empresas) fizeram com que muitos produtores tivessem que fabricar em grande escala de forma organizada; porém a automação é datada como muito mais antiga.

Segundo Roggia e Fuentes (2016). A evolução da automação industrial remete há longos períodos de tempo na história. Desde a pré-história o homem vem desenvolvendo mecanismos e invenções com o intuito de reduzir o esforço físico e auxiliar na realização de atividades. Como exemplo, pode-se citar a roda para movimentação de cargas e os moinhos movidos pela força da água ou força animal.

No período da primeira revolução industrial (1740 – 1890) é que se nota o início do uso de maquinários em indústrias, já que a demanda pelas necessidades dos produtos ofertados começa a ser em massa, deste modo havia uma grande procura aumentando o volume produzido e as horas de trabalho, com isso surge a necessidade da procura da alta qualidade.

“A produção industrial em larga escala e os meios de transporte revolucionaram social e economicamente as relações humanas. Até meados do século XX, o processo de produção foi baseado no emprego de máquinas projetadas especificamente para a fabricação em série de produtos de uma mesma característica, visando uma elevada produtividade, volume e qualidade. Este modelo é denominado automação rígida e foi bastante difundido pelo empresário Henry Ford no início do século.” (ROMANO e DUTRA, 2016.)

Mas é a partir dos avanços tecnológicos que se veem grandes mudanças na forma de como os processos industriais são realizados, máquinas e robôs tomam lugares que antes eram ocupados por trabalhadores, inteligências artificiais tomam decisões que antes eram feitas pelo homem tornando-as muito mais precisas, eficazes e rápidas assim melhorando o uso ideal de cada equipamento evitando desperdícios deste modo os robôs começam a ajudar em várias questões empresariais desde análise de dados até a confecção de peças além de diminuir riscos que trabalhadores poderiam sofrer, ajudando nas etapas de transformação de um insumo, diminuindo assim o tempo e os custos utilizados em todas as etapas do processo industrial.

Devido às características de flexibilidade de programação e adaptação a sistemas integrados de manufatura, o robô industrial tornou-se um elemento importante neste contexto. (ROMANO e DUTRA, 2016).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Segundo MORAIS e CASTRUCCI (2001, Pagina 15) “a palavra automação foi utilizada primeiramente em 1960”.

A automação industrial nada mais é do que como seu próprio nome diz uso de processos automáticos que utilizam um software que com o auxílio de componentes elétricos ajudam a diminuir o uso de mão de obra humana, e diminui ao máximo desperdícios, enxuta há demora de informações de setor para setor fazendo com que os processos sejam em lead time.

“A automação na indústria decorre de necessidades tais como: maiores níveis de qualidade de conformação e de flexibilidade, menores custos de trabalho, menores perdas materiais e menores custos de capital; maior controle das informações relativas do processo, maior qualidade nas informações e melhor planejamento e controle da produção.” (MORAIS e CASTRUCCI 2001, pág. 16).

É importante enfatizar que automação é diferente de mecanização de processos, pois na mecanização seus sistemas se auto realimentam de informações e atuam rapidamente fazendo correções necessárias, já na automação é necessário que o homem insira todas as informações necessárias no software para que esse siga corretamente o seu percurso produtivo.

Graças ao desenvolvimento tecnológico e a evolução das técnicas de automação hoje é possível que os processos automáticos sejam realizados a partir de máquinas amplamente robotizadas ou seja os robôs auxiliando em todas as etapas.

## 2.1 Controlador logico programável

Antes do uso dos CLP'S o controle era feito através de reles eletromagnéticos, que eram criados especificamente para uma função específica do processo de automação assim uma empresa poderia ter vários controladores que por sua vez tinha um alto custo para serem alterados, modificados deste modo era mais vantajoso sempre criar um novo.

Para Moraes e Castrucci (pág. 29) os primeiros controladores foram criados a partir de especificações feitas pela General Motors sendo algumas delas facilidade de programação, alta confiabilidade, dimensões menores que painéis de reles para redução de custo.

Assim em 1970 foi adicionado microprocessadores e os reles entraram em desuso tornando muito mais fáceis inserir informações e abriu um leque de oportunidades de utilizá-los em outros processos pois em vez de trocar peças os CLP'S só necessitam de uma mudança na sua programação que foi inserida. (comandos, símbolos ou linguagem de programação).

## 2.2 História da robótica

A primeira vez que se teve contato com o termo robô foi através da peça teatral de Karen Capeck "Os robôs universais de Russum" (R.U.R) em 1920 o termo robô tem sua origem na palavra *robota* que em russo tem seu significado como forçado ou trabalho escravo. Através do tempo vários outros autores abordaram sobre os robôs em suas obras.

Diferentemente dos robôs dos filmes os robôs industriais só podem realizar tarefas já pré-determinadas.

Segundo a organização *Automate 2021* o primeiro robô desenvolvido para o uso próprio em um chão de fábrica foi em 1954, um braço mecânico criado pelo inventor George Devol, instalado na General Motors em 1961.

“O projeto deste robô resultou da combinação entre os mecanismos articulados e garras usados no teleoperador "master-slave" e a tecnologia de controle desenvolvida em máquinas operatrizes com comando numérico. Desde então, o constante desenvolvimento tecnológico nas áreas de mecânica, eletrônica digital, ciência da computação, materiais e logística da produção contribuiu para o aumento da confiabilidade nos componentes empregados em projetos de robôs e a redução dos custos para a sua implementação em atividades industriais.” (ROMANO e DUTRA, 2015)

Com o passar dos tempos as organizações foram observando as vantagens e desvantagens do uso de robôs em algumas etapas produtivas, deste modo o investimento e estudo nesta área tecnológica foi ganhando mais espaço e visibilidade em vista disso atualmente possuem-se várias áreas que trabalham utilizando robôs para realizar tarefas difíceis e que precisam ser feitas rapidamente são elas: montagem, pintura (usado principalmente nos setores automobilísticos), soldagem (usados em procedimentos onde a mão de obra humana teria difícil acesso), movimentação de produtos, armazenamento um exemplo bem claro desta etapa seria a empresa *Amazon* que segundo Embratel (2019) ‘utiliza vários tipos de robôs em diferentes funções’.

Um robô é descrito pela ISO (*The International Organization for Standardization*) como uma máquina manipulada com vários graus de liberdade, sendo assim quantos mais graus ou eixos melhores são os seus graus de movimentos.

#### **a) Benefícios do uso de robôs em uma indústria**

Para Bastos (2015) há várias vantagens e melhorias sendo algumas delas.

- Aumento da produtividade.
- Aumento da qualidade.
- Facilidade em manusear e programar as máquinas.
- Diminuição de contratação de mão de obra humana.
- Maior confiabilidade no processo.
- Diminuição de riscos e perigos a vida do colaborador.
- Diminuição de serviços cansativos e repetitivos.
- Não necessita de paradas para descanso podendo trabalhar com 100% de efetividade.

[...] na prática, a aplicação de robôs na indústria requer uma solução confiável e robusta que desempenhe de forma consistente as funções predeterminadas. Ou seja, ao existir um problema a resolver, este deveria ser resolvido com um êxito próximo a 100%, em 100% do tempo, de tal forma que se tenha a confiança que o sistema robotizado realiza o trabalho para o qual foi designado. [...] (BASTOS, 2015)

“O uso de robôs industriais no chão-de-fábrica de uma empresa está diretamente associado aos objetivos da produção automatizada, a qual visa” (ROMANO E DUTRA at al BOUTELLE, 1997).

### **b) benefícios dos robôs relacionados a mão de obra humana**

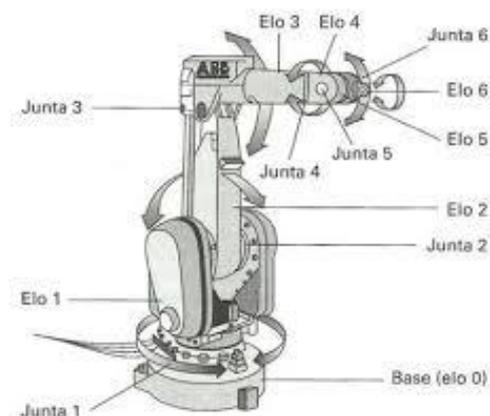
Um dos maiores benefícios relacionados ao uso de manipuladores no lugar da mão de obra humana é a redução na ocorrência de morte ou lesões graves. Porém não é só neste requisito que um robô bem utilizado em um chão de fábrica os manipuladores trazem benefícios quando o assunto é a substituição na hora da soldagem ou pintura já que poeira, luz forte, posições inadequadas e o barulho excessivo trariam riscos futuros a um colaborador e no robô isso não acontecera. Para OMRON (2021) os robôs também trazem benefícios porque reduzem a quantidade de movimentos repetitivos que um colaborador teria que fazer durante toda a sua carga horaria diminuindo assim as ocorrências de riscos ergonômicos.

## **3. METODOS E PROCESSOS**

### **3.1 Componentes básicos de robôs industriais**

Um robô industrial (Figura 0) dispõe de componentes rígidos para aguentar o esforço que ele é obtido, os movimentos são feitos através de elos e juntas, que a equiparar ao corpo humano seria como se os elos fossem o braço e as juntas as articulações, e a mão seria a ferramenta que será utilizada para realizar o trabalho sendo ela uma garra ou uma ferramenta no caso de um torno CNC entre outros, deste modo esta parte estrutural levará o nome de manipulador mecânico.

Além disso as juntas ou também conhecido como eixos permitem a movimentação dos robôs, ou seja, seus graus de liberdade sendo eles de 3 a 6 eixos, o melhor é classificado como o de 6 eixos pois seus graus de liberdades são maiores deste modo e possível uma maior movimentação para todos os lados.

**Figura 0: Robô industrial**

**Fonte: Carrara (2015)**

Porem para a alimentação elétrica deste robô irá ter muito mais componentes como os atuadores, sensores, sistema de transmissão motor e um *software*.

### 3.1.1 Atuadores

Estes podem ser elétricos pneumáticos e hidráulicos, o atuador é responsável por converter essas forças em energia mecânica.

#### 3.1.2 Atuador hidráulico

O atuador é responsável pelo fluxo de óleo no cilindro em direção ao pistão que movimenta a junta. Assim, este tipo de acionador é geralmente associado a robôs de maior porte, quando comparados aos acionadores pneumáticos e elétricos (CARRARA, 2015).

#### 3.1.3 Atuador pneumático

A baixa rigidez destes atuadores devido à compressibilidade do fluido (ar comprimido), permite que sejam obtidas operações suaves, porém esta característica o torna pouco preciso quanto ao controle de posicionamento entre as posições limites. A natureza binária do movimento destes atuadores (posição estendida ou retraída) implica em um controle simples e de baixo custo. Utiliza-se um compressor para fornecer o ar comprimido ao atuador pneumático através das válvulas direcionais (ROMANO e DUTRA, 2015).

### 3.1.4 Atuador elétrico

O atuador elétrico irá converter energia elétrica em energia mecânica movimentando motor do robô para isso acontecer ele deve ser controlado através de um comando que é inserido de forma manual ou remota. Geralmente eles trabalham juntamente com o uso de sensores de posição e de velocidade, os atuadores ajudam na movimentação fazendo com que o robô consiga se movimentar horizontal vertical ou até rotacionando.

### 3.2 tipos de robôs utilizados nas indústrias classificação

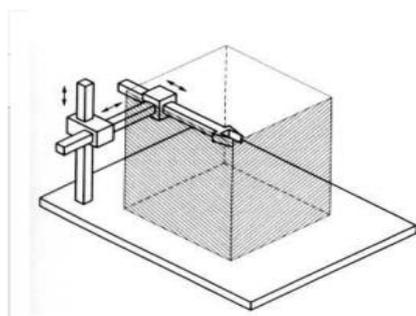
Nas empresas conforme as suas necessidades a uma diferenciação com o uso e tipo do robô, alguns sendo robôs servos ou programável que executara uma tarefa conforme a programação inserida em seu banco de dados, ele a repetira até que mude esta informação inserida.

Para Bastos (2015) pode-se classificar os robôs industriais pelo seu número de eixos, tipos de controle, de geometria e acionamento.

#### 3.2.1 Robôs cartesianos

Os robôs cartesianos são considerados os mais fáceis de serem manipulados já que trabalham seguindo as coordenadas x, y e z em um arranjo linear, horizontal e vertical em vista disso ele utiliza de pontos do desenho inserido no programa para executar seu trabalho um grande exemplo são maquinas CNC.

Figura 1: Robôs cartesianos CNC



Fonte: Romano e Dutra (2015)

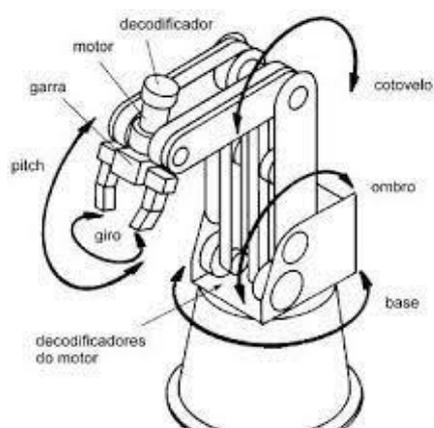


Fonte: google imagens

### 3.2.2 Robôs de coordenadas circulares

Também conhecidos como robôs esféricos os robôs de coordenadas circulares trabalham adotando ângulos além de trabalhar com os eixos y, x e z em consequência disso sua área de trabalho é classificada como esférica.

**Figura 2: Graus de liberdade de um robô esférico**

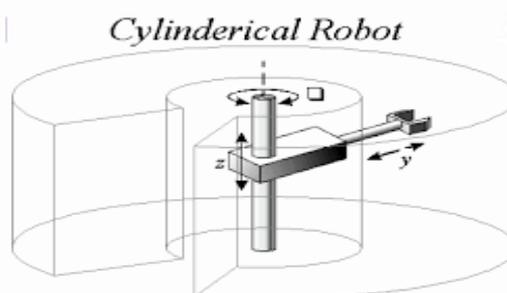


Fonte: Carrara (2015).

### 3.2.3. Robôs de coordenadas cilíndricas

O robô cilíndrico (Figura 3) como o nome já diz movimenta-se seguindo um raio e um ângulo deste modo ele opera em círculos sempre formando diâmetros, o seu “braço” esse sim terá os movimentos de vai e volta, ou seja, horizontal.

**Figura 3: Robô cilíndrico.**

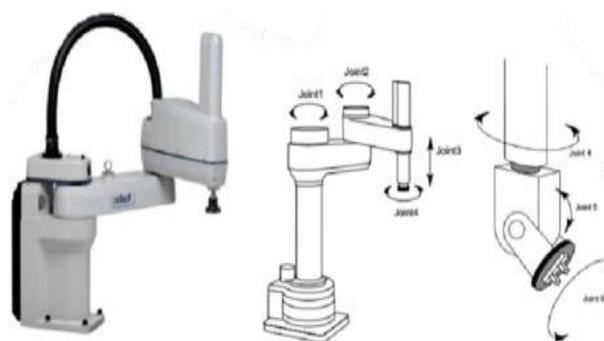


Fonte: Carrara (2015).

### 3.2.4 Robô SCARA

Embora o SCARA (Figura 4) equipara-se aos robôs cilíndricos ele se diferencia devido a sua maneira de movimentar onde o cilíndrico faz rotações em formato circular o SCARA fara em formato de anel. Segundo Romano e Dutra este robô apresenta duas juntas de rotação em paralelo além de uma junta prismática fazendo com que possua uma translação e uma rotação é muito utilizada na produção de placas eletrônicas e objetos de pequeno porte.

Figura 4: Robô SCARA



Fonte: Carrara (2015).

### 3.3 Ferramentas

As ferramentas utilizadas variam de acordo com o produto a ser manuseado ou que será fabricado, podendo se dividir em garras e ferramentas especiais.

As garras variam em pneumáticas, hidráulicas por sucção e magnéticas, além de dispor de movimento graças aos graus de liberdade que elas possuem, as garras em suma maioria dispõem de 2 a 3 “dedos” deste modo a manipulação dos objetos é a melhor possível, já as ferramentas especiais são fixas não dando a possibilidade de movimento deste modo o manipulador devese guiar a partir das informações inseridas, exemplos são ferramentas de solda e de pintura muito utilizados em empresas automobilísticas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 A indústria 4.0 e seus efeitos no cenário industrial

Ao passo que ocorre uma evolução cada vez maior e veloz em termo de tecnologia o mercado tenta se adequar ao ritmo acelerado pela procura de produtos com mais qualidade e rapidez de produção sem perder sua qualidade deste modo a concorrência entre industrias amplia gradativamente.

O diferencial da Indústria 4.0 está no fato de que o processo de fabricação vai evoluindo de uma única célula automatizada para sistemas totalmente automatizados e integrados que se comunicam com outros, contribuindo para maior flexibilidade, velocidade, produtividade e qualidade dos sistemas produtivos (ALBERTIN et al., 2017).

Deste modo a 4 revolução industrial é a era onde tecnologia e internet se conectam intimamente através da internet das coisas e big datas, dando o início a uma indústria inteligente, tecnológica e autônoma que consegue perceber e identificar problemas futuros e elimina-los antes de acontecer, devido ao fluxo de transferência de dados e informações serem bem maiores.

Pode afirmar que com o avanço tecnológico muitos trabalhos que antes eram executados por pessoas serão extintos até determinado tempo, gerando preocupação em volta de uma indústria mais automatizada, já que a mão de obra necessária começara a ficar escassa e a procura por uma mão de obra qualificada bem maior, o importante é que a organização saiba visualizar o potencial que seus colaboradores já possuem além de realizar cursos de aperfeiçoamento.

Toda via de outro lado os benefícios atingiriam diretamente o consumidor diminuindo drasticamente o valor dos produtos ofertados, o tempo de entrega qualidade resistência entre outras coisas.

No trabalho humano será enfatizado tarefas de programação e monitoramento de equipamentos e produtos que se comunicam entre si. As tarefas serão mais automatizadas, customizadas, contínuas e integradas na cadeia de valor. (ALBERTIN et al., 2017).

No uso de manipuladores já nota uma grande mudança tanto na parte física como na tecnológica já que os robôs hoje em dia se comportam diferente do que quando se iniciou o uso nas empresas, uma grande mudança e a impressão 3D que já acontece com resíduos de metálicos ainda são baixas as pesquisas sobre o seu uso em grande escala e qualidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido as pesquisas realizadas através de artigos científicos e livros conseguem-se afirmar que com o passar dos anos a automação veio se modernizando acompanhando-se de um grande avanço tecnológico realizado em um curto período de tempo, graças a essas evoluções e a grandes estudiosos do ramo surgiu a robótica moderna com uso de sensores mais precisos e poderosos, modernizando assim as grandes indústrias além de melhoras maciças para a cadeia produtiva.

Graças aos autômatos ou robôs as manufaturas são realizadas em um curto tempo de modo rápido prático e limpo evitando erros ao máximo devido a softwares avançados que interligam todas as etapas e conseguem analisar resultados, além de possuírem um designe que lhe permite um melhor movimento de seus eixos tornando assim o manuseio das peças ou ferramentas ágil e perspicaz, deste modo a cadeia tona-se mais sistêmica, diminuindo erros humanos ou acidentes causados por distrações além de beneficiar as industrias com uma produção quase que 24 horas por dia já que robôs não necessitam de descanso ou pausas, aumentando assim a eficiência e melhorando os seus indicadores de desempenho.

Embora possa haver grandes mudanças no manuseio de mão de obra qualificada novas áreas serão criadas dando novas oportunidades de aprendizado e conhecimento.

Afirmando assim que a 4 revolução já está começando a adentrar nas vidas de todos, não só da industrias, mas das empresas que a mudança e algo que vai se suceder já que a tecnologia é constante no dia a dia das pessoas de modo quase que imperceptível.

## REFERENCIAS

AUTOMAGE.ORG. **O primeiro robô industrial**. 2021. Disponível em:

<https://www.automate.org/a3-content/joseph-engelberger-unimate>. Acesso em: 13 jul. 2021.

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; ELIENESIO, Maria Luiza Bufalari; AIRES, Aline dos Santos; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe; ARAGÃO JUNIOR, Dmontier Pinheiro. **PRINCIPAIS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA 4.0 E SUAS APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES NA MANUFATURA**. 2017. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Dmontier-](https://www.researchgate.net/profile/Dmontier-Jr/publication/321682376_PRINCIPAIS_INOVACOES_TECNOLOGICAS_DA_INDUSTRIA_4_0_E_SUAS_APLICACOES_E_IMPLICACOES_NA_MANUFATURA/links/5a2ab3a10f7e9b63e538ae47/PRINCIPAIS-INOVACOES-TECNOLOGICAS-DA-INDUSTRIA-40-E-SUAS-APLICACOES-E-IMPLICACOES-NA-MANUFATURA.pdf)

[Jr/publication/321682376\\_PRINCIPAIS\\_INOVACOES\\_TECNOLOGICAS\\_DA\\_INDUSTRIA\\_4\\_0\\_E\\_SUAS\\_APLICACOES\\_E\\_IMPLICACOES\\_NA\\_MANUFATURA/links/5a2ab3a10f7e9b63e538ae47/PRINCIPAIS-INOVACOES-TECNOLOGICAS-DA-INDUSTRIA-40-E-SUAS-APLICACOES-E-IMPLICACOES-NA-MANUFATURA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dmontier-Jr/publication/321682376_PRINCIPAIS_INOVACOES_TECNOLOGICAS_DA_INDUSTRIA_4_0_E_SUAS_APLICACOES_E_IMPLICACOES_NA_MANUFATURA/links/5a2ab3a10f7e9b63e538ae47/PRINCIPAIS-INOVACOES-TECNOLOGICAS-DA-INDUSTRIA-40-E-SUAS-APLICACOES-E-IMPLICACOES-NA-MANUFATURA.pdf). Acesso em: 27 jul. 2021.

BASTOS FILHO, Teodiano Freire. **Aplicação dos robôs nas indústrias**. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Teodiano-Freire/publication/266069182\\_Aplicacao\\_de\\_Robos\\_nas\\_Industrias/links/55f7439f08aeba1d9ef613ad/Aplicacao-de-Robos-nas-Industrias.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Teodiano-Freire/publication/266069182_Aplicacao_de_Robos_nas_Industrias/links/55f7439f08aeba1d9ef613ad/Aplicacao-de-Robos-nas-Industrias.pdf). Acesso em: 13 maio 2021.

CARRARA, Valdemir. **Introdução a robótica industrial**. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Valdemir-Carrara/publication/282651875\\_Introducao\\_a\\_robotica\\_industrial/links/5615ebed08ae4ce3cc657269/Introducao-a-robotica-industrial.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Valdemir-Carrara/publication/282651875_Introducao_a_robotica_industrial/links/5615ebed08ae4ce3cc657269/Introducao-a-robotica-industrial.pdf). Acesso em: 13 jun. 2021.

EMBRATEL. **Entenda como robôs ajudam a Amazon a entregar encomendas no mesmo dia**. 2019. Disponível em: <https://mundomaistech.com.br/inteligencia-artificial/entenda-como-robos-ajudam-a-amazon-a-entregar-encomendas-no-mesmo-dia/>. Acesso em: 24 jul. 2021.

FREITAS, Arnold de Araujo. **A INTERNET DAS COISAS E SEUS EFEITOS NA INDÚSTRIA 4.0**. 2017. Disponível em: [https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5626/1/TCC\\_ARNOLD\\_DE\\_ARAUJO\\_FREITAS.pdf](https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5626/1/TCC_ARNOLD_DE_ARAUJO_FREITAS.pdf). Acesso em: 17 ago. 2021.

ORMINDO, Tamara do Vale; ALVES, Rafael Carlos Nogueira; FRAGOSO, Paulo Eduardo; VIDAL, Leonardo Carvalho. **APLICAÇÕES DE ROBÔS INDUSTRIAIS COM GARRAS MECÂNICAS**. Disponível em: <https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/1730.pdf>. Acesso em: 09 maio 2021.

OMRON. **QUATRO PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DOS ROBOS RELACIONADOS A SEGURANÇA**. 2020. Disponível em: <https://automation.omron.com/pt/br/blog/safety-benefits-of-robots>. Acesso em: 20 jun. 2021

PIRES, J. Norberto. **Os desafios da robótica industrial**. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/J-Norberto-Pires/publication/264237265\\_Os\\_Desafios\\_da\\_Robotica\\_Industrial/links/555c5a8608ae6aea08173d67/Os-Desafios-da-Robotica-Industrial.pdf](https://www.researchgate.net/profile/J-Norberto-Pires/publication/264237265_Os_Desafios_da_Robotica_Industrial/links/555c5a8608ae6aea08173d67/Os-Desafios-da-Robotica-Industrial.pdf). Acesso em: 20 jun. 2021.

ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardozo. **Automação Industrial**. 2016. Disponível em: [http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/arte\\_automacao\\_industrial.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/arte_automacao_industrial.pdf). Acesso em: 05 jun. 2021.

MORAES, Cicero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: Editora Ltc, 2001. 295 p.