

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Victor Maia Silvino Andrade

Matheus de Oliveira Moreira

ROBÓTICA INDUSTRIAL E SUAS APLICAÇÕES

Taubaté - SP

2020

Victor Maia Silvino Andrade

Matheus de Oliveira Moreira

ROBÓTICA INDUSTRIAL E SUAS APLICAÇÕES

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica.

Orientador: Prof. Marcelo Werneck

Taubaté - SP

2020

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBi
Universidade de Taubaté - UNITAU**

M838r Moreira, Matheus de Oliveira
 Robótica industrial e suas aplicações / Matheus de Oliveira Moreira ,
 Victor Maia Silvino Andrade. -- 2020.
 53f. : il.

 Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento
 de Energia Elétrica, 2020.
 Orientação: Prof. Me Marcelo Pinheiro Werneck, Departamento de
 Energia Elétrica.

 1. Robótica. 2. Automação. 3. Paletização. 4. Transferências de
 materiais. 5. Engenharia Elétrica. I. Andrade, Victor Maia Silvino.
 II. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Elétrica.
 Curso de Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD - 629.892

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Regina Márcia Cuba - CRB 8ª/7416

A família, por todo apoio e incentivo, por acreditar na capacidade de conquista, por indicar o caminho do conhecimento para melhoria da vida.

AGRADEDIMENTOS

Ao Prof. orientador, pela orientação do trabalho e atenção dedicada.

A todos os professores que fizeram parte do nosso crescimento educacional e profissional desde o princípio.

Aos professores que formam o corpo docente da Universidade de Taubaté.

A toda a nossa família, alicerce de estrutura e formação.

Aos amigos de faculdade pelos momentos vividos juntos, com experiências que jamais serão esquecidas.

A Deus por ter proporcionado essa oportunidade, por ter nos fortificado nos momentos mais difíceis.

RESUMO

Este trabalho aborda a Robótica, suas definições e suas aplicações caracterizada por sua representatividade no campo tecnológico, pois, cada vez mais o segmento industrial realiza as tarefas por meio de robôs para que se possa obter por meio desta tecnologia aumento de produtividade, redução de custos e, soluções para trabalhos em condições insalubres, indicando a sua importância e complexidade. Como objetivo principal este trabalho buscou promover, por meio da literatura, a importância que possui a definição correta de um sistema que utiliza a robótica e suas definições e, como objetivos específicos apontar as definições de robótica, descrever a robotização e o processo de paletização e, indicar os resultados benéficos na utilização do robô de transferência de materiais no processo de paletização. A robotização sob a utilização de mecanismos e dispositivos se tornou muito mais do que uma estratégia organizacional resultando em garantia de eficiência operacional, com tecnologias que se tornaram praticamente sinônimas de automação e inovação tecnológica, facilitando inclusive as interfaces na manutenção dos equipamentos, com contribuições reais, muito mais significativas. A materialização das ideias mais elaboradas no ambiente de trabalho industrial beneficia a todos os sistemas produtivos, inserindo mecanismos e dispositivos elétricos automáticos, como a manipulação e a transferência de materiais realizada por robôs determinam melhorias com oportunidades de expansão e desenvolvimento, principalmente, em relação ao gerenciar melhor recursos e processos.

Palavras-Chave: Robótica; Automação; Engenharia Elétrica; Transferência de Materiais e; Paletização.

ABSTRACT

This work addresses Robotics, its definitions and its applications characterized by its representativeness in the technological field, since, more and more the industrial segment carries out the tasks by means of robots so that through this technology it is possible to increase productivity, reduce costs and, solutions for work in unsanitary conditions, indicating its importance and complexity. As main objective this work sought to promote, through the literature, the importance that has the correct definition of a system that uses robotics and its definitions and, as specific objectives to point out the definitions of robotics, describe the robotization and the palletizing process and , indicate the beneficial results in the use of the material transfer robot in the palletizing process. Robotization under the use of mechanisms and devices has become much more than an organizational strategy resulting in guarantee of operational efficiency, with technologies that have become practically synonymous with automation and technological innovation, even facilitating interfaces in the maintenance of equipment, with real contributions , much more significant. The materialization of the most elaborated ideas in the industrial work environment, benefits all production systems, inserting automatic electrical mechanisms and devices, such as the manipulation and transfer of materials carried out by robots, determines improvements with opportunities for expansion and development, mainly in better managing resources and processes.

Key words: Robotics; Automation; Electrical engineering; Material Transfer and; Palletizing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Robô de acionamento hidráulico	11
Figura 2 – Inovação Tecnológica – Elementos de Investigação	13
Figura 3 – Sistemas de combinação e interligação das operações utilizando robôs	17
Figura 4 – Exemplos de técnicas – Capacidades versus benefícios	18
Figura 5 – Construção de elementos do sistema robótico	21
Figura 6 – Classificação dos robôs seriados quanto aos três primeiros graus de liberdade	23
Figura 7 – Modelo de Robô 4 Eixos	25
Figura 8 – Modelo de Robô 5 Eixos	26
Figura 9 – Modelo de Robô 6 Eixos	26
Figura 10 – Fluxo de materiais em sistemas de robótica	29
Figura 11 – Sequência típica de um processo de fabricação	31
Figura 12 – Célula automatizada para paletização de caixas	33
Figura 13 – Ciclo de Entrada e Saída de materiais	37
Figura 14 – Processo de produção com dispositivos eletroautomáticos	40

SUMÁRIO

SUMÁRIO	10
1 INTRODUÇÃO	11
2. ROBÓTICA INDUSTRIAL E SUAS APLICAÇÕES	13
2.1 DEFINIÇÕES DE ROBÓTICA	14
2.1.1 BREVE HISTÓRICO.....	16
2.1.2 BREVE COMPARATIVO E PERSPECTIVAS DA APLICAÇÃO DA ROBÓTICA.....	17
2.2 ROBOTIZAÇÃO E O PROCESSO DE PALETIZAÇÃO	23
2.1.1 TIPOS DE ROBÔS.....	25
2.1.1.1 4 EIXOS	27
2.1.1.2 5 EIXOS	28
2.1.1.3 6 EIXOS	29
2.1.2 MANIPULAÇÃO e TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS	30
3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	33
3.1 METODOLOGIA.....	33
3.2 PALETIZAÇÃO.....	34
3.3 ROBÔ DE TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS NO PROCESSO DE PALETIZAÇÃO	35
3.4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA A SER RESOLVIDO	37
4. SOLUÇÃO DO PROBLEMA	40
4.1 PROCESSO DE PALETIZAÇÃO	40
5. RESULTADOS	46
6. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	54

1 INTRODUÇÃO

A indústria americana cedeu espaço as inovações tecnológicas desenvolvidas pela indústria japonesa e, no Brasil, em meados de 1982, a inovação ocorreu na indústria automotiva com a utilização de robôs na produção das empresas Volkswagen e Ford nas plantas industriais de São Bernardo do Campo no Estado de São Paulo em busca de substituir o elemento humano em tarefas de alta complexidade e alto risco de segurança e, para fins de aumentar a produtividade e reduzir custos processuais.

Neste trabalho o tema em abordagem se refere a Robótica e suas definições desenvolvido por meio de uma pesquisa que realiza breves descrições da importância da robótica e os conceitos desta tecnologia que compõe sistemas por partes mecânicas automatizadas com controle realizado por circuitos integrados que possibilitam o controle automático de circuitos elétricos. Portanto, a delimitação deste tema envolve a abordagem com exclusividade da robótica e suas definições.

Neste contexto, este trabalho apresenta como justificativa para o seu desenvolvimento a utilização de robôs conforme definição no tema Robótica Industrial e suas aplicações caracterizada por sua representatividade no campo tecnológico, pois, cada vez mais o segmento industrial realiza as tarefas por meio de robôs para que se possa obter por meio desta tecnologia aumento de produtividade, redução de custos e, soluções para trabalhos em condições insalubres, indicando a sua importância e a complexidade.

Como problematização, este trabalho envolve o processo de inserção de ferramentas tecnológicas para facilitar a realização de tarefas que eram realizadas anteriormente manualmente, por pessoas, porém, se tornaram inviáveis ou de baixa recomendação a sua realização devido a geração de problemas de saúde, pouca produtividade, baixa qualidade, muitos funcionários para atender a demanda de produção e, constância de erros humanos.

No mais, surgiram novas concepções de sistemas produtivos, produtos e serviços, requerendo bases de sistemas mais inteligentes, autônomos, colaborativos, interativos e cooperativos no manuseio e movimentação de materiais. Desta forma, como deve ser estabelecido um sistema de paletização nos processos industriais para obter resultados satisfatórios em relação a utilização do robô de transferência de materiais?

O objetivo principal deste trabalho foi o de promover, por meio da literatura, a importância que possui a definição correta de um sistema que utiliza a robótica e suas definições e, como objetivos específicos apontar as definições de robótica, descrever a

robotização e o processo de paletização e, indicar os resultados benéficos na utilização do robô de transferência de materiais no processo de paletização.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, por meio da pesquisa bibliográfica, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados, por meio de busca nas seguintes bases de dados (livros, sites de banco de dados, SCIELO, EPE e Energy Report e, em revisões bibliográficas extraídas de artigos científicos, livros e pesquisas da internet.

O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos dez anos com fundamentação realizada em alguns autores de base com pesquisas mais antigas para fundamentar a pesquisa realizada e, as palavras-chaves utilizadas na busca foram Robótica, Automação, Engenharia Elétrica, Transferência de Materiais e, Paletização.

Este trabalho está estruturado em 4 (quatro) capítulos, de forma que a sequência das informações ofereça um perfeito entendimento de seu propósito.

No Capítulo 1, apresenta-se uma introdução com a contextualização do desenvolvimento e da importância do tema proposto, ainda trata dos objetivos, da importância do tema, da delimitação do local onde o estudo foi desenvolvido, do Método ou metodologia e como está organizado.

O Capítulo 2 trata da revisão bibliográfica, necessária para fundamentar a pesquisa, acerca de temas como o desenvolvimento do tema central, de uma breve contextualização da importância, conceitos e, princípios da robótica e suas definições, da robotização na manipulação de materiais e do processo de paletização.

O Capítulo 3 trata da Descrição do Problema a ser resolvido e da Metodologia deste trabalho, enfatizando a paletização e o robô de transferência de materiais no processo de paletização.

O Capítulo 4 trata da solução do problema deste trabalho.

O Capítulo 5 trata dos resultados deste trabalho.

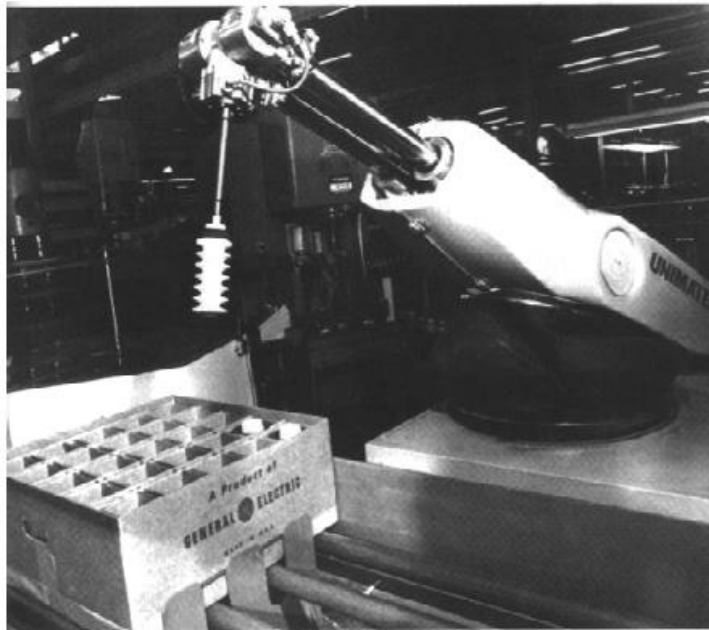
O Capítulo 6 trata da conclusão final e sugestões para futuros estudos. Por fim as referências bibliográficas.

2. ROBÓTICA INDUSTRIAL E SUAS APLICAÇÕES

O ambiente industrial gere uma série de atividades que requerem dispor de mecanismos e uma diversidade de artifícios para maximizar a eficiência produtiva de suas linhas de produção. Neste contexto, com a inserção de novas tecnologias surge a integração de diversas áreas como as Engenharias Elétrica e a Automação (EPPS, 2014).

O ponto inicial ocorreu com a utilização do braço robótico industrial, que deixou de ser um item de luxo e demonstração em feiras e eventos internacionais, para ser muito mais abrangente como a inovação tecnológica que gerou a expansão da robótica, otimizando e garantindo otimização de recursos e eficiência processual, diferenciais de grande significado para gerir competitividade e atendimento as exigências e mudanças do mercado como mostra a Figura 1 (EPPS, 2014).

Figura 1 – Robô de acionamento hidráulico



Fonte: Adaptado de Kühne (2017)

A Figura 1 mostra o robô de acionamento hidráulico sendo utilizado para as atividades de descarregamento moldes de uma máquina de fundição, em exato momento em que realiza adaptações para executar atividades de descarregamento. O robô industrial teve uma de suas primeiras instalações realizadas em 1961, em uma das fábricas da GM localizada em Detroit.

Diante a oferta de diversos mecanismos e conceitos que a automação e a elétrica oferecem, surgem novos modelos de processo e gestão de recursos com melhores determinantes de eficiência para a execução das operações, sempre em busca de conseguir aliar recursos para melhorar as condições do trabalho e obter retorno de investimentos (BECHTHOLD, 2010).

Um dos principais mecanismos adotados no ambiente industrial cabe a inserção de tecnologias que buscam substituir o ser humano por mecanismos que pudessem executar as mesmas atividades, a princípio, para proteger as pessoas de risco de trabalho em condições insalubres, depois para obter maior produção e produtividade (BOCK; LANGENBERG, 2014).

A robótica fornece as organizações uma diversidade infinita de recursos e adaptações que podem determinar as soluções necessárias a grandes desafios diários, inovando tecnologicamente, por meio da automação e utilização dos robôs, que se tornaram elementos auxiliares de grande importância (BOCK; LANGENBERG, 2014).

2.1 DEFINIÇÕES DE ROBÓTICA

A robótica passou a ser a reperiurssora de possibilidades de melhor desempenho na realização das atividades diárias, acompanhada de inúmeras vantagens, por meio de utilização de técnicas computadorizadas, mecânicas e dispositivos, que passam a inserir no ambiente de trabalho, soluções contemporâneas aos grandes desafios organizacionais (BECHTHOLD, 2010).

A utilização da robótica objetiva melhor gerenciamento dos materiais em movimento, disseminando nas organizações conceitos e ações que favoreçam o controle de insumos, sob a diversidade e ampla utilização disponível no ambiente industrial, principalmente em relação a minimizar a falhar humana (EPPS, 2014).

A robótica industrial é uma tecnologia cada vez mais presente em todos os segmentos do mercado de trabalho, principalmente no segmento industrial, realizando diversas funções na sociedade em prol de melhores condições de vida e qualidade para todos os envolvidos caracterizados pela ciência responsável pelo desenvolvimento da tecnologia presente em sistemas, softwares, computadores, robôs e, circuitos integrados controladores de partes mecânicas automatizadas com controles elétricos (SALVADOR, 2017).

A robótica contribui para a otimização de recursos com o enriquecimento da inovação tecnológica ao instaurar elementos de investigação no dimensionamento de uma diversidade

de elementos que determinam a complexidade dos dispositivos e mecanismos que realizam os processos conforme requisitos estabelecidos em projeto, como mostra a Figura 2 (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Figura 2 – Inovação Tecnológica – Elementos de Investigação

Variável	Definição da Variável	Indicadores
Fator Material	Refere-se às características dos materiais envolvidos, tais como: recebimento, embarque, e manutenção, quantidades e variedades, entre outros.	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidades e variedades de produtos em processo. • Sequência de operações. • Tempo de produção.
Fator Edifício	Caraterização do edifício, áreas e os aspectos de localização das instalações no arranjo físico.	<ul style="list-style-type: none"> • Disposição das instalações. • Economia de espaço. • Questões estruturais.
Fator Movimentação	É o fluxo de materiais, fluxo de sequência de produção, fluxo de área para área, transportes envolvidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo de materiais. • Fluxo interdepartamental. • Distâncias percorridas
Fator Espera	Características do armazenamento.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de espera entre operações, localização do armazenamento, entre outros.
Fator Equipamento	Características de máquinas de produção, equipamentos, acessórios, ferramentas manuais, elétricas ou portáteis.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de ferramentas utilizadas. • Espaço necessário para o seu armazenamento.
Fator Serviço	Pessoal de apoio, facilidades oferecidas para o empregado, controles de produção, manutenção, distribuição de linhas de serviços auxiliares.	<ul style="list-style-type: none"> • Serviços de apoio existentes. • Manutenção.
Fator Mudança	Substituições de materiais, mão de obra, mudanças em serviços auxiliares e mudanças externas.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de itens a produzir. • Número de tipos de materiais a serem utilizados. •
Fator mão de obra	Tipo de mão de obra, turnos, horas de trabalho, número de trabalhadores para cada operação ou atividade auxiliar, tempo de manuseio de materiais.	<ul style="list-style-type: none"> • Características da mão de obra. • Tempo de transporte de material.

Fonte: Adaptado de Olivério (1995)

A Figura 2 mostra a contribuição da robótica para orientar a verificar e prover os fatores necessários para realizar a investigação dos elementos, contribuindo para o planejamento e definição dos mecanismos e dispositivos mais adequados disponíveis sob a inovação tecnológica.

Os circuitos elétricos fornecessem a garantia de funcionamento de sistemas, softwares, equipamentos e robôs, entre outras novas tecnologias, concretizando a proposta de um componente mecânico e eletrônico com capacidade de realizar tarefas auxiliando o ser humano em atender as suas necessidades expectativas, como ocorre em tarefas repetitivas e manipulação de materiais (FREITAS, 2017).

2.1.1 BREVE HISTÓRICO

A humanidade há muito deseja concretizar o sonho de inserir robôs na realização de atividades essenciais e complexas na sociedade remetendo a indicação de fatos históricos que indicam a evolução cronológica dos principais momentos que contribuíram para este caminho (BECHTHOLD, 2010).

Em 1738 Jacques de Vaucanson criou o primeiro robô funcional por meio de um androide que tocava flauta e, a prática usual da palavra robô foi disseminada somente em 1922 quando o checoslovaco Karel Capek a pragmentou a uma peça de teatro, inventada pelo seu irmão Josef Capek, cujo significado se remete a “trabalho forçado” (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Em meados de 1930 a empresa Westinghouse Electric Corporation criou o robô humanóide Elektro, porém, somente a partir da segunda guerra mundial, seguiram os grandes avanços com o desenvolvimento de braços mecânicos para realizar a manipulação de explosivos e a montagem de bombas (EPPS, 2014).

As primeiras patentes sobre robótica foram para George Devol em 1954 que juntamente com Joseph F. Engelberger em 1956 fundaram uma das primeiras empresas a realizar a produção de um robô industrial, a Unimation que, com fundamentação nas patentes originais de Devel, criaram robôs denominados de "máquinas de transferência programadas" (EPPS, 2014).

Estes robôs tinham como função principal a transferência de objetos de um ponto para outro utilizando atuadores hidráulicos, com programação de "conjuntos de coordenadas", caracterizados como os robôs em que os ângulos de todas as juntas eram armazenados durante uma fase de aprendizagem para posteriormente serem repetidos durante as operações normais

competindo por um longo período com a Cincinnati Milacron, de Ohio (BOCK; LANGENBERG, 2014).

A partir de meados dos anos 70 começou uma grande produção de robôs industriais similares pelos japoneses que copiaram os projetos da Unimation que possui patentes nos Estados Unidos, mas, não possuía no Japão, infringindo as leis de patentes internacionais (BECHTHOLD, 2010).

Foi em 1969 que Victor Motta inovou com a invenção do Robô de Stanford na Universidade de Stanford, caracterizado por articulações de 6 eixos, totalmente elétrico, com projeto que tornava permissível a utilização da anatomia de um braço, capacitando o projeto a maior precisão em realizar tarefas no espaço e, em aplicações de maior complexidade como os processos de montagem e soldagem (EPPS, 2014).

Scheinman desenvolveu posteriormente um segundo braço (braço do MIT) para o MIT AI Lab e comercializou os projetos para a Unimation seguindo como desenvolvimento sob auxílio da GM, com posterior comercialização como Máquina Programável Universal para Montagem (PUMA). Em 1973, a KUKA seguiu com a construção do FAMULUS, seu primeiro robô industrial, caracterizado pelas articulações de seis eixos com controle eletrônico (BECHTHOLD, 2010).

No final da década de 70 aumentou o interesse pela robótica industrial com a entrada de muitas empresas de grande porte como a General Electric e a General Motors associadas na formação do empreendimento FANUC Robotics, em conjunto com a FANUC do Japão e, as empresas norte-americanas Automatix e Adept Technology (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Com a intensificação do crescimento da robótica em 1984, ocorreu a compra da Unimation pela empresa Westinghouse que posteriormente, em 1988, foi vendida para a Stäubli Faverges SCA que se tornou até o ano de 2004 fabricante de robôs articulados para o segmento industrial e aplicações de limpeza com compra e inclusão da divisão de robótica da Bosch (BECHTHOLD, 2010).

2.1.2 BREVE COMPARATIVO E PERSPECTIVAS DA APLICAÇÃO DA ROBÓTICA

Nos últimos trinta anos, em relação a robótica, cabe realizar um comparativo antes e depois de sua aplicação, para fins de verificar os benefícios que trouxe, principalmente em relação a volume de produtividade, problemas físicos, ocupacionais e, de qualidade, com

marco histórico que destaca o desenvolvimento e evolução dos modelos de robôs de antigamente aos robôs de alta tecnologia (SALVADOR, 2017).

As automobilísticas sempre buscaram soluções confiáveis e robustas na execução das funções com maior consistência, pois, se almeja que todo problema seja resolvido 100 % ou o mais próximo possível de 100 %. Assim, a precisão requerida em casos de volume, produtividade e redução de riscos ocupacionais somente pode ser alcançado com a robótica (EPPS, 2014).

Em relação as doenças ocupacionais, antes, as multinacionais automobilísticas principalmente, possuíam uma vasta gama de atividades repetitivas e perigosas, porém, com a inovação da robótica passou a existir maior segurança para o Homem. Passou se ainda a realizar atividades em condições insalubres, de alto risco e insustentáveis, preservando a vida humana (BOCK; LANGENBERG, 2014).

A substituição de um operador humano por um manipulador robótico de materiais no ambiente de trabalho objetivando minimizar custos, promover a segurança e saúde no trabalho e aumentar a produtividade por meio da utilização de um robô de transferência de materiais agregando valores tanto para a organização quanto para o profissional que a executa (EPPS, 2014).

A princípio as principais aplicações decidiram automatizar operações de descarga de peças metálicas acabadas com vazamento, condições de trabalho inerentes ao ser humano como a presença de fumos e calor intenso, operações complexas e também simples demais, onde, a necessidade de flexibilidade direcionou a opção de uma solução robotizada (SALVADOR, 2017).

A fundição é um exemplo destes ambientes impróprios requerendo o apoio da robótica para realizar o descarregamento e a movimentação de moldes excessivamente pesados para manuseio do ser humano (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Diante estas condições de trabalho e outras situações como o caso de repetitividade, temperaturas elevadas, entre outras características do ambiente de trabalho, identificadas como impróprias para o ser humano justificam a sua aplicação e desenvolvimento como proposta solucionadora de necessidades básicas, resultando em projetos de automatização, como mostra a Figura 3 (EPPS, 2014).

Figura 3 - Sistemas de combinação e interligação das operações utilizando robôs

PROPÓSITO DO TRABALHO A SER FEITO PELO ROBÔ	MÁQUINAS PERIFÉRICAS USADAS TÍPICAMENTE
FORJARIA	Máquina de forjaria (prensa, máquina de estampagem, etc...), Forno de tratamento, esteira, etc...
FUNDIÇÃO	Máquina de fundição, forno de fusão, máquina automática de energia de metal fundido, esteira, calha, etc...
USINAGEM, REBARBAGEM, FURAÇÃO, ETC...	Máquina ferramenta, esteira, padrão temporário e 'PALLET', dispositivo de usinagem, magazine de ferramenta, etc...
OPERAÇÃO DE MOLDES PLÁSTICOS	Máquinas de injeção de plástico, esteira, alimentador das partes inseridas, magazines, etc...
PRENSAGEM	Máquina de prensagem, alimentador de 'BLANCK', esteira, padrão temporário, elevador, máquina de rolagem, magazines, etc...
SOLDAGEM	Fonte de energia para soldagem, esteira, posicionador, mesa de giro, 'JIG' padrão e dispositivo de mudança de trabalho, AGV's para transporte, etc...
PINTURA	Equipamento de pintura, esteira, mesa de giro, cabine de pintura, etc...
MONTAGEM	Esteira, mesa de giro, alimentador de peças, peças estocadas, dispositivo de força e arranjos das peças magazines, ' PALLETS', montagem padrão, "JIG" padrão, dispositivo de posicionamento, etc...".
MUDANÇA DE ESTÁGIO ENTRE PROCESSO	Esteira, magazine, 'PALLET', etc.
INSPEÇÃO E MEDIÇÃO	Esteira, mesa X-Y, etc...
CAMADA DE VEDAÇÃO	Dispositivo pressurizador de material de vedação, esteira, mesa de giro, etc...

Fonte: Freitas (2017).

A Figura 3 demonstra os processos que requerem mais a utilização da robótica, com as indicações de máquinas periféricas, o que torna explícita a importância da organização buscar constantemente a inovação tecnológica para seus produtos e processos.

Decorrente da existência de ambientes impróprios para a permanência do ser humano na execução de suas tarefas a robotização emerge como a solução apropriada em respostas aos questionamentos acerca de segurança e produtividade (SALVADOR, 2017).

Dentre os principais impactos da Robótica na Indústria se destaca a rápida evolução tecnológica que favoreceu maior serventia das máquinas para as atividades a serem realizadas no ambiente industrial, sem a intervenção humana, traduzindo e transformando operações que antes demoravam horas, passassem a ser realizadas em minutos, com maior qualidade, padronização e, redução do número de perdas (FREITAS, 2017).

No decorrer que as capacidades dos sistemas de robótica foram se desenvolvendo e inovando mais tecnologias as aplicações foram diversificadas desde uma simples operação de transporte a operações de montagem e de processos tais como soldagem, pintura, deposição de colas e vedantes, entre outras, passaram a ser automatizadas (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Na composição do cenário de atuação de aplicação de um sistema robótico a sua função se torna essencial e fundamental para a realização das tarefas operacionais. A utilização do sistema robótico em áreas distintas e em especial na área automobilística tem valorização agregada a maior parte dos investimentos em automação, como mostra a Figura 4 (EPPS, 2014).

Figura 4 – Exemplos de técnicas – Capacidades *versus* benefícios

Capacidades:

X= Transporte
Y= Manipulação
Z= Sensoresamento

Principais Benefícios:

A= Melhoria na qualidade do produto
B= Aumento da produtividade
C= Redução de custos
D= Eliminação de trabalho perigoso e desagradável

	EXEMPLOS	X	Y	Z	A	B	C	D
Manipulação de Materiais	Armazenamento Manipulação de Peças Movimentação	●					●	●
Carga e Descarga de Máquinas	Fundição em molde Prensas automáticas Máquinas de ferramentas	●	●			●	●	●
Trabalho com Spray	Pintura Aplicação de cola/ resina		●		●		●	●
Solda	Solda a ponto Solda em arco		●		●	●	●	●
Maquinário de Acabamento	Furadeira Lixador Polidor Cortador		●	●	●	●		●
Montagem	Fixação		●	●		●	●	
Inspeção	Controle Tolerância			●	●			

Fonte: Adaptado de Kühne (2017)

A International Federation of Robotics (2007) e dados da United Nations Economic Commission for Europe, destacam a solda ponto (26%), solda arco (24%), manipulação (37%), paletização (6%), montagem (2%), outras aplicações diversas (5%), como as aplicações mais utilizadas, conforme a sua participação relativa.

A pintura é um ótimo exemplo para observar que se as organizações alcançarem 90 % das soluções almeçadas já denota grande contribuição nas melhorias de processos complexos, em relação a custos benefícios, a substituição do elemento humano reduzindo os riscos de acidentes e doenças ocupacionais na realização de trabalhos repetitivos e de alto risco (SALVADOR, 2017).

Como neste processo, a pintura de um carro utiliza robôs na pintura spray por meio da fixação de uma pistola de tinta spray ao atuador do robô ocorre movimentação rápida, controle contínuo da trajetória, baixa repetibilidade, aumentando, ainda, a qualidade e produtividade (EPPS, 2014).

Ocorre, portanto, em relação ao volume de produtividade uma proporção de 20 carros por hora em comparação ao volume de produtividade de 5 carros que ocorria antes, decorrente de maior flexibilidade na gama de produtos fabricados (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Ainda, pela inexistência de interrupções, ocorre aumento de produtividade, maior eficiência na utilização das unidades produtivas, redução no tempo de preparação, maior

precisão, robustez, rapidez, uniformidade e suporte realizado em ambientes hostis como o da pintura (EPPS, 2014).

Em relação as doenças, acidentes e afastamentos pelos riscos ocupacionais ocorre redução do número de acidentes, o ser humano passa a ser afastado dos locais que possuem riscos para a saúde, redução nos horários de trabalho e, maior poder de compra (SALVADOR, 2017).

Após a robótica, ocorre a integração dos processos produtivos, conexão proporcionada pelas novas tecnologias da indústria 4.0, implicando na necessidade de maior capacitação dos trabalhadores, sanando a geração de desemprego pela substituição do homem pelos robôs (EPPS, 2014).

Como exemplo de técnicas mais modernas seguem exemplos da robótica presente na área da saúde, como na realização de cirurgias e cirurgias plásticas, atividades agrícolas contribuindo com a sustentabilidade, entre outras, requerendo para perspectivas futuras maior atenção ao desenvolvimento e evolução destas novas tecnologias (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Muitos são os benefícios e impactos da robótica na sociedade, com destaque a Indústria 4.0, a Nova Revolução Industrial, disponibilizando uma diversidade de robôs, com vasta gama de opções e aplicações, seguindo a simplicidade lógica de programação e execução (SALVADOR, 2017).

A Engenharia na robótica encontra melhores recursos para implementar as rotinas de trabalho e processos utilizados na fabricação, gerenciando melhor os recursos existentes, ainda melhor, otimizando e aproveitando com melhor eficiência os recursos disponíveis, sob conceitos de metodologias como *just in time*, utilizando somente o necessário, sem desperdícios, minimizando a geração de estoques (FREITAS, 2017).

A robótica possibilita, por meio da programação de sistemas, a produção de peças, o acionamento de equipamentos e a conferência de produtos, deixando no passado, a maior parte das desvantagens do trabalho humano, como ocorrências de falhas no processo de produção, queda de rendimento depois de longas jornadas de trabalho, periculosidade na execução de atividades, entre outras (KÜHNE, 2017).

O investimento da indústria e de todos os segmentos de fabricação de produtos se tornou fundamental, principalmente diante os objetivos de eficiência, crescimento no mercado e maior faturamento, requerendo que a Engenharia realize devidamente planejamento para a aplicação desse tipo de tecnologia com inteligência (BOCK; LANGENBERG, 2014).

A implementação da robótica é um dos pontos chaves para o controle da produção, com a utilização de máquinas e equipamentos, fornecendo maior qualidade e precisão, com diferentes proporções conforme o segmento de atuação, solucionando problemas como a redução de custos e a confiabilidade (EPPS, 2014).

No Brasil, como no mundo, a tendência deve ser colocar a tecnologia a favor dos objetivos organizacionais, com potencial diferenciando entre robôs e a utilização da mão de obra humana, modificando para uma operação conjunta em que as atividades operacionais, de precisão e controle são executadas por máquinas e as de programação e gerenciamento pelos homens (KÜHNE, 2017).

2.2 ROBOTIZAÇÃO E O PROCESSO DE PALETIZAÇÃO

A existência de ambientes impróprios para a permanência do ser humano durante a execução de suas tarefas passou a requerer maior apoio da robotização que emergiu como a solução mais adequada em respostas as necessidades e aos questionamentos sobre segurança e produtividade, como ocorre, por exemplo, no processo de fundição, um dos principais ambientes impróprios, requerendo a utilização de um robô para atividades como o descarregamento e a movimentação de moldes excessivamente pesados para manuseio do ser humano (SALVADOR, 2017).

A robotização buscou inicialmente gerir a automatização de operações que envolviam descarga de peças metálicas acabadas com vazamento, condições de trabalho inerentes ao ser humano como a presença de fumos e calor intenso, operações desde as mais simples as de maior complexidade, entre outras e a necessidade, direcionando a inserção de maior flexibilidade por meio de uma solução robotizada (EPPS, 2014).

Com demonstração tamanha de sua importância e desenvolvimento da capacidade e funções dos sistemas robóticos novas tecnologias e aplicações emergem com diversificação de opções desde a realização de simples operações de transferência ou transporte e operações de montagem a processos de maior complexidade como soldagem, pintura, deposição de colas e vedantes, entre outros, como mostra a Figura 5 (SALVADOR, 2017).

Figura 5 - Construção de elementos do sistema robótico

APLICAÇÃO	FORMA QUANDO EM TRANSPORTE	FORMA DO PRODUTO TRANSPORTADO	ELEMENTO DE CONSTRUÇÃO
Transportando; Transferindo; Testando.	Material bruto, parcial ou Produto.	Material bruto, parcial ou Produto	Robô (incluindo dispositivos de fixação) Dispositivo de transferência (incluindo JIG's)
Carga / teste de descarga	Material bruto, parcial ou Produto.	Processo parcial ou Produto	Robô; Dispositivo de transferência; Ferramentas.
Soldagem / Montagem	Peça 1 + Peça 2 + Peça 3 + ...	Peça soldada ou Produto	Robô; Dispositivo de transferência; Ferramentas de posiciona- mento (incluindo JIG's)
Pintura / vedação	Peças ou Semi-Produtos	Pintado ou Produto acabado	Mesmo que os anteriores
Paletização	Peças ou Produtos	Arranjo	Robô; Dispositivo transferidor de posicionamento

Fonte: Freitas (2017)

A Figura 5 mostra a construção dos elementos do sistema robótico, indicando as formas de utilização mais adequada, conforme a sua aplicação.

No mercado industrial, sob a constante expansão passou a ser utilizada em uma diversidade de aplicações, porém, sua principal utilização foi moldada para realizar atividades na manufatura, classificadas como: (BOCK; LANGENBERG, 2014)

- 1) Manuseio de materiais;
- 2) Operações de processamento;
- 3) Montagem e inspeção, onde o manuseio ou manipulação de materiais será o foco central deste trabalho.

O processo de paletização se caracteriza como um dos processos de maior complexidade de uma atividade de transferência de materiais, principalmente porque possibilita a movimentação de mais de um tipo de material partindo de um mesmo ponto e sendo depositado sobre um outro ponto, em posições de sequência definidas, formando pilhas

dos materiais, orientado por meio de cálculos de coordenadas cartesianas de destino dos materiais com base em suas dimensões e especificações (EPPS, 2014).

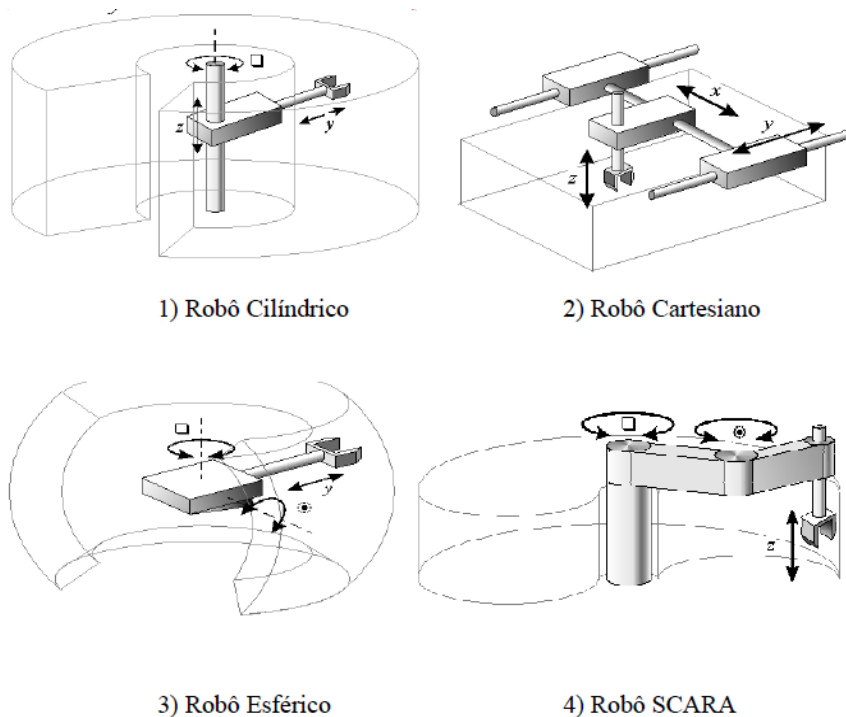
2.1.1 TIPOS DE ROBÔS

O robô possui características de fabricação que buscam semelhanças muito próximas para com o braço humano, incluindo a estrutura de controle de informação e, chega até a ter uma certa lógica semelhante à humana, porém, ainda está muito longe de sua perfeição natural (BECHTHOLD, 2010).

A utilização do robô, atinge uma escala global, com retorno imediato, beneficiando o segmento industrial, ao ser um investimento em que ocorre a garantia de retorno, deixando de ser uma simples escolha, para se caracterizar como uma necessidade que resultará em um investimento com diferencial futuro (EPPS, 2014).

A manipulação e a transferência de materiais podem ser realizadas em processos que realizam movimentos de uma esteira para outra, utilizando um robô de baixa precisão e 3 ou 4 graus de liberdade, com uma configuração articulada, cartesiana, ou mesmo, devido à baixa precisão, robôs com acionamento pneumático (Figura 6) (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Figura 6 – Classificação dos robôs seriados quanto aos três primeiros graus de liberdade



Fonte: Filho (2006)

A Figura 6 mostra a classificação dos robôs seriados quanto aos três primeiros graus de liberdade.

Os dispositivos 1,3 e 4 possuem graus de liberdade de rotação que possibilitam a realização de movimentos de sequência em três pontos seguindo orientações pré definidas sob programação que orienta ao robô a transferência de materiais em pegar uma peça em um determinado ponto realizando movimentos de rotação ao redor de sua base fixa, enquanto o robô 2, realiza o deslocamento, em movimentos retangulares (BECHTHOLD, 2010).

O robô 1, cilíndrico, consegue realizar o deslocamento de sua garra a frente e atrás de onde está fixada, para baixo e para cima e, ainda ao redor de si (EPPS, 2014).

O robô 2, cartesiano, consegue realizar o deslocamento de sua garra de acordo com os pontos cartesianos, x, y e z (EPPS, 2014).

O robô 3, esférico, consegue realizar o deslocamento de sua garra fixada, para baixo e para cima e, ainda ao redor de si, a sua direita e a sua esquerda e, posicionando a peça em sua mesa central (EPPS, 2014).

O robô 4, scara, consegue realizar o deslocamento de sua garra fixada, para baixo e para cima e, ainda em movimentos de rotação em pontos 1 e pontos 2 (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Diante estas informações, de acordo com a percepção dos autores que fundamentaram este capítulo, a robotização surgiu como uma necessidade e logo após, com seu aprimoramento, evoluiu como uma solução tecnológica na projeção de inovação e prospecto de automatização (EPPS, 2014).

A estrutura de um robô possui elementos de Sistemas de contrabalanço, antebraço, flange e ferramenta, braço, junta, base, cabine de controle, cabos de conexão e, unidade de comando (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Apesar de possuir restrição de sensores eficientes para situações inesperadas e para a presença humana, de possuir limitações de mobilidade, as características principais do braço robótico, conforme a utilização em atividades adequadas a ele e vice versa, fornece muitos benefícios, condizentes com a eficiência de atendimento a uma diversidade de necessidades (BECHTHOLD, 2010).

Dentro do seu espaço de operação, insere mais flexibilidade, melhor qualidade, maior precisão e, em decorrência de seus movimentos repetitivos, gerencia melhor as operações, com execução mais ágil e com melhor perfeição (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Assim, um dos mais importantes benefícios que direcionou a indústria a escolha e aplicação da tecnologia do robô, se remete a capacidade em adquirir informações instantâneas, com dispensa de intervenção humana contínua, pois, deve se simplesmente realizar a sua configuração uma única vez, que conseqüentemente, nas operações seguintes será suficiente somente realizar a transmissão da mesma informação, para a execução com rigor das mesmas atividades, como foram realizadas anteriormente (SALVADOR, 2017).

Diante a observação destes fatores que incidem além da preservação humana, em resultados de precisão e produtividade, as organizações obtêm o retorno de resultantes que envolvem a maximização da eficiência e a otimização de seus recursos (BOCK; LANGENBERG, 2014).

2.1.1.1 4 EIXOS

O robô de 4 eixos é um modelo muito mais requerido para uso, principalmente para as operações de manipulação de materiais, devido a sua articulação composta de quatro eixos onde três são para posicionamento da carga e um para a orientação na execução das atividades, como mostra a Figura 7 (SALVADOR, 2017).

Figura 7 – Modelo de Robô 4 Eixos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 7 mostra a construção de um robô de 4 eixos.

As características apresentadas por um robô articulado de quatro eixos são diferentes dos articulados utilizados em outras tarefas, pois, possuem conexões mecânicas que fazem com que o órgão terminal se posicione sempre paralelo à base do *pallet* em que o produto será depositado. Se houver, porém, a necessidade de grandes volumes de trabalho, robôs do tipo AS/RS ou cartesiano / gantry) podem ser utilizados (EPPS, 2014).

2.1.1.2 5 EIXOS

Um robô de 5 eixos possui as mesmas funções e vantagens, porém, pode ser adaptado a condições específicas de trabalho, como mostra a Figura 8.

Figura 8 – Modelo de Robô 5 Eixos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 8 mostra a construção de um robô de 5 eixos.

2.1.1.3 6 EIXOS

Um robô de 6 eixos possui as mesmas funções e vantagens, porém, pode ser adaptado a condições específicas de trabalho, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Modelo de Robô 4 Eixos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 9 mostra a construção de um robô de 6 eixos.

Nos processos que utilizam o robô, ocorrem muitos benefícios, como menor ocupação física, formação de múltiplos *pallets* simultaneamente, com a utilização de múltiplas linhas de produtos (SALVADOR, 2017).

No percurso de ganhos, as velocidades robóticas, passa a ser mensuradas pelos ciclos realizados por minuto, possibilitando como forma única de acomodação de ganhos (*throughput*) maiores, a separação de múltiplas caixas por vez (EPPS, 2014).

Com maior detalhamento, neste processo ocorre o oposto, ou seja, o produto fica parado, enquanto uma ponte rolante será a responsável por realizar os movimentos para frente e para trás, enquanto, apanha os produtos e os posicionam no local designado (BOCK; LANGENBERG, 2014).

2.1.2 MANIPULAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS

A Robótica sob a publicação da *International Federation of Robotics* (IFR) recebeu a classificação de uma lista que contém as dez utilizações mais comuns nas organizações relacionadas a manipulação de materiais, especificadas em solda em arco; solda ponto; manipulação e transporte; abastecimento de máquinas; pintura; empacotamento e paletização; montagem; corte e acabamento; aplicação de materiais para selagem e colagem e; outros, dentre os quais incluem principalmente a inspeção, corte a água, soldagem e afins (BECHTHOLD, 2010).

As operações de transporte e manipulação de materiais podem, por fim, serem caracterizadas como aquelas em que os robôs são utilizados pra suprir as necessidades de movimentação de materiais ou componentes que estejam em uma determinada posição e orientação, ou seja, de uma localização para outra localização (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Reforçando a adequação do uso de robôs para realizar o transporte de componentes ou materiais utiliza se a indicação realizada pela construção de elementos dos sistemas robóticos (EPPS, 2014).

A atividade de manipulação de materiais se caracteriza por envolver ações repetitivas, muitas vezes realizadas em condições insalubres ao ser humano, porém, requerendo baixa complexidade para ser realizada pelo robô (EPPS, 2014).

Para realizar o transporte dos materiais ou componentes o robô é equipado com uma garra na sua parte terminal. O projeto desta garra é específica a cada caso, conforme os

componentes que serão transportados, seguindo especificações de forma, peso e material dos componentes, entre outras especificações (SALVADOR, 2017).

No ponto ou célula de trabalho em que serão realizadas as operações de manipulação de materiais, os materiais em movimento devem estar em conforme as especificações em projeto. Com base nestas informações que o robô os irá identificar, recolher, reconhecer a posição e orientação e, depositar, sempre seguindo os parâmetros determinados pelas aplicações de manuseio de materiais (FREITAS, 2017).

Nos processos em que se torna necessário a manipulação de materiais a aplicação da robotização envolve a utilização de robôs para realizar a movimentação de materiais de um lado para o outro, utilizando modelos equipados com um órgão terminal do tipo garra ou ventosa facilitando o manuseio da peça determinada em sua movimentação (BOCK; LANGENBERG, 2014).

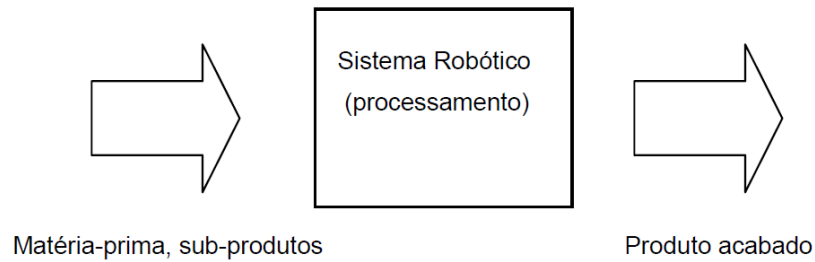
Como auxílio essencial para não ocorrerem falhas, é devida a utilização de sensores para possibilitar a identificação e o posicionamento dos materiais, direcionando estas informações ao controlador do robô e, o processo de manipulação de materiais inclui as tarefas de (1) transferência de materiais e (2) abastecimento de máquinas (EPPS, 2014).

Na transferência de materiais o robô possui como principal finalidade uma atividade simples, onde, deve pegar materiais em uma posição e posicioná-las em outra. Ao realizar este processo a peça pode ser reorientada durante a execução da operação (BOCK; LANGENBERG, 2014).

Uma exemplificação básica de transferência de materiais pode ser ao observar a utilização de posicionamento de um material que esteja em uma esteira para outra, utilizando um robô de baixa precisão e 3 ou 4 graus de liberdade, caracterizado com uma configuração articulada ou cartesiana ou mesmo, devido a baixa precisão robôs com acionamento pneumático (SALVADOR, 2017).

A interação de um sistema que utiliza robôs para agir como elemento facilitador, tanto no ambiente interno, como no ambiente externo possui síntese simplificada como o processamento de entrada e saída de insumos de um dado fluxo de materiais, resultando em um produto acabado, como mostra a Figura 11 (EPPS, 2014).

Figura 11 - Fluxo de materiais em sistemas de robótica



Fonte: Freitas (2017)

A Figura 11 representa o fluxo de materiais em um sistema de robótica, a considerar que para caracterizar os elementos que irão compor uma determinada produção automatizada dependerá essencialmente do tipo de aplicação a que se destina.

As operações de transporte e manipulação de materiais se caracterizam como aquelas em que a robotização poderá suprir as necessidades de movimentação de materiais ou elementos de uma posição e orientação, ou seja, o posicionamento de uma localização para outra localização (SALVADOR, 2017).

Um dos principais objetivos da robótica industrial se tornou prioridade no ambiente fabril, representado pela manipulação de materiais, para fins de executar atividades em condições de alta complexidade e risco para o ser humano (BOCK; LANGENBERG, 2014).

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

3.1 METODOLOGIA

Este trabalho utiliza como metodologia a pesquisa bibliográfica definida por Marconi et. al. (2011) como aquela que possibilita procedimentos para realizar o levantamento de toda bibliografia pertinente ao tema pesquisado, das informações realizadas na prática, auxiliando no desenvolvimento racional lógico, de forma que a finalidade da pesquisa realizada gere intimidade de entendimento, com determinação das diretrizes do caminho que fundamentam a base e inicializam os primeiros passos de toda a pesquisa científica.

Para alcançar os objetivos apresentados foi utilizado como recurso metodológico, uma etapa de pesquisa bibliográfica, qualitativa, descritiva, objetivando a recuperação de grande parte do conhecimento científico e técnico e das informações relacionadas à sua aplicação e reconhecimento iniciando com a definição da importância da Robótica Industrial, breve histórico, conceitos e definições, da robotização, processo de paletização e, do robô de transferência de materiais, bem como os benefícios de resultados, indicando a importância da busca pela redução de custos, eliminação de desperdícios, maior qualidade, segurança e confiabilidade.

O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. A busca foi realizada, de acordo com os termos principais, com enfoque nas palavras chaves de Robótica, Automação, Engenharia Elétrica, Transferência de Materiais e, Paletização, com destaque na sua execução, principais características e importância, por meio da coleta de informações, de acordo com o tempo determinado pelo cronograma deste projeto, realizando consulta a livros, dissertações e a artigos científicos selecionados, com busca nas bases de dados (livros, sites de banco de dados, entre outros), como SCIELO, ISBN, ENEGEP e, REGRAD.

Este projeto foi fundamentado em uma pesquisa bibliográfica, descritiva, qualitativa, onde as informações foram extraídas no contexto de avaliação dos principais autores que referenciam o tema em abordagem e expõem o desenvolvimento de um roteiro de padronização, com enfoque em consequentes melhorias na produção para fins de verificar os possíveis benefícios as organizações como retorno do investimento para fornecer critérios e compreensão do cenário de informações observado.

Segue, portanto, a simulação de um sistema automatizado de um processo de paletização industrial utilizando um braço robótico com seis graus de liberdade e uma garra

paralela, utilizando um microcontrolador automatizado AVR4, com base fundamentada na pesquisa bibliográfica em contexto.

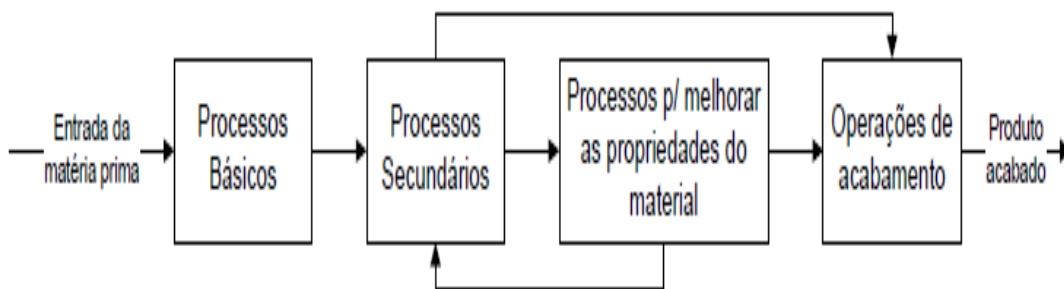
3.2 PALETIZAÇÃO

A paletização é um processo considerado de grande complexidade, diante o objetivo de realizar atividades de transferência de materiais, principalmente se houver a proposta de movimentação de mais de um tipo de material (EPPS, 2014).

Segue a movimentação de uma mesma localização, a serem depositadas sobre uma outra localização, em posições de sequência definidas, para formar pilhas dos materiais, por meio de cálculos de coordenadas cartesianas de destino do material e orientação baseada nas dimensões do material (SALVADOR, 2017).

Um processo de paletização para fins específicos em determinado processo, pode ser realizado por robôs na transferência de materiais, em sequência quase comum aos processos tradicionais, sendo estes, a base para um processo de paletização, como mostra a Figura 12 (BECHTHOLD, 2010).

Figura 12 – Sequência típica de um processo de fabricação



Fonte: Groover (2007)

A Figura 12 indica uma Sequência típica de um processo de fabricação, sem a utilização da paletização.

Um processo que requer utilizar um robô para a transferência dos materiais, possibilita definições exatas de quanto material poderá ser movimentado para a divisão dos movimentos, ou seja, as operações são realizadas fragmentadas, em segmentos menores, com definição de melhores características de avanço para cada condição de acordo com sua atribuição (BECHTHOLD, 2010).

A utilização deste método de robotização consegue contribuir para a produção e avanços que beneficiam aspectos similares para a inclusão de informações de grande importância, em funções que propõe a transferência de materiais (BOCK; LANGENBERG, 2014).

3.3 ROBÔ DE TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS NO PROCESSO DE PALETIZAÇÃO

A robótica possibilita que os robôs, após a caracterização dos materiais, realizem um processo dimensionado conforme planejamento e necessidades, definindo as operações e condições ideais de realização, como ocorre no manuseio e processamento de materiais, sob a unificação da montagem e inspeção (EPPS, 2014).

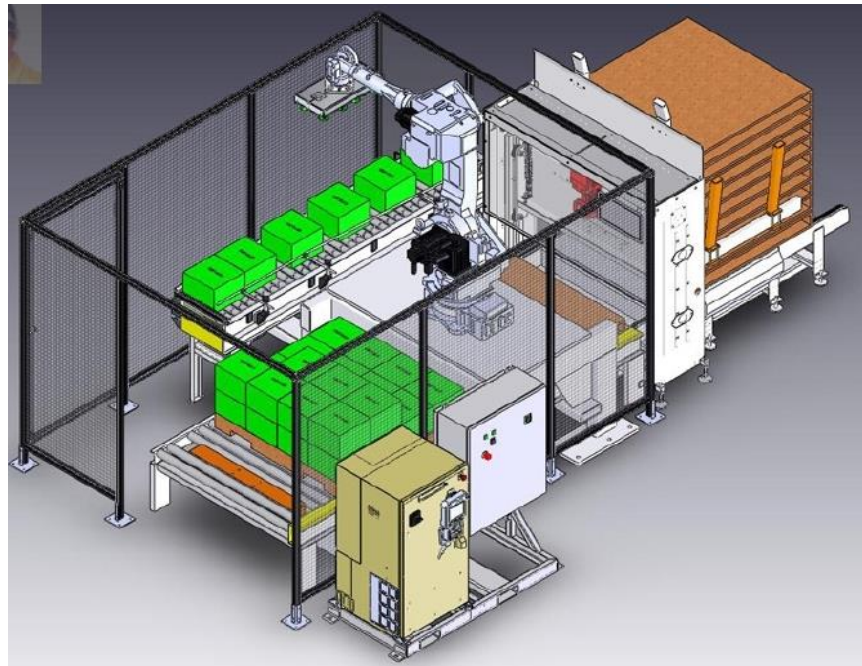
Neste contexto, a transferência de materiais envolve a adição de movimentos de outros componentes para o processamento de materiais, direcionando o material de um local de suprimento no ambiente de trabalho até a montagem e disponibilização final do material (BECHTHOLD, 2010).

Mesmo havendo uma diversidade de necessidades, variabilidades e complicações, a utilização do robô, ainda, apresenta complexidade, sob resultados potencialmente positivos, o que identifica a sua potencialidade como um grande investimento (BOCK; LANGENBERG, 2014).

A substituição de um operador humano por um manipulador robótico no ambiente industrial agrega valores como uma excelente opção de investimento, tanto para sanar os desafios, como para cumprir com a busca constante em melhorar seus processos, com avanços na otimização e vantagens como tempos reduzidos de ciclo, melhor acabamento de superfície, menos desgaste da ferramenta, superação em materiais difíceis de manuseio e complexos (BECHTHOLD, 2010).

A paletização pode impactar com resultados positivos e muito benéficos para as empresas ao realizar a transferência de materiais usufruindo dos benefícios da robótica industrial como mostra a Figura 13 (EPPS, 2014).

Figura 13 – Célula automatizada para paletização de caixas



Fonte: Kühne (2017)

A Figura 13 mostra a exemplificação de uma célula automatizada para realizar o processo de paletização de caixas.

O processo de paletização em um caso mais comum como a paletização de caixas segue as operações e especificações de: (EPPS, 2014)

Operação 1 - Robotização: O robô possui um órgão terminal que se compõe de ventosas que realizam a suspensão de cada caixa pela parte superior.

Operação 2 - Operacionalização: As caixas chegam sobre uma esteira, em série, e um sensor indica a presença de uma caixa neste ponto da esteira.

Operação 3 - Movimentação: O robô no momento da operacionalização e movimenta a caixa e a posiciona sobre o pallet.

Operação 4 - Controle de materiais: À medida que a pilha de caixas se forma o programa de instruções presente no controlador do robô incrementa um contador de caixas e as coordenadas de destino do robô sobre a pilha são recalculadas, até a pilha ser formada na sua totalidade.

Operação 5 - O pallet no mesmo exato momento é removido da estação usualmente através de uma empilhadeira comandada por um operador.

Características adicionais: (SALVADOR, 2017)

Especificação 1. As distâncias de transporte de diversos metros são comuns.

Especificação 2. A altura total da pilha pode chegar a 2 metros, de acordo com as características do produto e da rigidez da carga.

Especificação 3. Cargas de até 300 quilos podem ser transportadas.

Um robô de transferência de materiais objetiva maior economia de tempo, de recursos, ainda, aumento de agilidade, de produtividade e melhorias, gerenciando os materiais visando a inserção de maior controle e precisão nas tarefas, beneficiando disseminando nas empresas conceitos e ações que favoreçam o controle de seus insumos considerando que todos os processos da empresa requerem controle e melhoria constante (BOCK; LANGENBERG, 2014).

3.4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA A SER RESOLVIDO

As empresas buscam inserir no ambiente industrial adventos que possibilitem reduzir a mão de obra humana, aumentar a produtividade e a eficiência dos sistemas, com crescimento do capital e manutenção da qualidade, em busca de maior confiabilidade e escoamento dos produtos.

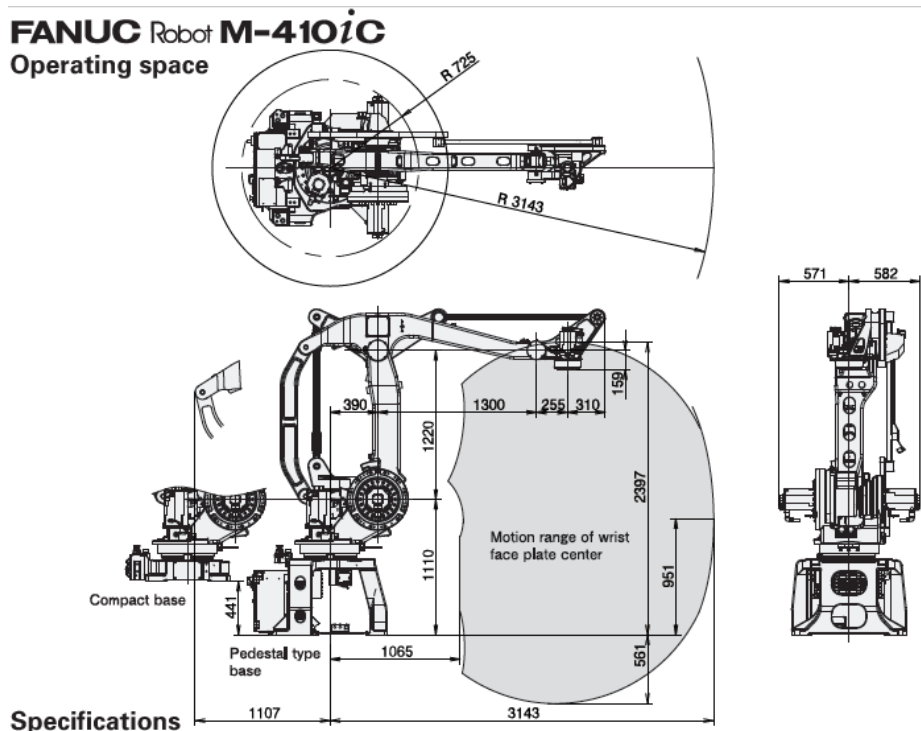
Considerando um caso de criação de um novo processo de paletização desenvolvido para um novo produto em uma empresa cliente, PRECISION Robotics, do setor alimentício, houve por parte do cliente a solicitação do desenvolvimento de um processo de paletização para um novo produto, utilizando-se da infraestrutura existente, com o propósito de redução de custos na implementação da paletização do novo produto.

Para a solução dessa solicitação foi utilizado o software de simulação ROBOGUIDE para a aplicação de paletização denominado PalletTool. O simulador ROBOGUIDE é um produto desenvolvido pelo fabricante de robôs FANUC e a licença utilizada é de propriedade da empresa PRECISION Robotics.

O cliente já possuía em produção o produto aqui denominado produto_1 embalado em caixas de papelão com as seguintes dimensões: 600 mm de comprimento x 400 mm de largura x 200 mm de altura.

A solicitação foi realizar o desenvolvimento da paletização de um produto novo aqui denominado produto_2 embalado em caixas de papelão com as seguintes dimensões: 410 mm de comprimento x 315 mm de largura x 240 mm de altura.

O cliente solicitou a utilização da estrutura existente, ou seja, utilizar a célula existente composta por um robô FANUC M-410iC/185, robô de quatro eixos com capacidade de carga de 185 quilos e alcance de 3,14m (conforme datasheet abaixo), transportadores, enclausuramento, sistemas de segurança, ferramenta do robô com ventosas, bomba de vácuo, estação de pallet, IHM Siemens e PLC Siemens.



Item	Specifications				
	M-410iC/185		M-410iC/315		
Type	Articulated Type				
Controlled axes	4 axes (J1,J2,J3,J4)				
Reach	3.14m				
Installation	Floor				
Motion range (Maximum speed) (Note1)	J1 axis rotation	360° (140°/s)	6.28 rad (2.44 rad/s)	360° (90°/s)	6.28 rad (1.57 rad/s)
	J2 axis rotation	144° (140°/s)	2.51 rad (2.44 rad/s)	144° (100°/s)	2.51 rad (1.75 rad/s)
	J3 axis rotation	136° (140°/s)	2.37 rad (2.44 rad/s)	136° (110°/s)	2.37 rad (1.92 rad/s)
	J4 axis wrist rotation	720° (305°/s)	12.57 rad (5.32 rad/s)	720° (195°/s)	12.57 rad (3.40 rad/s)
Max. load capacity at wrist	185kg		315kg		
Max. load capacity at J2 base	550kg				
Max. load capacity at J3 arm (Note2)	30kg				
Allowable load inertia at wrist	88 kgm ²	898 kgfcms ²	155 kgm ²	1580 kgfcms ²	
Drive method	Electric servo drive by AC servo motor				
Repeatability	± 0.5 mm				
Mass	Pedestal type base 1,600 kg (Note3) Compact base 1,330 kg (Note4)				
Installation environment	Ambient temperature : 0 - 45°C Ambient humidity : Normally 75%RH or less (No dew, nor frost allowed) Short term Max. 95%RH or less (within one month) Vibration acceleration : 4.9m/s ² (0.5G) or less				

Note 1) In case of short distance motion, the axis speed may not reach the maximum value stated.
Note 2) Max. payload capacity at wrist are changed by wrist load.

Note 3) Controller mass (120kg) is included.
Note 4) Controller mass (120kg) is not included.

Application system



Box Palletizing

Um processo de organização dos produtos em pilhas para a obtenção de um volume paralelepipedal seguindo a determinação de peso e espaço disponibilizado de forma compacta em cima de paletes busca promover melhorias na organização do estoque e no escoamento dos produtos, facilitando o deslocamento das cargas. Segue a descrição de soluções de problemas para as etapas do projeto de pesquisas, escolhas e execução, compostos em um ciclo com aprimoramento.

4. SOLUÇÃO DO PROBLEMA

4.1 PROCESSO DE PALETIZAÇÃO

Como desenvolvimento de um novo processo de paletização segue se a apresentação da solução para a programação do robô com o uso do simulador Pallettool, com o objetivo de demonstrar a funcionalidade e praticidade desse recurso para desenvolvimento e alteração de projetos de paletização. Não apresenta se aqui as alterações necessárias na instalação elétrica, partes mecânicas e alterações nas lógicas de PLC/IHM.

Uma informação importante é que o produto existente (produto_1) continuará sendo produzido juntamente com o novo produto (produto_2).

Características do produto existente, produto_1:

- Dimensional produto, pallet, pallet completado e detalhes de amarração para estabilidade do pallet (Normal layer/flipped layer).

The screenshot displays the Pallettool software interface for configuring unit load parameters. The 'General' section includes 'Selected Unit Load: UL001 - Produto_1', 'Customer Name: TCC_Victor&Matheus', 'Part Number: 1', and 'Product ID: Produto_1'. The 'Unit Load Parameters' section shows two layer diagrams: 'Normal Layer' and 'Flipped Layer'. The 'Normal Layer' diagram shows a 2x3 grid of units numbered 1 to 5. The 'Flipped Layer' diagram shows a 2x3 grid of units numbered 5, 4, 3 in the top row and 2, 1 in the bottom row. The 'Flip Type' section has radio buttons for 'None', 'Length', 'Width', 'Length & Width' (selected), and 'Rotate 90', along with a 'Pack Pattern' checkbox. The 'Enter Dimensions' section has two tabs: 'Enter Dimensions' and 'Select Pattern'. Under 'Enter Dimensions', there are input fields for 'Unit Dimensions': Length: 600.00 mm, Width: 400.00 mm, Height: 200.00 mm, and Weight: 46 Kg. There is also a 'Skin Image File' field with the path 'C:\ProgramData\FANUC\ROBOGU'. The 'Units' section has radio buttons for 'mm' (selected) and 'in', and a 'Unit Type' dropdown set to 'Box'. The 'Pallet Dimensions' section shows input fields for 'Pallet Dimensions': Length: 1219.20 mm, Width: 1016.00 mm, and Height: 152.40 mm. The 'Max Unitload Dimensions' section shows input fields for 'Max Unitload Dimensions': Length: 1219.21 mm, Width: 1016.01 mm, and Height: 1524.00 mm.

- Estudo de eficiência de aproveitamento da área disponível no pallet.

General
 Selected Unit Load: **UL001 - Produto_1** Customer Name: TCC_Victor&Matheus Unit Load Parameters
 Part Number: 1 Product ID: Produto_1 Palletizing Parameters

Unit Load Parameters

Normal Layer

Flipped Layer

Flip Type
 None
 Length
 Width
 Length & Width
 Rotate 90
 Pack Pattern

Enter Dimensions | Select Pattern

Patterns
 Show Solutions for Pattern: Interlock Edit Pattern
 Solutions: 2

Solution	Pattern	Units Per Layer	Units Per Unit Load	Efficiency (%)
▶ 1	Interlock	5	35	96.88
2	Interlock	3	21	58.13

Unit Load Seating
 Centered on Pallet
 Length: 9.60 mm
 Width: 8.00 mm

- Detalhes das camadas do pallet, pega no transportador de entrada e da ferramenta (Gripper).

General
 Selected Unit Load: **UL001 - Produto_1** Customer Name: TCC_Victor&Matheus Unit Load Parameters
 Part Number: 1 Product ID: Produto_1 Palletizing Parameters

Palletizing Parameters
 Cfg All N or F Layers Cfg Each Layer Show pattern on 3D pallet

Layers: 7
 Layer 5: Normal
 Layer 4: Flipped
 Layer 3: Normal
 Layer 2: Flipped
 Layer 1: Normal
 Pallet

Process Parameters
 Gripper: Single-Case 1
 Speed Override: 100 %
 Case Rate: 50 Boxes/Min
 Delay(sec): Pick 0.0 Place 0.0

Configure Cycles | Optimal Path

Normal Layer Cycles

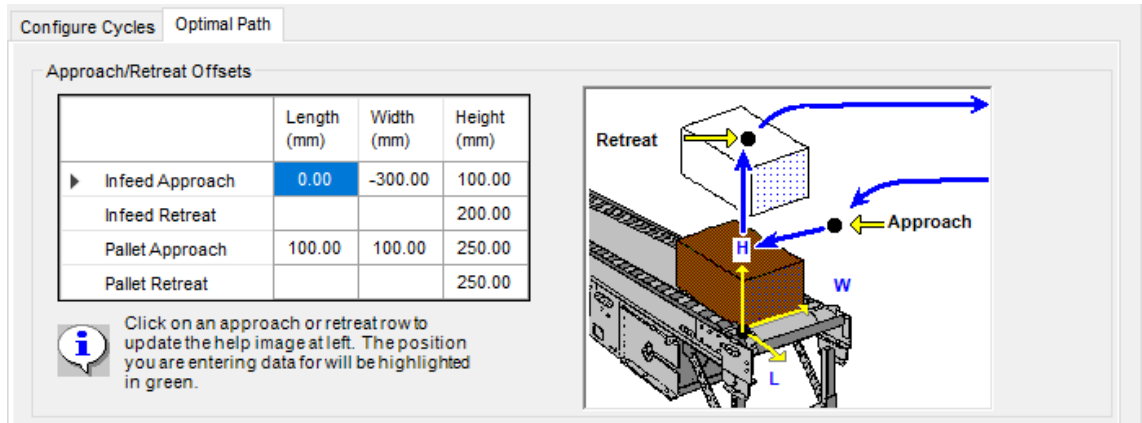
Cycle	Infeed Pick Orientation	Drop 1
1	Width on Length	1
2	Width on Length	2
3	Width on Length	3
4	Width on Length	4
5	Width on Length	5

Normal Layer, Cycle 1 Placements

Unit	Rotation	Length Approach Direction	Width Approach Direction	Drop Hgt [mm]
1	0	+	+	0.00

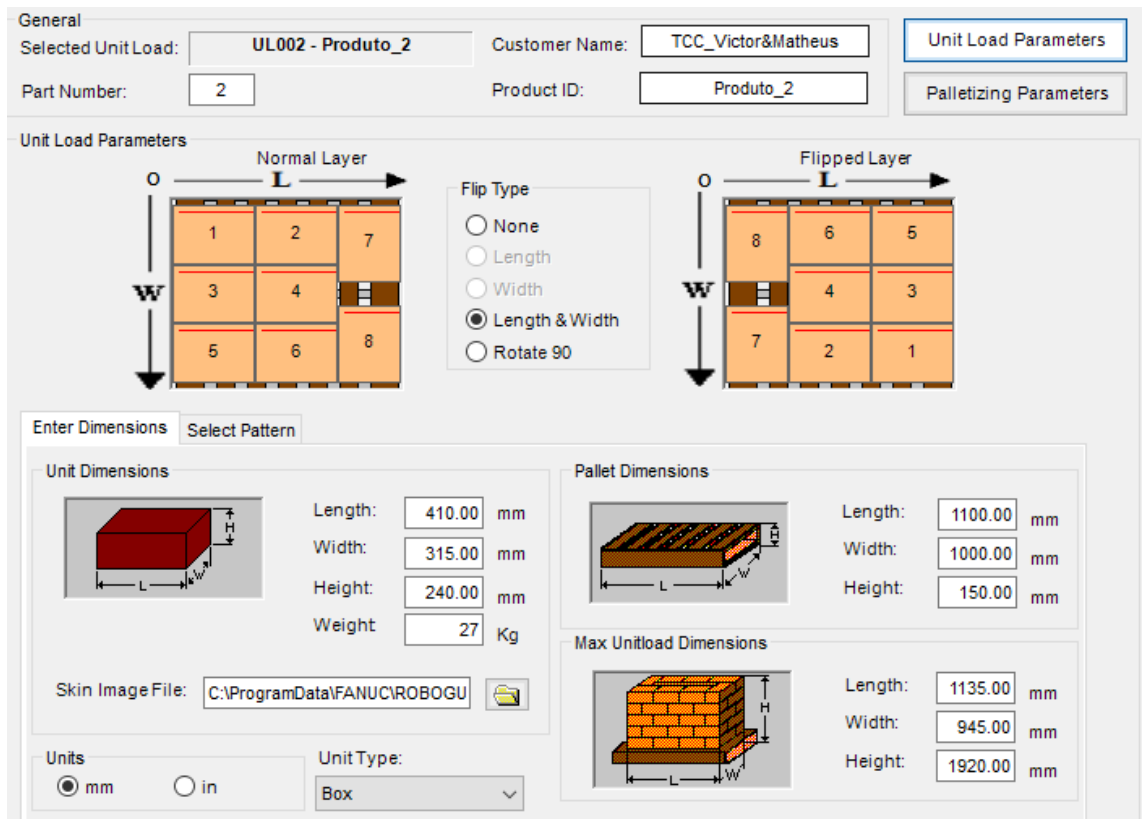
Use Cycle 1 Infeed Orientation for All Cycles Unit Groupings -- Select -- Insert Cycle Delete Cycle

- Detalhes das configurações de trajetórias de aproximação e saída do transportador de entrada e do pallet.



Características do produto novo, produto_2:

- Dimensional produto, pallet, pallet completado e detalhes de amarração para estabilidade do pallet (Normal layer/flipped layer).



- Estudo de eficiência de aproveitamento da área disponível no pallet.

General
 Selected Unit Load: **UL002 - Produto_2** Customer Name: TCC_Victor&Matheus
 Part Number: 2 Product ID: Produto_2

Unit Load Parameters

Normal Layer

Flipped Layer

Flip Type

- None
- Length
- Width
- Length & Width
- Rotate 90

Enter Dimensions | Select Pattern

Patterns
 Show Solutions for Pattern: Unique Edit Pattern
 Solutions: 1

Solution	Pattern	Units Per Layer	Units Per Unit Load	Efficiency (%)
▶ 1	Unique	8	64	93.93

Unit Load Seating
 Centered on Pallet
 Length: -17.50 mm
 Width: 27.50 mm

- Detalhes das camadas do pallet, pega no transportador de entrada e da ferramenta (Gripper).

General
 Selected Unit Load: **UL002 - Produto_2** Customer Name: TCC_Victor&Matheus
 Part Number: 2 Product ID: Produto_2

Palletizing Parameters

Cfg All N or F Layers Cfg Each Layer Show pattern on 3D pallet

Layers: 8

- Layer 5: Normal
- Layer 4: Flipped
- Layer 3: Normal
- Layer 2: Flipped
- Layer 1: Normal
- Pallet

Left Click - Select
 Right Click - Edit Menu

Process Parameters

Gripper: Custom 1 3
 Speed Override: 100 %
 Case Rate: 50 Boxes/Min
 Delay(sec): Pick 0.0 Place 0.0

Configure Cycles | Optimal Path

Normal Layer Cycles

Cycle	Infeed Pick Orientation	Drop 1	Group	Drop 2	Group	Drop 3
1	Width on Length	1	& And	3	& And	5
2	Width on Length	2	& And	4	& And	6
3	Width on Length	7	; Then	8		

Use Cycle 1 Infeed Orientation for All Cycles

Unit Groupings: -- Select --

Insert Cycle | Delete Cycle

Normal Layer, Cycle 1 Placements

Unit	Rotation	Length Approach Direction	Width Approach Direction	Drop Hgt [mm]
1	0	+	+	0.00
3	0	+	+	0.00
5	0	+	+	0.00

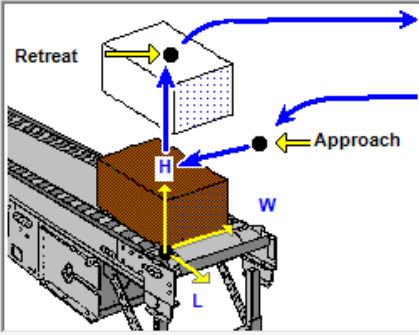
- Detalhes das configurações de trajetórias de aproximação e saída do transportador de entrada e do pallet.

Configure Cycles Optimal Path

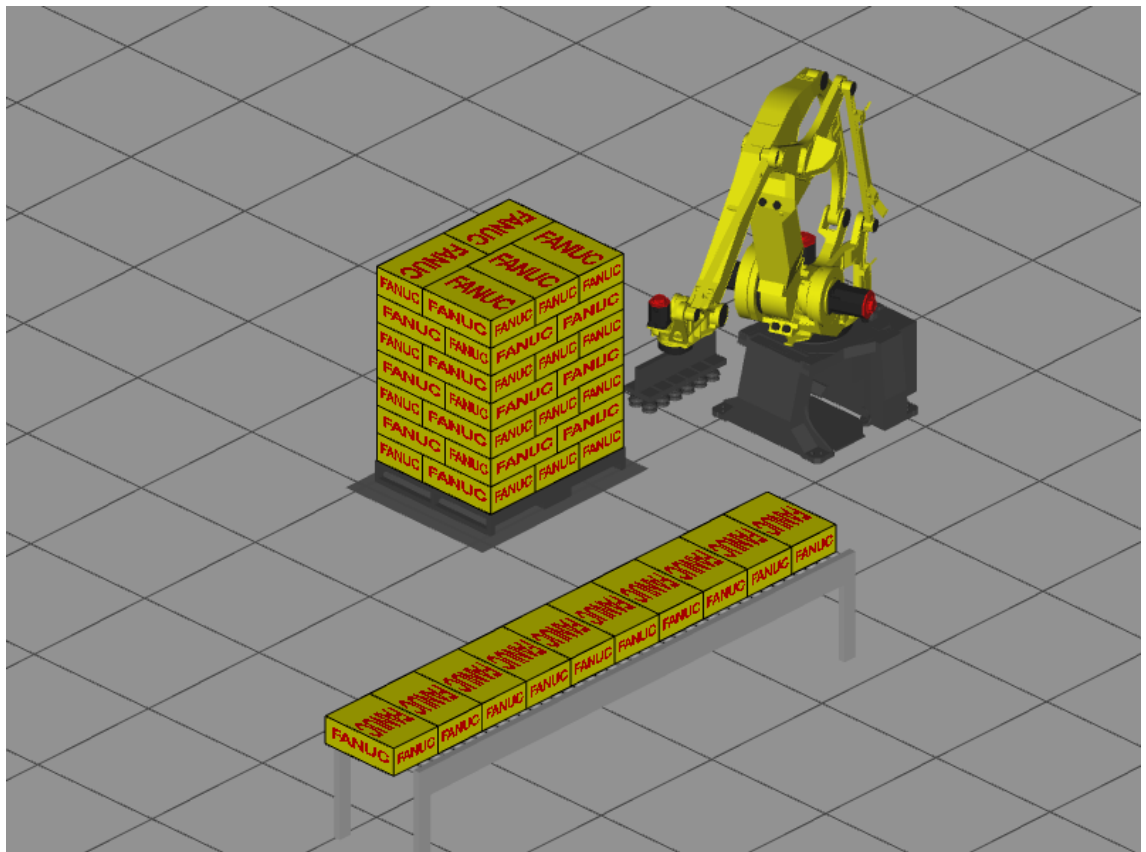
Approach/Retreat Offsets

	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
▶ Infeed Approach	0.00	-300.00	100.00
Infeed Retreat			200.00
Pallet Approach	300.00	300.00	400.00
Pallet Retreat			400.00

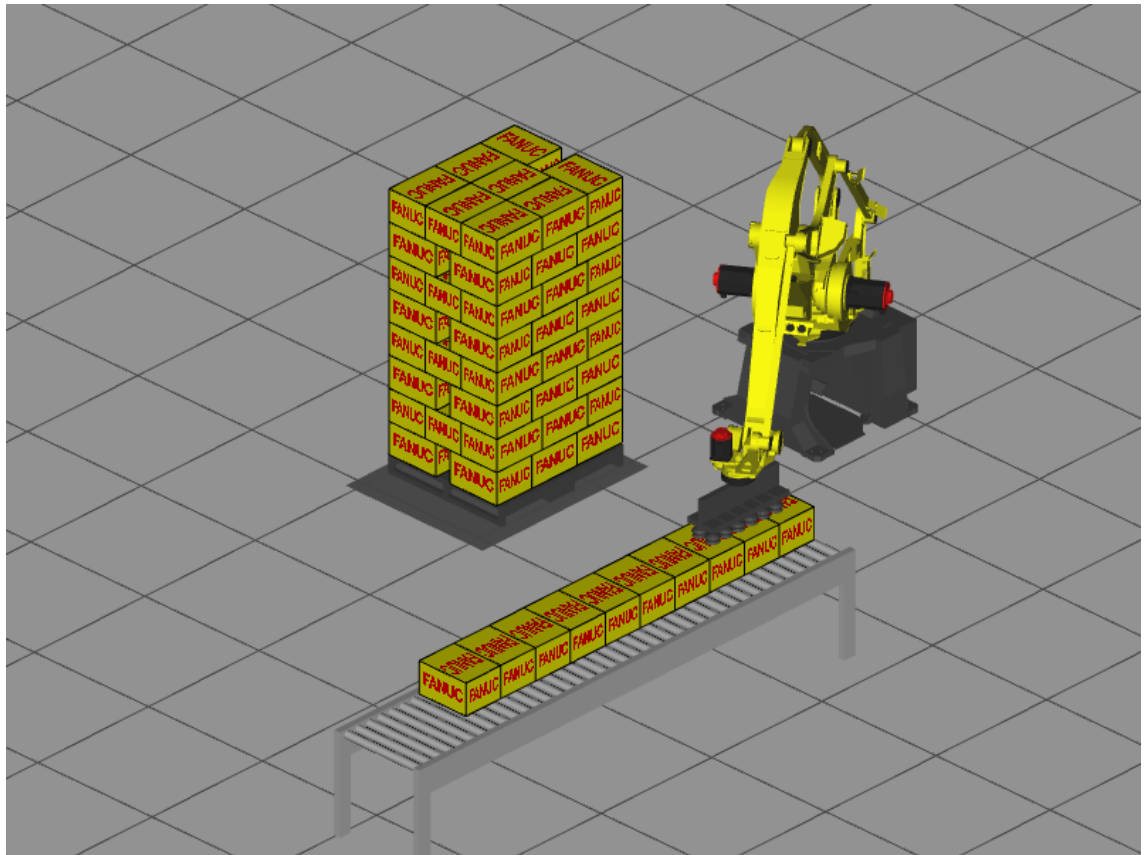
Click on an approach or retreat row to update the help image at left. The position you are entering data for will be highlighted in green.



Produto_1 Paletizado



Produto_2 Paletizado

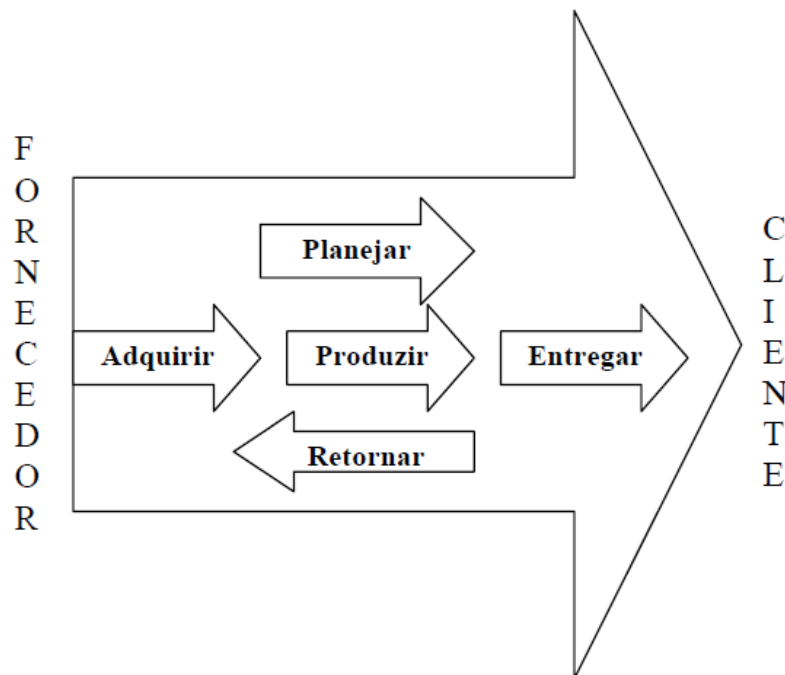


5. RESULTADOS

A definição e escolha de um robô se devem conforme os objetivos e o local específico de execução das atividades, parametrizando as condições perfeitas de interação com o robô, restringindo o acesso aos demais colaboradores não envolvidos no processo por questões de segurança e preservação a integridade física dos mesmos.

A utilização de materiais envolve a estrutura de processo de entradas e saídas de materiais, desde a compra do insumo a pós-entrega do produto acabado. Neste contexto, a robótica auxilia a contribuir para o gerenciamento destes materiais, executando suas operações, como mostra a Figura 20.

Figura 20 – Ciclo de Entrada e Saída de materiais



Fonte: Adaptado de Xavier (2008)

A Figura 20 mostra o ciclo de entrada e saída de materiais, notificando que em todo processo a robótica deve considerar a relação entre organização, cliente e fornecedor, sob os processos de aquisição, produção e entrega e, os intermediário de planejamento e retorno cíclico.

O controle de movimentação dos equipamentos periféricos deve ser vinculado diretamente à unidade de controle do robô geralmente realizada por meio de sinais enviados por sensores que monitoram o cenário de operação.

O braço robótico industrial foi desenvolvido para apresentar um potencial de forte recurso auxiliar das organizações, materializando as primeiras ideias e inovações no ambiente industrial e para os processos e sistemas produtivos.

O braço robótico antropomórfico foi desenvolvido para a escolha de máquinas de eleição, beneficiando as organizações ao gerar benefícios, tais como, propostas para soluções de problemas e, gerar impulsos aos processos.

A melhor escolha de um braço robótico ou robô, se deve a análise dos benefícios que oferta, maior flexibilidade, melhor desempenho de resultados, melhor relação entre a prática e a ferramenta, além de uma gestão muito mais profunda com objetivos de realizar adequadamente e melhor toda as atividades.

Os sistemas que utilizam os robôs e a tecnologia de braço articulado contribui muito para a execução de atividades que objetivam realizar a separação dos produtos de um transportador contínuo de avanço, com conseqüente posicionamento sobre *pallets*.

Os braços articulados possuem configurações de quatro, cinco ou seis eixos, parametrizações que definem o que cada eixo fornece em um ponto de movimento. Assim, o equipamento permanece parado e os produtos realizam os movimentos, sendo manuseados, para seu processamento e destino específico.

Com a inovação tecnológica possível com a automação, surgem uma infinidade de adaptações, com destaque observa se a existência de paletizadores robotizados, tipo pórtico, que conseguem realizar o contrário, ou seja, nestes casos os produtos ficam parados e quem irá se movimentar é o equipamento.

A crescente expansão da automação industrial, gerou conseqüentemente, a expansão da robotização, o que fez com que a utilização da robotização se tornasse a melhor opção para substituir a ação humana em atividades repetitivas e perigosas.

Uma das prioridades da robótica industrial passou a ser a manipulação de materiais e realização de tarefas em condições de alta complexidade e risco para o ser humano, com benefícios de otimizar recursos dimensionando uma diversidade de elementos cujos resultados sejam positivos em relação a produtividade e lucratividade.

A indústria percorreu um longo caminho até a era da automação, motivada pela necessidade de substituir, em algumas atividades, a intervenção manual dos trabalhadores. Os parâmetros impulsionadores foram atividades insalubres, acesso a locais de difícil acesso a seres humanos, maior precisão, novos padrões de produção e eficiência, entre demais requisitos de tecnologias e valorização aos processos para a manutenção do negócio.

Toda Engenharia busca favorecer a redução de custos, principalmente, por meio do

tempo de produção, com determinantes de inserção de maior agilidade e flexibilidade. Neste contexto, os impulsos elétricos foram os primeiros inovadores tecnológicos, possibilitando e, aprimorados, o desenvolvimento pela utilização de mecanismos automatizados.

A utilização de equipamentos elétrico automatizados aceleram o tempo real de produção, possibilitando minimizar as variações existentes quando as atividades são realizadas pelo ser humano, pois, inserem maior precisão, principalmente, em operações que possuem alto grau de repetibilidade, eliminando assim, riscos de falhas e redução de erros humanos.

As atividades cujas operações se realizam utilizando equipamentos robóticos, permitem a redução de probabilidade das tarefas terem falhas, com possibilidades infinitamente menores, reduzindo, principalmente, os custos com a não qualidade, ou seja, produtos não conforme com os parâmetros técnicos especificados.

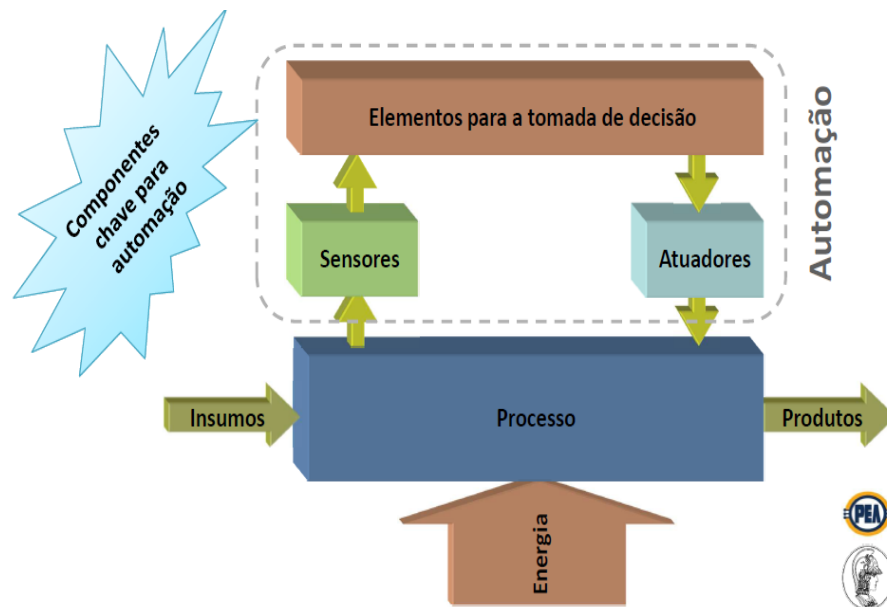
A substituição do elemento humano por equipamentos automatizados contribui para a redução da folha de pagamentos, minimiza um dos problemas mais críticos no mercado brasileiro, reduzindo a necessidade de manutenção de um grande número de operadores nas organizações.

Com a redução do número de operadores, conseqüentemente, ocorre a redução do número de acidentes, com aumento significativo dos índices positivos de segurança no ambiente industrial, pleno atendimento as normas de segurança, melhor gestão das operações, pois, estas se tornam muito mais seguras, com redução do número de tarefas perigosas executadas pelo ser humano.

Com a utilização da elétrica e dispositivos automatizados, surgem inovações tecnológicas que advém com elas. Assim, as organizações passam a contar com pontos de modernização, obtendo melhores ganhos, muito mais eficiência produtiva, provendo sistemas com soluções integradas, com previsibilidade que além dos parâmetros técnicos, repensam e consideram os recursos financeiros, de estoques, de comunicação, de relacionamentos, entre outros, processos da organizações.

A elétrica associada a dispositivos automáticos favorece, assim, melhor desempenho e flexibilidade das operações, alavancando a produção, pois, a inserção de equipamentos ou linhas mais rápidas, geram conseqüentemente, melhores resultados, com diferencial de competitividade em relação a volumes de produção maiores, como indica a Figura 21.

Figura 21 – Processo de produção com dispositivos eletroautomáticos



Fonte: Pellini (2015)

A Figura 21 indica um processo de produção com dispositivos eletroautomáticos, contextualizando a estrutura de entradas e saídas, neste, caso, a energia direcionada aos sistemas de automação, se torna a base para que os mecanismos automatizados sejam inseridos a estrutura dos processos, como elementos fornecedores de mais benefícios.

Estes e outros potenciais surgem com a inserção dos sistemas eletroautomáticos utilizados nos processos produtivos, como melhor qualidade, manufatura com operação vinte e quatro horas, medição e controle dos processos e, melhores condições de repetibilidade.

Muitos benefícios surgem decorrente de processos eletroautomáticos, tais como, maiores ganhos na produtividade, realização de atividades com menor esforço, porém, com maior qualidade, gestão das diretrizes essenciais que qualquer gestão busca como recurso auxiliar.

Com os dispositivos eletroautomáticos ocorre a redução efetiva de todas as atividades que o ser humano executa com repetitividade, obtendo a isenção deste desgaste, preservando a segurança, saúde e bem-estar, eliminando nas organizações afastamentos por doenças ocupacionais.

Todas as áreas envolvidas nos processos passam a ser integradas, por meio dos avanços tecnológicos, contextualizando melhor comunicação e gerenciamento das informações as quais se tornam acessíveis a todos, facilitando as operações, padronizando todos os produtos e serviços, resultando em melhor desempenho e atuação nas análises

críticas de desempenho.

Um dos primeiros dispositivos eletroautomáticos, principal repercussor de inserir maior competitividade no ambiente industrial, foi o braço robótico, atendendo as expectativas de favorecer a oferta de produtos com custos bem menores e maior qualidade, além de possibilitar as entregas sempre no prazo estabelecido, sendo o passo inicial para a projeção de robôs industriais.

Existem uma diversidade de modelos, desenvolvidas e adaptadas conforme as necessidades de cada processo, um dos principais recursos da robótica, elemento principal que contribuiu para o desenvolvimento de projetos em mecanismos, dispositivos e tecnologias eletroautomáticos, tanto industrial e predial, gerando facilidades em todos os processos.

A robótica, portanto, possibilita obter benefícios tecnológicos, por meio de manipuladores de controle automáticos, como os braços robóticos, desenvolvidos para realizar tarefas diferenciadas realizadas por movimentos repetitivos, como a movimentação de materiais, redução de custos, tempo, energia e otimização do consumo de recursos.

A disposição tecnológica de uso de mecanismos e dispositivos eletroautomáticos ou eletromecânicos atende à necessidade industrial e econômico financeira de elevação de nível de competitividade, pois, gera maior produção, com menor consumo de recursos, maior garantia de qualidade e confiabilidade, gerando a contínua expansão de desenvolvimento de pesquisas.

A robótica se tornou o ambiente industrial uma das principais opções de investimento, tanto para sanar os desafios, como para o cumprimento de ações de uma busca constante em melhorar os processos, contribuindo muito para melhoria da eficiência dos processos, com propostas de resolução dos desafios diários das organizações, inovando tecnologicamente e, inserindo no mercado novas opções para a adequação as suas necessidades.

A robótica está em desenvolvimento no mundo todo, surgindo inicialmente para realizar a substituição do ser humano na execução de atividades e permanência em locais inadequados para a resistência do homem, como em temperaturas muito elevados ou muito baixas, locais de alto risco ou de difícil acesso.

A utilização da robótica na indústria se tornou uma realidade, substituindo a ação do Homem em atividades repetitivas e perigosas e, além de favorecer a execução das atividades com maior segurança, tornou perceptível ao decorrer de seu desenvolvimento, que a mão de obra do Homem, em muitos casos, é realmente desnecessária.

A robótica incitou mudanças invadindo setores insalubres como a pintura, a fundição e, a soldagem, com modelos de robôs ou braços robóticos, responsáveis em executar as

operações e atividades, surgindo o desenvolvimento de inovações com modelos robóticos cada vez mais rápidos e com mais funções. Existem uma diversidade de modelos, desenvolvidas e adaptadas conforme as necessidades de cada processo, um dos principais recursos da robótica, elemento principal que contribuiu para o desenvolvimento de projetos em mecanismos, dispositivos e tecnologias eletroautomáticos, tanto industrial e predial, gerando facilidades em todos os processos.

A robótica, portanto, possibilita obter benefícios tecnológicos, por meio de manipuladores de controle automáticos, como os braços robóticos, desenvolvidos para realizar tarefas diferenciadas realizadas por movimentos repetitivos, como a movimentação de materiais, redução de custos, tempo, energia e otimização do consumo de recursos.

A disposição tecnológica de uso de mecanismos e dispositivos eletroautomáticos ou eletromecânicos atende à necessidade industrial e econômico financeira de elevação de nível de competitividade, pois, gera maior produção, com menor consumo de recursos, maior garantia de qualidade e confiabilidade, gerando a contínua expansão de desenvolvimento de pesquisas.

A robótica se tornou o ambiente industrial uma das principais opções de investimento, tanto para sanar os desafios, como para o cumprimento de ações de uma busca constante em melhorar os processos, contribuindo muito para melhoria da eficiência dos processos, com propostas de resolução dos desafios diários das organizações, inovando tecnologicamente e, inserindo no mercado novas opções para a adequação as suas necessidades.

A robótica está em desenvolvimento no mundo todo, surgindo inicialmente para realizar a substituição do ser humano na execução de atividades e permanência em locais inadequados para a resistência do homem, como em temperaturas muito elevados ou muito baixas, locais de alto risco ou de difícil acesso.

A utilização da robótica na indústria se tornou uma realidade, substituindo a ação do Homem em atividades repetitivas e perigosas e, além de favorecer a execução das atividades com maior segurança, tornou perceptível ao decorrer de seu desenvolvimento, que a mão de obra do Homem, em muitos casos, é realmente desnecessária.

A robótica incitou mudanças invadindo setores insalubres como a pintura, a fundição e, a soldagem, com modelos de robôs ou braços robóticos, responsáveis em executar as operações e atividades, surgindo o desenvolvimento de inovações com modelos robóticos cada vez mais rápidos e com mais funções.

A robótica industrial passou a contribuir para o competitivo cenário que compõe a atuação e a aplicação de um sistema de robotização que utiliza o processo de paletização para

a realização das tarefas operacionais em todos os segmentos de mercado, principalmente na indústria automotiva que possui valorização agregada a maior parte dos investimentos em automação.

Os sistemas de robotização, com seus mecanismos e dispositivos, passaram a ser a base constituinte para projetos de automação, visualizando sistemas produtivos mais otimizados, para fins de realizar a melhoria de sua eficiência e segurança, além da garantia um produto final de melhor qualidade.

Desta forma, se faz possível a permissão que define o caminho percorrido pelo material, com implementação de avanços, dimensões, velocidade, entre outros. A robotização, por fim, adiciona inteligência na execução das operações, essencialmente, em relação as máquinas e ferramentas, armazenando as informações em um acervo otimizador, cuja configuração é realizada pelos movimentos, instantaneamente.

A principal contribuição de utilizar o braço robótico nos processos de paletização se deve aos fatores econômicos, técnicos e sociológicos, gerando menores interrupções e, portanto, maior eficiência e produtividade, maior agilidade e precisão aos sistemas de fabricação, preservação do ser humano, reduzindo riscos, afastamentos e acidentes.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho alcançou o problema e objetivos propostos, promovendo a importância que possui a definição correta de um sistema que utiliza a robótica e suas definições, indicando os resultados benéficos na utilização do robô de transferência de materiais no processo de paletização.

A utilização da robótica industrial alcançou grande destaque em uma diversidade de aplicações dentro de ambientes fabris como solução a problemas de ambientes nocivos ao ser humano e de processos que precisavam minimizar as falhas humanas.

A substituição de um operador humano por um manipulador robótico de materiais no ambiente de trabalho com destaque ao processo de paletização objetiva minimizar custos, promover a segurança e saúde dos trabalhadores, aumentando a produtividade e, obtendo resultados muito mais satisfatórios.

Este trabalho realizou uma pesquisa acerca da importância da utilização da robotização exemplificada por meio do braço robótico na automação dos processos, promovendo a importância da visualização e realização de melhorias por parte das empresas em seus processos e no gerenciamento de seus materiais.

A robotização sob a utilização de mecanismos e dispositivos se tornou muito mais do que uma estratégia organizacional resultando em garantia de eficiência operacional, com tecnologias que se tornaram praticamente sinônimas de automação e inovação tecnológica, facilitando inclusive as interfaces na manutenção dos equipamentos, com contribuições reais, muito mais significativa.

A materialização das ideias mais elaboradas no ambiente de trabalho industrial, beneficia a todos os sistemas produtivos, inserindo mecanismos e dispositivos elétrico automáticos, como a manipulação e a transferência de materiais realizada por robôs, determina melhorias com oportunidades de expansão e desenvolvimento, principalmente, em relação ao gerenciar melhor recursos e processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BECHTHOLD, Martin. **The Return of the Future: A Second Go at Robotic Construction**, Architectural Design. Special Issue: The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies, 80 (4), pp. 116-121, 2010.

BOCK, Thomas; LANGENBERG, Silke. **Changing Building Sites: Industrialisation and Automation of the Building Process**, Made by Robots: Challenging architecture at a larger scale, Architectural Design, London: John Wiley & Sons, pp. 88-99, 2014.

EMBEDDED-LAB. **Funcionamento servo motor e o sinal PWM**. Disponível em <<http://embeddedlab.com/>> Acesso em: 29 nov. 2017

EPPS, Gregory. **RoboFold and Robots**. IO, in GRAMAZIO, Fabio e KOHLER, Matthias (Guest-Editors), Made by Robots: Challenging architecture at a larger scale, Architectural Design, London: John Wiley & Sons, pp. 68-69, 2014.

FILHO, Sylvio Celso Tartari. **Modelagem e otimização de um robô arquitetura paralela para aplicações industriais**. Dissertação de mestrado em Engenharia da Universidade Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2006.

FREITAS, Julio Cesar de Almeida. **Sistemas Periféricos para robôs industriais**. São Paulo, 2017.

GARCIA, Rafael V. **Projeto de robô manipulador com cinco graus de liberdade, Controlador** via interface gráfica e comunicação serial. 2013. 80f. Dissertação de Bacharelado- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

GROOVER, Mikell P. **Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes and systems**. 3ª Edição. Editora John Wiley & Sons, 2007.

KÜHNE, Felipe. **Aplicações de Sistemas Robotizados em Processos Industriais**. Sistemas Robotizados. Pontifca Universidade de Engenharia Mecânica do Rio Grande do Sul – RS, 2017.

LUGÃO, Anderson Cezar de A; BATISTA, João Ricardo; FRANCO, Alex Ribeiro. **Paletização automática através de braço robótico controlada por Microcontrolador Arduino**. TEC-USU | RIO DE JANEIRO | V. 2 | N. 1 | P. 139-155 | JAN/JUN, 2019.

LUGLI, A. B.; SANTOS, M. M. D. **Redes Industriais para Automação Industrial: AS-I, PROFIBUS E PROFINET**. 1ed. São Paulo, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de fábrica: produtos, processos e instalações industriais**. São Paulo: IBCL, 1985.

PELLINI, Eduardo Lorenzetti. **Introdução a Automação de Sistemas Elétricos**. Escola Politécnica do Estado de São Paulo. Engenharia de energia e automação elétricas, 2015.

RIBEIRO, M. A. **Automação**. 6 ed. Salvador, 2010.

ROBU. **Sensor Shield V5**. Disponível em: < <https://robu.in/product/sensor-shield-v5-expansionboard-arduino/> Acesso em 02 nov. 2020.

ROBU. **TowerPro MG995 Servo**. Disponível em:< <https://robu.in/product/towerpro-mg995-metalgear-servo-motor/> > Acesso em 03 nov. 2020.

SALVADOR, Francisco; BRAMBILLA, Ederson. M.; MASSARO, José Tanaka. **Projeto de Automação como base para a Inovação**. Um caso prático na Indústria de Alimentos, 2017.

XAVIER, S. S. **Medição de desempenho da cadeia de suprimentos: um estudo de caso em uma empresa fornecedora do setor elétrico**. 2008. 116 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2008.