

# ROBÔS COLABORATIVOS E COEXISTENTES

## TEMA 1 – DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DOS ROBÔS

O avanço no estudo e desenvolvimento dos robôs teve origem nos centros de pesquisa e rapidamente foram absorvidos pelas indústrias e fabricantes de robôs. Como produto, os robôs industriais já existiam desde 1962. Não parece, mas foi um longo caminho de evolução das tecnologias das várias engenharias embarcadas, o qual hoje está muito mais curto, pois a velocidade de inovação e criação de novos produtos é tão rápida que os produtos recém-lançados já estão obsoletos meses depois. Os robôs estão seguindo o mesmo ciclo de vida dos produtos de venda em massa.

No ciclo de criação atual, uma ideia rapidamente se torna uma *start-up* e uma *start-up* lança um produto. Se esse produto for inovador e cair no gosto dos clientes, do dia para noite ele deixa de ser um produto e passa a ser um segmento de mercado. Dois grandes exemplos são a Tesla, com seus carros elétricos, e a Universal Robotics, com seus robôs colaborativos. O que vem mudando?

### 1.1 Start-ups

A maior diferença entre um passado não muito distante e a atualidade, é que hoje não somente os institutos públicos/governamentais investem pesado em pesquisas e desenvolvimento. Empresas privadas e grandes fundos financeiros, com um perfil inovador, injetam milhões em desenvolvimento de novas tecnologias, na busca de encontrar aquela que vai ser o novo *boom* do mercado. A conta é simples e fecha: se uma em dez *start-ups* for para frente, ela paga as perdas dos outros nove insucessos e ainda sobra dinheiro no caixa.

Dessa forma, o número de projetos de alta complexidade e muito inovadores, e consequentemente de maior risco, tem encontrado investidores dispostos a investir quantias consideráveis, resultando em avanços a passos largos para tecnologia, sem esquecer de mencionar os incríveis ganhos financeiros.

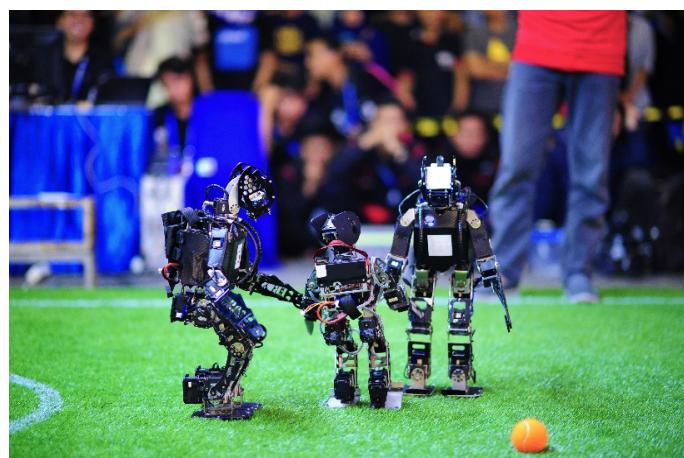
### 1.2 Concursos

Outra forma que impulsionou muito a evolução da tecnologia e de avanços na área da robótica foram os concursos e desafios, em que o governo, por meio de suas agências, organiza esses eventos com pagamento de generosas quantias em prêmios para que pesquisadores e estudantes, aficionados por tecnologias,

bem como *start-ups* e pequenas empresas competissem entre si em desafios pré-definidos com a intenção de desenvolver avanços em certas áreas da tecnologia, sendo a robótica uma das mais beneficiadas de todas.

Existem muitos campeonatos nacionais e mundiais ligados à robótica; no Brasil, o mais conhecido é futebol de robôs e a guerra de robôs. Essas competições mundiais de robótica buscam aumentar o interesse e a curiosidade de estudantes e aficionados por tecnologia em áreas relacionadas à robótica, acelerando o aprendizado e criando uma nova geração que já constrói e programa robôs desde a infância.

Figura 1 – Campeonato mundial de futebol



Crédito: Chabibur Rochman/Shutterstock.

Caminhando para o lado mais avançado dos concursos, em 2012, depois do desastre da usina nuclear de Fukushima, no Japão, a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa dos Estados Unidos criou o Darpa Robotics Challenge com o objetivo de acelerar o desenvolvimento de robôs capazes de responder a catástrofes naturais ou criadas por humanos, propondo uma série de desafios encontrados em situações reais, como dirigir um carro, abrir portas, manusear ferramentas, caminhar por pilhas de destroços e subir escadas. A competição durou anos até o desafio final, em 2015, levando o desenvolvimento e programação dos robôs ao limite.

O Kaist, um robô bípede da equipe Sul Coreana capaz de ajoelhar-se transformando-se em um veículo com rodas, venceu a competição em primeiro lugar e recebeu um prêmio de dois milhões de dólares. O Atlas, robô da Boston Dynamics que foi o segundo colocado, gerou ganhos e uma evolução sem precedentes para todos os ramos da robótica.

Figura 2 – Kaist robô, ganhador do DRC



Crédito: Jose Gil/Shutterstock.

Outro grande concurso criado pela Darpa foi o Darpa Grand Challenge, com o único propósito de acelerar o desenvolvimento de veículos com navegação autônoma para uso do exército. Após centenas de milhares de dólares em gastos com pesquisas sem resultados, em 2004, eles decidiram abrir para o público em geral um concurso com a premiação de um milhão de dólares para quem conseguisse levar seus veículos sem piloto de forma autônoma até a linha de chegada, disposta a mais de 160 km. O concurso teve três edições, sendo que o ninguém cruzou a linha de chegada na primeira. Em 2005, o prêmio foi dobrado e apenas uma equipe alemã cruzou a linha de chegada; seu grande diferencial foi inteligência artificial. Em 2006, o Darpa Urban Challenge mudou para percurso dentro da cidade e seis times finalizaram o percurso mostrando uma incrível evolução na navegação autônoma. Esses ganhos já se refletiram nos sistemas de segurança e frenagem automática dos veículos comercializados atualmente.

## TEMA 2 – ROBÓTICA INDUSTRIAL

Diferentemente dos robôs humanoides que vemos nos filmes de ficção, desenvolvidos para se parecerem com os seres humanos, os robôs industriais são máquinas projetadas especificamente com um propósito: desempenhar tarefas

que necessitam de esforços repetitivos, precisão, resistência, rapidez e força. Isso porque serão colocados nos mais diferentes ambientes de trabalho, levando a produtividade ao máximo nível e operando 24 horas de forma ininterrupta, reduzindo o custo operacional das empresas e as tornando mais competitivas.

Os robôs industriais já são uma tendência definitiva na indústria, e fazem parte de um mercado cada vez mais competitivo no qual apenas as melhores se mantêm de pé. Com a chegada da era da indústria 4.0, essa necessidade por *performance* e flexibilidade somente vem aumentando, características que tornam os robôs ferramentas fundamentais para esse tipo de serviço.

Essa corrida das empresas pelos melhores processos produtivos é um dos aspectos que mais geraram avanços tecnológicos. Essa evolução na automação industrial vem puxada pela constante otimização desses processos produtivos. Com tantos segmentos industriais evoluindo, vários tipos de robôs industriais foram desenvolvidos para dar maior produtividade às linhas de produção.

Figura 3 – Robôs industriais em produção automotiva



Crédito: Nataliya Hora/Adobe Stock.

## 2.1 Características dos robôs industriais

Concebidos para serem o mais produtivo e flexível possível, os robôs industriais mantêm apenas os componentes básicos necessários para operar. Sua configuração visa ser a mais minimalista para reduzir custos e possibilitar

operações em locais mais compactos, uma vez que os custos de áreas dentro das fábricas vêm aumentando e sendo contabilizadas no resultado das operações.

Os robôs industriais são constituídos por uma estrutura semelhante a de um braço humano com o número de juntas necessárias para cada aplicação. Porém, existem algumas características essenciais em todos os robôs industriais:

- devem ser robustos;
- devem ser multifuncionais, reprogramáveis;
- devem ter uma boa vida útil, durabilidade;
- devem ser de fácil manutenção;
- devem ter “manipuladores”, que podem ser pinças ou ferramentas;
- devem ter proteção contra ambientes de trabalho hostis;
- devem ser rápidos.

## 2.2 Como escolher um robô industrial

De acordo com cada aplicação, algumas características se tornam primordiais para realização do trabalho, exigindo certa especialização de cada robô para o uso ou aplicação específica. Para atender a essa gama de funções, existem diferentes tipos de robôs industriais.

Os parâmetros de uso são as variáveis que definem os tipos de robôs a serem utilizados na operação. Dessa forma, os engenheiros precisam reunir informações dos processos e produtos para escolher o robô mais adequado para realizar a atividade. A seguir, temos algumas informações e parâmetros necessários a serem definidos para a escolha do tipo de robô industrial:

- área de trabalho – local em que se encontram todos os pontos que devem ser acessados pelo robô (envelope de trabalho);
- pontos de trabalho – número de pontos acessados pelo robô dentro da área de trabalho;
- geometria de trabalho – quantidade exata de movimento de acordo com cada ponto de acesso;
- grau de liberdade – representa o número total de juntas para atender à geometria de trabalho;
- carga suportada – capacidade em peso de carga a ser transportada na operação;

- velocidade – quanto rápido o robô deve ser para atender a todos os pontos dentro do tempo de ciclo da operação.

Com base nesses elementos, sem nos esquecermos do tipo de atividade e do ferramental a ser utilizado no efetuador, o tipo de robô industrial específico para a atividade planejada pode ser escolhido. Dependendo das condições demandadas para esses robôs industriais, eles podem ser do tipo tradicional ou colaborativo, o que veremos em momentos oportunos.

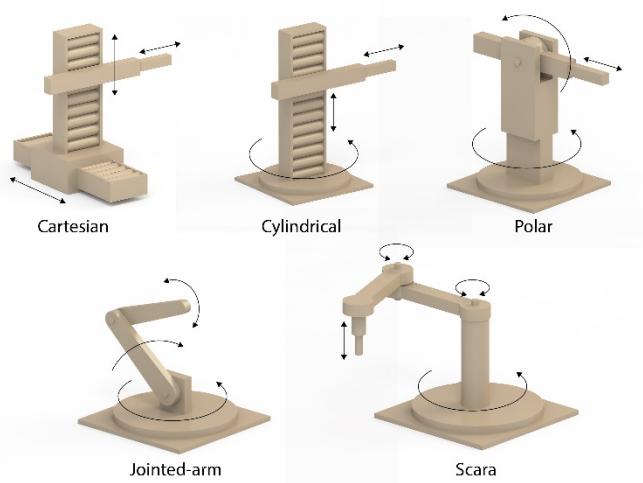
### TEMA 3 – TIPOS DE ROBÔS

Hoje existe uma grande quantidade de robôs empregados na indústria, realizando as mais diferentes aplicações. Cada qual exige características específicas do robô, de maneira que estes precisem ser projetados para desempenhar essas atividades da maneira mais eficiente e com o menor custo possível, criando os diferentes tipos de robôs.

A classificação dos robôs é feita levando em conta sua estrutura mecânica, explorando as diversas combinações e posições dos elementos como juntas e eixos para se obter diferentes configurações.

Independentemente da quantidade de juntas, na classificação dos robôs, somente as três primeiras juntas ou juntas principais são consideradas, pois elas determinam o volume de trabalho e as características mecânicas do manipulador. Na sequência, veremos os principais tipos de robôs em função da sua estrutura mecânica.

Figura 4 – Tipos de robôs industriais



Crédito: Nicolasprimola/Adobe Stock.

### 3.1 Robô de coordenadas cartesianas ou pórtico

Os robôs industriais cartesianos, também conhecidos como retilíneos, são caracterizados por apresentarem três juntas prismáticas (PPP), resultando em um movimento composto por três translações, em que os eixos fazem movimentos perpendiculares com base nos três eixos cartesianos X, Y e Z. Essa estrutura de movimentos gera um volume de trabalho no formato de paralelepípedo, idêntico aos grandes pórticos utilizados para movimentação de peças e estruturas nas indústrias.

Como pontos positivos, esse é um dos tipos de robôs industriais de operação mais simples, pois fornece bom nível de precisão e repetibilidade, é de fácil programação, altamente personalizável e de baixo custo de aquisição e manutenção. Por isso, é o tipo de robô mais difundido e utilizado.

Como pontos negativos, ele executa apenas operações simples, requer uma área operacional grande sem nenhum obstáculo e apresenta montagem complexa, pois requer nivelamento preciso.

Esse tipo de robô apresenta uma grande gama de aplicações, como montagem-desmontagem, carregamento-descarregamento, corte, usinagem 3D, gravação, entre outras, muito comumente utilizado dentro de máquinas de montagem seriadas nos mais diferentes tipos de produtos.

Figura 5 – Robôs cartesianos em processo de corte *laser*



Crédito: Asharkyu/Shutterstock.

### **3.2 Robô de coordenadas cilíndricas**

Os robôs industriais de coordenadas cilíndricas são caracterizados por apresentarem duas juntas prismáticas e uma de rotação (PPR), resultando em um movimento composto por duas translações e uma rotação em que as juntas prismáticas do robô se movimentam em X e Z com base no eixo principal que rotaciona. Essa estrutura de movimentos gera um volume de trabalho no formato de um cilindro oco.

Como pontos positivos, esse é um tipo de robô industrial de operação rápida, com operação e instalação simples, que requer menos espaço e pode transportar grandes cargas.

Como pontos negativos, ele executa apenas operações simples, tem baixa precisão no movimento rotativo, não consegue pular obstáculos e requer uma área operacional específica.

Esse tipo de robô é pouco difundido e apresenta aplicações mais específicas, como carregamento-descarregamento, fundição, forjamento e revestimento. É muito comumente utilizado nos antigos bancos de dados para pega e devolução dos HDs a serem lidos.

Figura 6 – Robôs cilíndricos



Crédito: Asharkyu/Shutterstock.

### **3.3 Robô de coordenadas esféricas**

Os robôs industriais de coordenadas esféricas são caracterizados por apresentarem uma junta prismática e duas de rotação (PRR), resultando em um movimento composto por uma translação e duas rotações, em que a junta prismática do robô se movimenta de forma composta em X e Z com base em sua

rotação. Ambos os eixos rotacionam em relação à base. Essa estrutura de movimentos gera um volume de trabalho no formato esférico.

Esse foi o primeiro tipo de robô industrial a operar dentro de uma fábrica, com nível de repetibilidade aceitável e uma boa área de trabalho de operação em função da sua boa área de trabalho esférica.

Como pontos negativos, ele executa operações de complexidade média, não é muito rápido e apresenta baixa precisão e repetibilidade no movimento rotativo e alcance vertical curto.

Esse tipo de robô já foi muito utilizado, porém, atualmente, tem sido substituído por robôs articulados, em razão da falta de flexibilidade. É muito comumente utilizado em operações industriais de carga e descarga de máquinas, movimentação de peças e atividades na área de fundição.

Figura 7 – Robôs do tipo polar



Crédito: Nicolasprimola/Adobe Stock.

### 3.4 Robô Scara

Os robôs industriais do tipo Scara são caracterizados por apresentarem duas juntas de rotação dispostas em paralelo, que se movimentam no mesmo plano, e uma junta prismática, perpendicular a esse plano, que possibilita o movimento em Z (PRR), apresentando uma translação e duas rotações. Essa estrutura de movimentos gera um volume de trabalho no formato de anel.

Como pontos positivos, esse é um tipo de robô industrial muito veloz, fácil de programar, de ótima acuracidade e excelente para trabalhos repetitivos.

Como pontos negativos, ele executa operações basicamente voltadas à montagem, apresentam uma área de trabalho em Z bem reduzida,

impossibilitando montagens maiores, e tem grande restrição quanto ao tipo de ferramentas.

Esse tipo de robô é muito difundido e utilizado massivamente em aplicações de montagem e montagem de circuitos, bem como se adaptam facilmente nas linhas de montagem planas de pequenos componentes e alto volume.

Figura 8 – Robôs Scara em linha de montagem



Crédito: Asharkyu/Shutterstock.

### 3.5 Robô articulado ou antropomórfico

Os robôs industriais articulados ou antropomórficos são caracterizados por apresentarem três ou mais juntas de rotação (RRR), resultando em um movimento composto simplesmente por rotação, em que o eixo de movimento da junta de rotação da base é ortogonal às outras duas juntas de rotação, que são simétricas entre si, possibilitando maior mobilidade entre todos os tipos de robôs. Essa estrutura de movimentos gera um volume de trabalho com uma geometria mais complexa, muito semelhante a de uma esfera completa com um buraco no meio.

Os robôs articulados podem chegar a ter até dez juntas conectando seus elos. Como já vimos, estas também são chamadas de eixos, e quanto maior o número de eixos maior a flexibilidade de movimento. Atualmente o robô mais aplicado e utilizado na indústria é o robô de seis eixos em razão da sua capacidade de realizar todos os tipos de movimento, se assemelhando ao braço mais punho humano. Essa divisão estrutural entre braço e punho divide o robô em dois grupos.

### 3.1 Grupo das juntas principais (braço)

Composta pelas três primeiras juntas, próximas da base, pois possibilitam posicionar o elemento efetuador (ferramenta) em qualquer posição no espaço, dentro do volume de trabalho do robô. O grupo das juntas do punho é composta pelas três juntas finais, próximas do elemento efetuador (ferramenta), e são denominadas juntas do punho; elas possibilitam orientar e rotacionar o efetuador.

Como pontos positivos, esse é um tipo de robô industrial mais aplicado e utilizado na indústria, apresenta alta velocidade de operação, é altamente flexível para aplicações que requerem espaços reduzidos e, por conter mais eixos e um punho, é mais fácil de alinhar as várias coordenadas (X,Y,Z), levando a ferramenta a qualquer posição desejada.

Como pontos negativos, são robôs que requerem um controlador 100% dedicado, apresentam uma programação mais complexa e uma cinemática complicada, requirindo sensores e transdutores mais precisos, o que o torna mais caro que os demais.

Esse tipo de robô é o mais aplicado na indústria em função da sua grande flexibilidade. Ele apresenta inúmeras aplicações, como carregamento e descarregamento de máquinas, soldagem a arco, soldagem a ponto, manuseio de materiais, montagem automotiva, paletização e até mesmo usinagem 3D de grandes peças.

Figura 9 – Robôs articulado de seis eixos



Crédito: Natatravel/Adobe Stock.

### **3.6 Robô Delta ou paralelo**

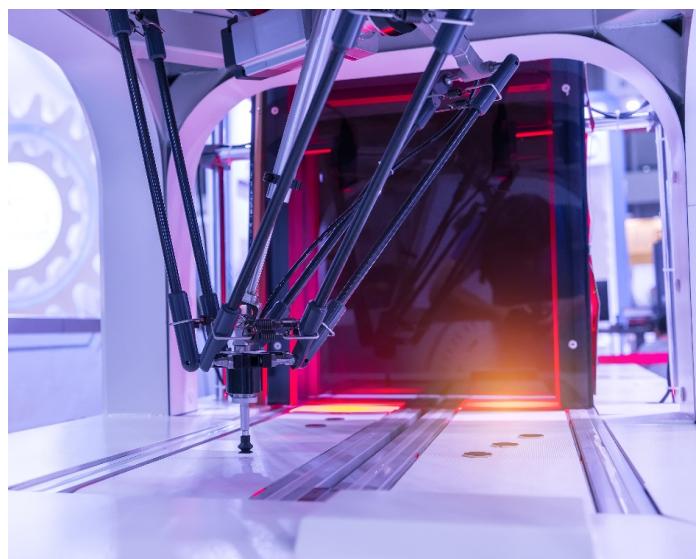
Os robôs industriais paralelos são caracterizados por apresentarem configuração tipo plataforma e uma mecânica em formato de cadeia cinemática fechada, pois todos os elos têm um atuador ligado a uma extremidade, e na outra, todos os elos são conectados entre si por meio um efetuador, formando uma pirâmide invertida. Apresentam duas configurações bem distintas, a primeira utilizando três juntas prismáticas (PPP) e, a segunda, três ou quatro juntas de rotação (RRR). Esses movimentos conectados possibilitam levar os efetuados em todas as posições X, Y e Z, porém, sempre mantendo o efetuador paralelo na linha do horizonte, característica que dá nome a esse tipo de robô paralelo. Essa estrutura de movimentos gera um volume de trabalho no formato cônico ou de cúpula.

Esse foi o último tipo de robô industrial a ser desenvolvido, operando de forma simples e robusta. O controle direto de cada junta sobre o efetuador o torna muito robusto e preciso, possibilitando operar em alta velocidade, com nível de repetibilidade muito elevado.

Como pontos negativos apresentam limitação em Z restringindo sua área de trabalho, têm restrição com relação à carga de trabalho e ao posicionamento final da garra/ferramenta de trabalho.

Em função da sua grande velocidade, precisão, facilidade de interação com sistema de visão, esse tipo de robô é muito aplicado na indústria para coleta, orientação e transferência de produtos que se encontram em movimento sem que haja necessidade de parada das esteiras transportadoras. Pega e embalagem de produtos farmacêuticos e alimentícios, manuseio de componentes eletrônicos PCB, alinhamento de fibra óptica, impressoras 3D e simuladores de voo completam sua grande gama de aplicações.

Figura 10 – Robô Delta realizando transferência de esteiras



Crédito: Asharkyu/Shutterstock.

#### TEMA 4 – FABRICANTES E CARACTERÍSTICA DOS ROBÔS

A demanda por bens de consumo, alimentos e medicamentos tem aumentado exponencialmente nas últimas décadas, exigindo processos automatizados cada vez mais tecnológicos em todos os segmentos da indústria. Nesse cenário, os robôs industriais são peças fundamentais para esses processos, pois estão sendo massivamente inseridos em escala global nas diversas linhas produtivas, substituindo atividades de risco ao ser humano e, desse modo, aumentando a produtividade nos processos, de forma a trazer bem-estar dos trabalhadores.

Os maiores fabricantes de robôs estão de olho nessa demanda crescente de mercado, que ainda vai crescer muito mais, buscando aumentar sua fatia nesse segmento que movimenta bilhões. Estão expandindo suas fábricas, comprando concorrentes e investindo em novas tecnologias. Em um mercado cada vez mais competitivo, sai na frente quem tem a melhor solução para os clientes, nesse caso, inovação e tecnologia.

Buscando aumentar sua capacidade produtiva e se consolidar como principal fornecedor de bens e tecnologia, países como a China vem comprando fabricantes de robôs para suprir sua demanda por esse tipo de recurso.

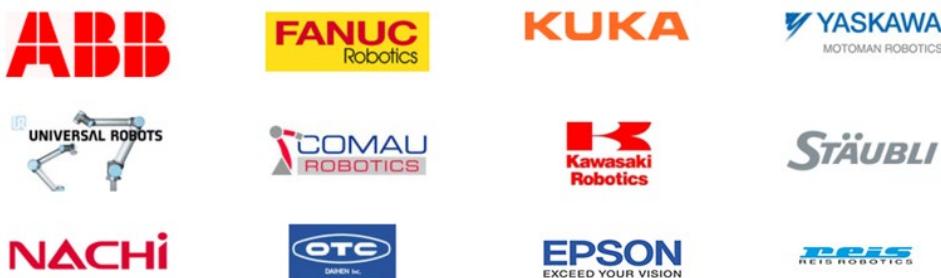
Vamos conhecer os principais fabricantes de robôs industriais, sua nacionalidade e seus diferenciais.

- **Fanuc**: empresa japonesa que é a maior fabricante de robôs no mundo, com aproximadamente 400.000 robôs instalados. Surgiu como braço da Fujitsu no desenvolvimento de controle numéricos, o que motivo do seu nome – Fanuc ou “Fuji Automatic Numerical Control”.
- **ABB**: empresa sueca pioneira no mercado, a Asea Brown Boveri é resultado da fusão entre a sueca Asea e a suíça Brown, Boveri & Cie, e atualmente tem cerca de 300.000 robôs instalados.
- **YASKAWA**: empresa japonesa mundialmente conhecida por sua linha robôs pesados Motoman, e com aproximadamente 300.000 robôs instalados.
- **COMAU**: empresa italiana que é subsidiária da montadora Fiat Chrysler Automobiles.
- **Omron**: pioneira em robôs paralelos de alta velocidade e robótica móvel. Vem ganhando espaço com a robótica colaborativa.
- **KUKA**: empresa alemã fundada por Keller und Knappich Augsburg, inventores da solda oxiacetileno. A KUKA criou o primeiro robô industrial do mundo com seis eixos movido por motor elétrico.
- **STÄUBLI**: empresa suíça muito forte no ramo têxtil e conhecida por seus robôs Scara de alta velocidade. A Staubli foi quem adquiriu a Unimation, primeira empresa a fabricar robôs no mundo.
- **Universal Robots (UR)**: empresa dinamarquesa, fundada em 2005, criadora do primeiro robô colaborativo vendido do mundo. Criou, com isso, um novo segmento dentro da robótica. Atualmente pertence à estadunidense Teradyne.
- **Mobile Industrial Robots (MIR)**: dinamarquesa, a MIR é uma das empresas mais nova nesse mercado. Fundada em 2013, vem inovando o mercado com robôs colaborativos móveis.

Em menor presença, estes são alguns fabricantes encontrados no Brasil.

- **KAWASAKI**: japonesa.
- **NACHI**: japonesa.
- **DENSO**: japonesa.
- **MITSUBISHI**: japonesa.
- **EPSON**: japonesa.
- **REIS** – alemã.

Figura 11 – Principais fabricantes de robôs



Fonte: Koike, 2021.

## TEMA 5 – SOFTWARE DE ROBÓTICA

Como vimos na história da robótica, a viabilidade dos robôs se deve à evolução dos micros controladores, computadores com maior capacidade para calcular, possibilitando o aumento da velocidade de processamento, de modo a controlar cada vez mais variáveis e adquirir cada vez mais informações dos sensores em menos tempo, o que significa tempo de respostas mais curtos e movimentos mais rápidos.

Esse aumento no poder de processamento também possibilitou o aumento de variáveis a serem controladas simultaneamente. Isso significa que mais atuadores ou juntas podem operar simultaneamente. Atualmente um sistema robótico industrial pode ter facilmente cinco ou mais eixos e, assim, realizar movimentos complexos e com maior precisão. Como a evolução do controlador e o aumento expressivo da quantidade de movimentos, em que são necessárias rotinas de *software* para controlar cada junta, o *software* passa a ter uma importância considerável na *performance* do robô. Esse *software* embarcado no robô, que funciona dentro de sua unidade de controle, é chamado de *firmware*.

O *firmware* do robô tem que ser capaz de controlar cada junta individualmente ou realizar movimentos combinados de duas ou mais juntas para obter trajetórias complexas em um braço robótico. Esse desafio cresce à medida que as quantidades de eixos aumentam.

O *firmware* é um programa que, rodando direta e exclusivamente associado a um *hardware* do robô, é responsável por armazenar todas as informações de inicialização para o correto funcionamento de cada um dos componentes. É o conjunto de programas que já vem de fábrica e somente pode ser acessado ou alterado pelo fabricante. No robô, existem *firmwares* dedicados a cada elemento, controlando suas funcionalidades, por exemplo, cada atuador do robô apresenta

um *firmware* encarregado de controlar o motor da junta em função do sinal lido no sensor de posição e velocidade.

O *software* do sistema é o elemento responsável por sequenciar e controlar a comunicação entre os vários módulos, decidindo o que se passa pelo controlador do robô e o que será transformado em ação. Uma forma de deixar esse conceito mais claro é exemplificar como um comando de movimento de um braço robótico funciona na prática.

Digamos que, em dado momento, o braço precise movimentar um objeto do ponto A ao ponto B. Essa informação das posições é enviada ao módulo de controle de trajetória, que calcula todos os movimentos das juntas para que o braço robótico realize o movimento desejado. Uma vez definida, a trajetória é passada para o módulo de movimentos combinados, que se encarrega de combinar os movimentos das juntas para obter a trajetória desejada. O *hardware* de cada junta recebe essa informação e inicia o controle da posição e da velocidade do atuador da junta, em função da posição e da velocidade informados pelo sensor. Esse processo é atualizado constantemente pelo *software* do sistema, por meio de controle em malha fechada processado pelo controlador. Essa divisão de tarefas entre os diferentes módulos do *software* e *hardware* simplifica a programação.

## 5.1 Linguagens de programação

Todo robô contém um controlador e todo controlador contém um *software* de operação que, além das funções citadas anteriormente, apresenta interface com o programador. Cada fabricante tem seu próprio *software*, considerado “proprietário”, pois somente o fabricante tem liberdade para acessá-lo e realizar alterações. Por se tratar de *hardwares* muito específicos, cada fabricante mantém sua própria linguagem de programação. No Quadro 1 a seguir, é possível verificar as diferentes linguagens de programação entre os fabricantes.

Quadro 1 – Linguagem de cada fabricante

Exemplos de linguagens de Fabricante de robôs	
Linguagem	Fabricante
KRL	KUKA
Karel, RG	FANUC
ARLA, RAPID	ABB
AML	IBM
VAL, VAL II	UNIMATION, ADEPT
V+	STAUBLI
MRL	MITSUBISHI
RAIL	AUTOMATIX

Fonte: Koike, 2021.

Essa grande quantidade e variedade de linguagens criam limitações e dificuldades no processo de integração entre robôs de diferentes fabricantes e periféricos de mercado, gerando um monopólio de peças de reposição, *software* e manutenção que não pode ser prestada por qualquer profissional.

## 5.2 *Software* de aplicação

Os vários módulos do *software* não ficam restritos apenas às funções básicas que vêm embarcadas nos robôs, como controle de trajetórias. Eles também são vendidos separadamente como produtos, e assim como no programa de interface interna do robô, têm a função de facilitar o dia a dia do usuário final.

Hoje existem no mercado uma grande variedade de módulos, com diferentes funcionalidades e aplicações nas mais diversas áreas. Aqui cada fabricante desenvolve ferramentas voltadas aos seus modelos de robôs e público-alvo, pensando nos seguimentos de atuação em que mais se destacam.

Seguem trataremos de alguns exemplos de *software* de aplicação e suas funcionalidades.

### 5.2.1 *Software* de paletização

Possibilita a configuração e execução simplificada de funções de paletização com padrões de embalagem e amarração de palete pré-programados. O usuário somente precisa colocar as medidas do produto, orientá-los na camada e informar quantas camadas o palete tem; o *software* faz o restante.

Em suas funções, estão inclusas o giro de 180° para amarração do palete; orientação das caixas, girando de forma automática quando necessário para

deixar todas as etiquetas para o lado externo do palete. Esse *software* reduz drasticamente o tempo de programação do integrador, refletindo em menor tempo de linha parada e perdas de produção. Esse *software* é muito recomendado para linhas com grandes quantidades de modelos de produtos e constante lançamento de novos produtos.

Figura 13 – *Software* de paletização

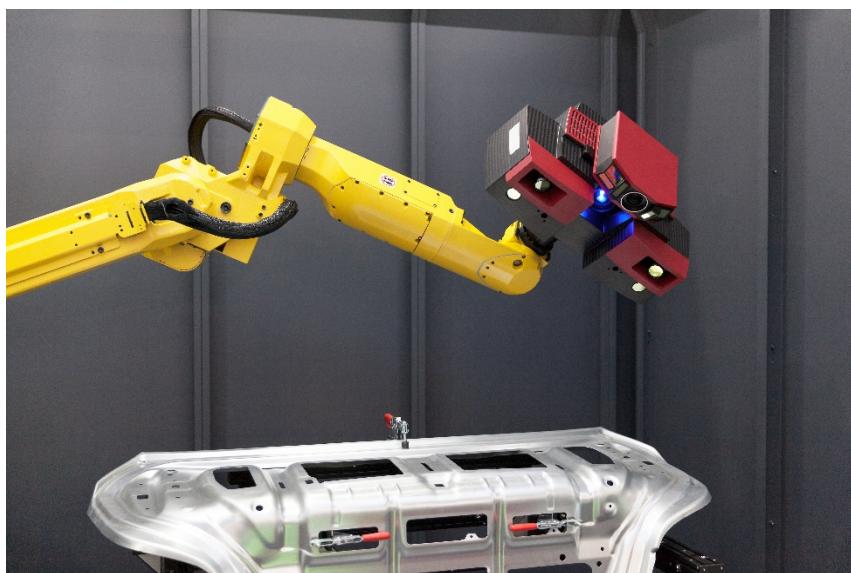


Crédito: Andrey Suslov/Shutterstock.

### 5.2.2 *Software* de sistema de visão

Existem softwares que auxiliam na interação com dispositivos e acessórios de alta complexidade conectados aos robôs. Um exemplo desse tipo é o *software* de integração do sistema de visão, que tem a função conectar a câmera diretamente ao robô de forma simples, sem que haja necessidade de programar a câmera e o robô separadamente a cada interação entre os dois. Isso facilita a programação e possibilita que funções como busca de peças em posições aleatórias sejam feitas de forma automática após cadastrar o contorno da peça com a própria câmera, em que a câmera envia coordenadas de posição para que o robô apanhe as peças, já posicionando a garra de forma correta.

Figura 14 – Robô rodando com *software* de visão



Crédito: Wellphoto/Shutterstock.

### 5.2.3 *Software* de múltiplos robôs

Outra tarefa muito complexa de se programar manualmente é a interação entre múltiplos robôs, principalmente quando eles dividem uma mesma atividade, gerando o risco de colisão entre eles se os movimentos não forem muito bem sincronizados. O *software* de gerenciamento múltiplo coordena e comanda vários robôs simultaneamente de modo simples. Um exemplo desse tipo de aplicação dentro do segmento de bens de consumo é a retirada de produtos de esteiras, em que o sistema identifica a sequência de retirada dos produtos de forma que os vários robôs não colidam entre si durante essa etapa.

Figura 15 – *Software* operando múltiplos robôs



Crédito: Blue Planet Studio/Adobe Stock.

---

## REFERÊNCIAS

NIKU, S. B. **Introdução à Robótica**: análise, controle, aplicações. 2. ed. São Paulo: LTC, 2013.

WHAT are the main types of robots? **RobotWorx**. Disponível em: <<https://www.robots.com/faq/what-are-the-main-types-of-robots>>. Acesso em: 5 abr. 2021.

ULLRICH, R. A. **Robótica**: uma introdução. Rio de Janeiro: Campus, 1987.