

Hélder Torres Aguiar

Desenvolvimento de um Sistema de Paletização  
Robotizado

**Tese de Mestrado**

Engenharia Eletrotécnica - Energia e Automação Industrial

Professor Doutor António Manuel Pereira Ferrolho





## RESUMO

A exigência do mercado atual tem conduzido as empresas a repensarem os seus sistemas de produção, de modo a efetuarem melhoramentos que tornem os seus processos de produção mais rápidos, de melhor qualidade e, ao mesmo tempo, obter redução de custos. Muito destes melhoramentos passam pela implementação de sistemas industriais mais eficientes e de maior flexibilidade, por forma a substituir operações rudimentares presentes em ambientes fabris perigosos e prejudiciais para a saúde do Homem.

A robótica industrial sendo um processo de automação flexível, é uma opção válida a implementar nos sistemas de produção para que, as empresas estejam adaptadas ao mercado atual. A temática deste estudo incide sobre a funcionalidade dos manipuladores industriais na aplicação de um sistema de paletização que garantem flexibilidade na paletização, permitindo a paletizações de caixas com diferentes tamanhos em diferentes tipos de paletes.

Este trabalho tem por base o dimensionamento e conceção de uma Célula de Paletização Robotizada com recursos disponibilizados pela Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu. Também, subsistiu a necessidade de projetar e desenvolver sistemas inerentes à célula como o órgão terminal de ventosas, o sistema de suporte de paletes, a integração de sensores, os atuadores e todos os equipamentos inerentes a um sistema de paletização.

Os objetivos propostos na realização deste estudo são os seguintes: a paletização de caixas de diferentes tamanhos; utilização de diferentes tipos de paletes; introdução da altura máxima de paletização; conceção da ferramenta pneumática (*end-effector*) para o robô; conceção de *Hardware* e *Software* capazes de permitir a integração e o controlo dos inerentes ao sistema desenvolvido, tais como os atuadores, sensores, entre outros.

Ainda, neste sistema de paletização robotizado proposto, será possível, ao operador fabril introduzir todos os dados relativos às dimensões das caixas e das paletes. Para além deste facto, também o número de camadas pode ser introduzido, pois confere grande versatilidade e flexibilidade ao sistema.

O presente trabalho, aborda ainda, o desenvolvimento de ferramentas de *Software* para controlo do sistema de paletização através de interface homem-máquina (HMI).



## ABSTRACT

The current market demand has led companies to rethink their production systems in order to have improvements that make their production processes faster, better and at the same time get cost savings. Many of these improvements are for the implementation of industrial systems more efficient and more flexible in order to replace rudimentary operations present in factory environments dangerous and harmful to the health of the workers.

Industrial robotics is a process of flexible automation is a valid option to deploy in production systems so that businesses can be adapted to the current market. The theme of this study focuses on the functionality of industrial manipulators application of a palletizing system to ensure flexibility in the pallet, allowing palletizing boxes with different sizes in different types of pallets.

This work is based on the sizing and design of a Robotic Palletizing Cell with funds provided by the School of Technology and Management of Viseu. Also, survived the need to design and develop systems inherent to the cell body to the terminal cups, the support system pallets, the integration of sensors, actuators and all equipment attached to a palletizing system.

Our objectives in this study are the following: a pallet of boxes of different sizes, using different types of pallets; introduction of maximum height of pallet racking, design of pneumatic (*end-effector*) tool to the robot; design and *Hardware* and Software capable of enabling the integration and control of equipment from different manufacturers on production systems, such as actuators, sensors, among others.

Still, this proposed robotic palletizing system, you can, plant operator to enter all the data on the dimensions of the boxes and pallets. In addition to this fact, also the number of layers may be introduced, as it provides great versatility and flexibility to the system.

This study also discusses the development of Software tools to control the palletizing system through human-machine interface (HMI).



## **PALAVRAS CHAVE**

Robótica,  
Paletização,  
Automação industrial,  
Órgão Terminal.



## **KEY WORDS**

Robotics,  
Palletizing,  
Industrial Automation,  
End Effector.



## **AGRADECIMENTOS**

Os meus sinceros agradecimentos a todos os que, direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor António Manuel Pereira Ferrolho, pela disponibilidade, confiança e pelos momentos de aprendizagem e inspiração que me proporcionou.

Aos meus colegas e amigos que sempre acreditaram e valorizaram o meu empenho ajudando nos momentos em que foi necessário.

Ao meu colega Daniel Carreira que partilhou o equipamento disponível no laboratório de Automação Industrial e me apoiou sempre que foi possível.

Um agradecimento muito especial à minha família principalmente, aos meus pais e irmãos por todo o apoio incondicional, compreensão, valorização e carinho que sempre me dedicaram.

Também, com imenso apreço, gostaria de agradecer a minha namorada Otilia pelo, carinho, compreensão, apoio, incentivo e pela relação única por nós criada, pelos momentos difíceis que ultrapassámos juntos e, sobretudo, porque sempre, acreditou em todas as minhas decisões e que o sonho se havia de tornar realidade.



# ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE QUADROS .....	xv
ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xvii
1. Introdução.....	1
O presente trabalho confere especial relevo aos aspetos que motivaram a elaboração desta tese de Mestrado e os objetivos que a orientaram. Por fim, apresentamos um resumo do conteúdo de cada um dos capítulos que integram este estudo.....	1
1.1 Motivação .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura da Dissertação .....	3
2. Estado da Arte .....	5
2.1 Robótica Industrial: História e Evolução.....	5
2.2 Mercado mundial da Robótica Industrial.....	10
2.3 Sistemas de paletização.....	13
2.4 Paletização robotizada .....	15
2.4.1 Fabricante ABB .....	16
2.4.2 Fabricante KUKA.....	17
2.5 Órgão terminal .....	18
2.5.1 Classificação do órgão terminal .....	19
2.5.2 Requisitos do órgão terminal.....	19
2.5.3 Órgão Terminal a vácuo .....	20
2.6 Sensores na aplicação da paletização.....	21
3. Projeto e dimensionamento .....	23
3.1.1 Órgão terminal.....	27
3.1.2 Sistema de transporte de caixas .....	30
3.1.3 Sistema de transporte e suporte de paletes .....	31
3.1.4 Robô industrial .....	32

3.1.5	Sistemas de controlo e sinalização.....	35
3.1.6	Sistema de segurança e emergência.....	36
4.	Implementação de <i>Hardware</i> .....	39
4.1	<i>Layout</i> desenvolvido.....	39
4.1.1	Órgão terminal.....	40
4.1.2	Sistema de transporte e deteção de caixas.....	43
4.1.3	Sistema de transporte e suporte da palete.....	43
4.1.4	Sistema de comando e sinalização.....	44
4.1.5	Sistema de segurança e emergência.....	46
4.2	Interface Robótica.....	49
5.	Desenvolvimento de <i>Software</i> .....	51
5.1	Linguagem de programação e sua estrutura.....	51
5.2	Programa de supervisão.....	52
5.3	Programa principal.....	55
5.3.1	Nova paletização.....	56
5.3.2	Paletização predefinida.....	57
5.3.3	Configurações da paletização.....	58
5.3.4	Algoritmo e processo de paletização de caixas.....	59
5.3.4.1	Recolocação de caixa na palete.....	61
5.3.4.2	Manutenção do órgão terminal e ajuste das ventosas.....	62
5.3.4.3	Paragem da paletização.....	64
5.3.5	Registo do processo de paletização.....	64
6.	Conclusões.....	67
6.1	Conclusões sobre o trabalho desenvolvido.....	67
6.2	Indicação dos trabalhos futuros.....	68
	REFERÊNCIAS.....	69
	Anexo 1.....	71
	Anexo 2.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 O autómato de Leonardo DaVinci [5], O pato de Jacques de Vaucanson [6] .....	6
Figura 2-2 Os três autómatos Jaquet-Droz [7].....	7
Figura 2-3 Robô UNIMATION [9] .....	7
Figura 2-4 T3 da Cincinnati Milacron e Puma da Unimate Inc respetivamente [10], [11].....	8
Figura 2-5 <i>Robot</i> articulado horizontal SCARA [12] .....	9
Figura 2-6 Aplicações Robóticas.....	10
Figura 2-7 Estimativa mundial de vendas anuais de robôs industriais [15] .....	11
Figura 2-8 Número de robôs industriais multiusos (todos os tipos) por 10,000 pessoas empregados na indústria de transformação [16].....	13
Figura 2-9 Sistemas de paletização .....	14
Figura 2-10 Robô <i>IRB 460 ABB</i> [19].....	16
Figura 2-11 Robô <i>IRB 760 ABB</i> [20].....	17
Figura 2-12 Robô <i>KUKA KR180 PA</i> na Nestlé <i>Nespresso</i> em Orbe, na Suíça [21] .....	17
Figura 2-13 Órgãos terminais do fabricante <i>ABB</i> [23].....	18
Figura 2-14 Seis modos de agarrar um objeto [25] .....	19
Figura 2-15 Órgão terminal com almofada de vácuo e órgão terminal com ventosas do tipo copo [26].....	20
Figura 2-16 Sensor <i>IFM PMDD 3D</i> [27] .....	21
Figura 3-1 <i>Layout</i> da célula robotizada desenvolvida .....	24
Figura 3-2 Caixas de papelão utilizadas na paletização .....	25
Figura 3-3 <i>Paletes EUR/EPAL</i> [29].....	26
Figura 3-4 Projeto inicial do órgão terminal .....	27
Figura 3-5 Ventosa a vácuo ZPT50US-B01 e injetor de vácuo ZH10BS-06-06 [30].....	29
Figura 3-6 Electroválvulas.....	30
Figura 3-7-Sensor <i>Omron E3ZD82-G2SHW-05</i> [31] .....	31
Figura 3-8 Sensor de contacto <i>Omron</i> modelo: D4B-4116N [31] .....	32
Figura 3-9 Robô <i>IRB 1600</i> da <i>ABB®</i> [32]. .....	33
Figura 3-10 Controlador <i>IRC5</i> com <i>Flexpendant</i> .....	35
Figura 3-11 Botoneira mural e unidades de comando e sinalização .....	36
Figura 3-12 Consola <i>Flexpendant</i> .....	36
Figura 3-13 Sensor ótico WLL160-E420 e fibra do fabricante <i>SICK</i> [33] .....	37
Figura 3-14 Sensor de pressão [30] .....	38
Figura 3-15 Botão de emergência de encravamento mecânico por impulso.....	38
Figura 4-1 <i>Layout</i> da célula robótica.....	40
Figura 4-2: Órgão terminal desenvolvido.....	41
Figura 4-3 Pormenor da caixa das válvulas pneumáticas.....	42
Figura 4-4 Mesa de simulação do sistema de transporte .....	43

Figura 4-5 Suporte da palete .....	44
Figura 4-6 Consola de interface do robô ABB .....	45
Figura 4-7 Sistema de comando e de sinalização implementado.....	46
Figura 4-8 Pormenor dos sensores fotoelétricos .....	46
Figura 4-9 Ilustração do sensor de fibra ótica.....	47
Figura 4-10: Sensor de pressão <i>SMC</i> .....	48
Figura 4-11: Pormenor da colocação do sensor de deteção da palete.....	48
Figura 4-12 Botão de emergência .....	49
Figura 5-1 Fluxograma do programa de supervisão .....	54
Figura 5-2 Mensagem de alarme da botoneira de emergência apresentada na consola <i>Flexpendant</i> .....	55
Figura 5-3 Diagrama de blocos “Nova paletização” .....	56
Figura 5-4 Diagrama de blocos “Paletização predefinida” .....	57
Figura 5-5 Diagrama de blocos “Configurações paletização” .....	58
Figura 5-6 Pontos de referência do alimentador de caixas e do suporte da palete .....	59
Figura 5-7 Diagrama de blocos “Posicionamento das caixas” .....	60
Figura 5-8 Exemplo de uma possível paletização.....	61
Figura 5-9 Definição de limites .....	62
Figura 5-10 Caixa de comando .....	63
Figura 5-11 Posicionamento do manipulador nos pontos de manutenção .....	64

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2-1 Estimativa de vendas anuais de robôs industriais. Número de unidades [16].....	12
Quadro 2-2 Características de paletizadores automatizados [17].....	15
Quadro 3-1 Principais características do robô <i>ABB IRB 1600</i> .....	34
Quadro 4-1 Testes de poder de carga do órgão terminal.....	42
Quadro 4-2: Interface Robótica (Entrada) .....	49
Quadro 5-1 Legenda dos botões de comando.....	63



## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

CFF	Células Flexíveis de Fabrico
I&D	Investigação e Desenvolvimento
SFF	Sistemas de Fabrico Flexível
SFP	Sistemas Flexíveis de Produção



# 1. Introdução

O presente trabalho confere especial relevo aos aspetos que motivaram a elaboração desta tese de Mestrado e os objetivos que a orientaram. Por fim, apresentamos um resumo do conteúdo de cada um dos capítulos que integram este estudo.

## 1.1 Motivação

A imposição do mercado atual e a abolição de fronteiras comerciais tem conduzido o sector fabril a adquirir capacidades para produzir uma maior diversidade de produtos associados a uma maior qualidade a um preço menor. Em consequência os ciclos de vida dos produtos tornam-se curtos e exigem uma contínua evolução.

Esta mudança de paradigma de mercado, em que a definição do produto é muitas vezes feita pelo cliente, traduz incompatibilidade dos sistemas rígidos de produção, os quais são constituídos por máquinas com elevada capacidade de produção mas com pouca flexibilidade, mesmo nas pequenas alterações no produto. Por isso, os sistemas de produção atuais são cada vez mais sistemas de automação flexível. Geralmente tais sistemas são denominados de Sistemas Flexíveis de Produção (SFP) ou Sistemas de Fabrico Flexível (SFF) que, em oposição à automação rígida, são capazes de conciliar a eficiência da produção em massa com a flexibilidade da produção unitária, na produção por lotes.

Os robôs manipuladores industriais são elementos típicos de SFP. Desempenham um papel fundamental nas Células Flexíveis de Fabrico (CFF), visto serem equipamentos, com flexibilidade e capacidade de integração. Estes executam tarefas de carga/descarga de

máquinas, pintura, manipulação de objetos, paletização de cargas, soldadura, troca e inspeção do estado das ferramentas, o que configura flexibilidade de produção.

Devido às novas exigências do mercado, e à enorme variedade de produtos fabricados, leva a que as ordens de fabrico sejam cada vez mais pequenas e diversificadas, o que resulta, muitas vezes, numa necessidade de reprogramação a cada ordem de fabrico. Isto implica custos acrescidos para as empresas, pois têm de possuir técnicos qualificados para efetuar as alterações necessárias no sistema de produção. No caso particular das células de paletização, geralmente a reprogramação destes sistemas advém da alteração das dimensões da carga a manipular ou da sua configuração na paleta. Estes factos levam à existência de um grande número de empresas que ainda utilizam como meio de paletização alguns processos rudimentares, empregando pessoas em ambientes fabris perigosos e prejudiciais para a sua saúde.

Assim, surge a necessidade de introduzir uma maior agilidade dos sistemas de produção industrial. Isso significa tirar partido, de forma eficiente, da flexibilidade inerente aos equipamentos modernos de automação industrial. Não é uma tarefa fácil, pois exige a redução de tempos mortos inerentes à integração, programação e afinação das células produtivas. Isto significa que ainda existem enormes desafios tanto ao nível dos dispositivos de *Hardware* e *Software*, nos quais não se encontram resolvidos e são objeto de uma I&D.

A motivação deste trabalho resultou de duas necessidades: primeira, desenvolver um sistema de paletização robotizado capaz de garantir flexibilidade do ponto de vista operacional; segunda, desenvolver uma interface gráfica intuitiva e de fácil manuseamento pelos operadores humanos.

## 1.2 Objetivos

O objetivo principal deste estudo é desenvolver um sistema flexível de paletização robotizada. De uma forma abreviada, os objetivos a que nos propomos afiguram-se pela:

- Paletização de caixas de diferentes tamanhos;
- Utilização de diferentes tipos de paletes;
- Introdução da altura máxima de paletização;
- Conceção da ferramenta pneumática (*end-effector*) para o robô;
- Conceção de *Hardware* e *Software* capazes de permitir a integração e o controlo de equipamentos de diferentes fabricantes em sistemas de produção tais como, os atuadores e sensores, entre outros.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

De uma forma esquemática e face ao exposto, o conteúdo do presente trabalho encontra-se organizado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo introdutório consiste na motivação que, esteve na origem do desenvolvimento deste projeto e respetivos objetivos.

No capítulo 2 apresentamos uma resenha bibliográfica que, diz respeito ao princípio e evolução da robótica e uma abordagem fundamentada, do mercado mundial da robótica industrial em Portugal. Ainda, apresentamos vários tipos de sistemas de paletização, órgãos terminais para robôs e suas características e os sensores mais utilizados nos sistemas de paletização.

No capítulo 3 apresentamos o projeto para o desenvolvimento da célula de paletização onde é efetuado a definição do material a paletizar e o tipo de palete. Também, são definidos os vários sistemas inerentes à célula de paletização bem como, os equipamentos constituintes de cada sistema.

No capítulo 4 divulgamos os resultados obtidos e, analisamos o balaço entre o que foi projetado e o que foi objeto de desenvolvimento. É feita a apologia, também aos resultados do poder de carga do órgão terminal que foi alvo de estudo e dimensionamento no capítulo 3.

No capítulo 5 apresentamos o Software desenvolvido para a célula de paletização onde, é efetuada uma breve descrição dos vários programas desenvolvidos e a apresentação do seu funcionamento em diagramas de blocos.

No capítulo 6, finalmente apresentamos, as principais conclusões e algumas ilações passíveis de serem retiradas dos dados da investigação, mostrando a correspondência possível com os objetivos propostos e possíveis recomendações.



## 2. Estado da Arte

Este capítulo assenta na abordagem do termo Robótica. Assim, apresentamos uma breve revisão da literatura sobre o tema em estudo e, efetuamos uma panorâmica histórica do surgimento de alguns manipuladores e suas áreas de aplicação. Ainda, apresentamos dados estatísticos sobre os principais mercados da robótica industrial e sua distribuição. Também abordamos os principais métodos de paletização de caixas e as principais características. Por último, apresentamos alguns dos principais fabricantes de manipuladores industriais, onde são referidos os manipuladores, Software, órgãos terminais e sensores para aplicação no processo de paletização.

### 2.1 Robótica Industrial: História e Evolução

O termo robô inicialmente, não surgiu associado à indústria ou automação industrial. Porém, atualmente é do conhecimento comum que, o termo robô teve origem na palavra checa “Robota”, que significa “servidão ou trabalho forçado”. Tendo sido traduzida para o idioma inglês com a terminologia “robot” (e na terminologia portuguesa para “robô”). Esta palavra surgiu pela primeira vez em 1921 no romance “*Rossum’s Universal Robots*” escrito por Karel Capek, na qual, os robôs são retratados como humanoides submissos e com capacidades de realizarem trabalho físico [1].

O desejo do homem criar máquinas que imitassem algumas das suas capacidades por meios mecânicos de modo incansável e submisso, corresponde a um dos seus grandes sonhos desde os tempos mais remotos tal como, escreveu o grande inventor americano Nicolas Tesla no virar do século [2].

Embora o termo robô não esteja associado apenas às máquinas recentes, grandes pensadores da nossa história dedicaram-se a imaginar e projetar estas máquinas. Um dos primeiros trabalhos sobre robôs talvez tenham sido os relógios de água com figuras móveis projetados pelo engenheiro Grego Ctesibius (270 a.c.), como refere [3].

Por sua vez, Leonardo DaVinci (1452 - 1519) desenvolveu uma extensa investigação no domínio da anatomia humana na qual, deu origem a projetos de mecanismos de transmissão de movimentos. Alguns investigadores pressupõem que tenha projetado estudos para um robô de aspeto humano (um cavaleiro andante com uma armadura Germano- Italiana típica do Séc. XV), como mostra a Figura 2-1. Outra invenção que, acabou por se tornar bastante célebre foi “O pato de Jacques de Vaucanson” de autoria do inventor francês Jacques de Vaucanson (1709 - 1779). Esta máquina que se movimentava de forma muito “realista”, podia mexer as asas e esticar-se de forma a receber e “comer” os grãos que os visitantes lhes atiravam [4].



Figura 2-1 O autômato de Leonardo DaVinci [5], O pato de Jacques de Vaucanson [6]

Ainda, no mesmo século, em grande parte, devido à revolução industrial surgiu um conjunto de autômatos, isto é, máquinas que desempenham determinados movimentos pré-definidos. Também, neste período, o sonho da criação de máquinas com aspeto similar ao Homem, não foi esquecido. E a título de exemplo, referimos a apresentação em 1774 de um conjunto de três autômatos com aspeto humano, por dois relojoeiros suíços Pierre e Henri-Louis Jaquet-Droz, pai e filho, respetivamente [7].



Figura 2-2 Os três autômatos Jaquet-Droz [7]

Após alguns anos, durante a segunda guerra mundial surgiram os primeiros trabalhos de manipuladores industriais associados à manipulação de materiais perigosos para o ser Humano. O seu aparecimento, em grande parte, teve a ver com os avanços tecnológicos de atuadores, sensores e ao aparecimento de novas tecnologias tais como, microprocessadores e o posterior desenvolvimento dos computadores.

O primeiro robô industrial “*Unimate*” foi produzido pela empresa americana *Unimation*, fundada por George Devol e Joseph F. Engelberger em 1956, com base na patente original de *Devol*. (Figura 2-3). Uma das primeiras fábricas a receber este manipulador foi GM em Detroit no ano de 1961, na operação de descarga de moldes de uma máquina de fundição. Este robô acionado hidraulicamente, veio substituir o homem de, um ambiente típico da fundição, impróprio para seres humanos devido ao calor proveniente dos gases emitidos pelo processo. O “*Unimate*” era programado através de um computador e podia ser usado em várias aplicações desde que, devidamente, reprogramado e equipado com as ferramentas próprias [8].



Figura 2-3 Robô UNIMATION [9]

No seguimento de várias investigações científicas desenvolvidas durante a década de 50 e 60, surgem os primeiros robôs controlados por computador.

Em 1969, Victor Scheinman criou o “Braço de *Stanford*” manipulador articulado de seis eixos totalmente elétrico para ser controlado computacionalmente, teve de ser projetado de modo a permitir uma solução, utilizando a anatomia de um braço. Esta configuração permitiu a aspiração na sua utilização em aplicações mais sofisticadas tais como a montagem de componentes e soldadura devido, ao seu maior grau de precisão.

No ano de 1973, a *KUKA* construiu o seu primeiro robô industrial conhecido como *FAMULUS*, tendo sido este, o primeiro robô industrial articulado de seis eixos controlados eletronicamente. No ano seguinte, a *Cincinnati Milacron Corporation* (desenvolvido por Richard Hohn) lança o primeiro robô industrial comercialmente disponível e controlado por um minicomputador, denominado de *T3 Tool of The fuTure* (Figura 2-4).

Em 1978, já depois de ter comprado o projeto do segundo braço de *Stanford* a Victor Scheinman e a *Unimation* com o auxílio da *General Motors GM*, desenvolveu a Máquina Universal Programável para Montagem denominada de *PUMA* (Figura 2-4). Esta máquina foi fruto do projeto inicial, do segundo braço de *Stanford* comprado a Victor Scheinman tendo sido adaptado, às especificações da GM para manipulação de pequenas peças, em que operava no mesmo espaço de um operador humano.

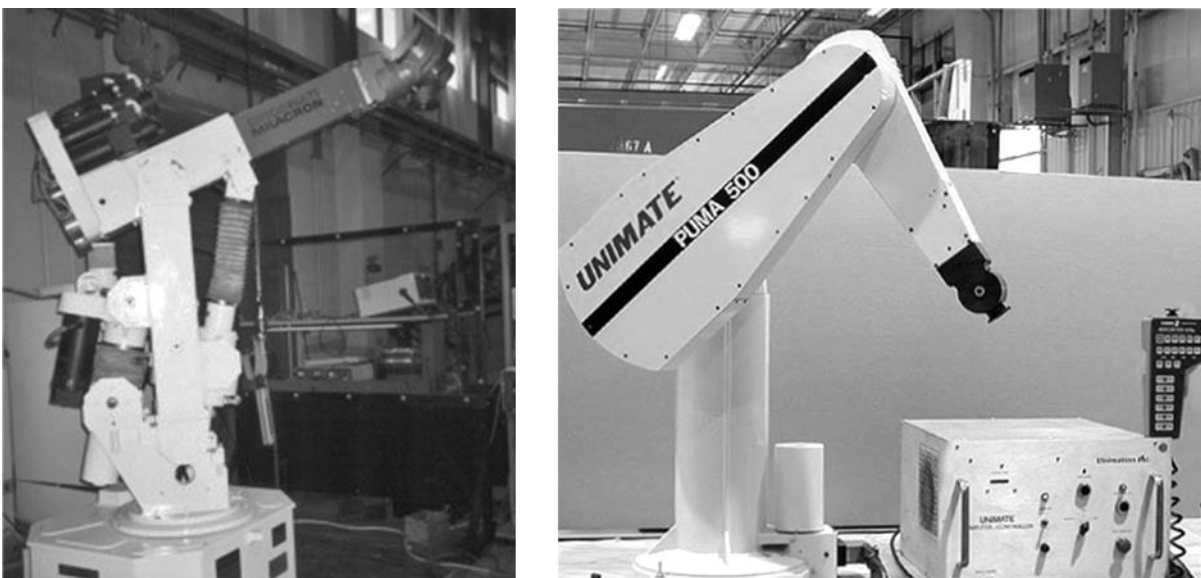


Figura 2-4 T3 da Cincinnati Milacron e Puma da Unimate Inc respetivamente [10], [11]

Ainda, no mesmo ano, outro marco importante no desenvolvimento de manipuladores industriais foi o desenvolvimento do robô *SCARA* (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*) por Hiroshi Makino, da Universidade de *Yamanashi*, no Japão ( Figura 2-5 A configuração do *SCARA* apresenta três eixos em que, dois são de rotação e um é prismático.

Esta configuração é ideal para tarefas de montagem mecânica ou eletrônica devido, à sua boa precisão e velocidade elevada [9].



Figura 2-5 *Robot articulado horizontal SCARA* [12]

O atual estado de maturidade dos manipuladores industriais, em grande parte, foi devido ao forte investimento da indústria automóvel na aplicação destas máquinas nas suas linhas de produção [13]. A evolução tecnológica dos semicondutores de alta potência, servomotores, sensores eletrônicos, o aparecimento de novos materiais, assim como, a evolução dos controladores e técnicas de controlo de sistemas de informação industrial, foram essenciais para prover velocidade, precisão e facilidade no seu uso, na maior parte das aplicações. Hoje os robôs são utilizados nos mais diversos processos de fabricação industrial e, apresentam uma grande capacidade de executar tarefas com eficiência e precisão. Além disso, incorporam dispositivos sensoriais, tornando-se capazes de tomar decisões e ainda, de interagir com o ser humano [14].

Atualmente, os manipuladores industriais, estão associados a uma enorme variedade de processos de fabricação (Figura 2-6), nomeadamente:

- Carga e descarga de máquinas;
- Paletização;
- Soldadura;
- Moldagem por extrusão (processo de transformação de termoplásticos);
- Aplicações em prensagem;
- Pinturas e tratamento de superfícies;
- Montagem robótica.



Figura 2-6 Aplicações Robóticas

## 2.2 Mercado mundial da Robótica Industrial.

Desde a instalação do primeiro robô, “*Unimate*” na *GM* em *Detroit* ano de 1961, cada vez mais, os robôs fazem parte dos processos industriais destacando-se, na automatização da produção. A tendência para este aumento, está relacionada com a justificação funcional, tais como, para a proteção dos operários em ambientes perigosos, redução de tempos de operação, maior produtividade e redução de custos.

A indústria automóvel é a que apresenta a maior implementação de robôs. Porém, outras indústrias também registam uma tendência crescente na sua implementação.

Dados apresentados mais recente, relativos às vendas de robôs e referentes ao ano 2011, mostram um aumento de 38% (Figura 2-7), 166.038 unidades sendo, o maior nível registado num ano. Esta tendência foi interrompida em 2009 pela crise económica. No entanto, no ano de 2010 e 2011, devido à forte indústria automóvel e à indústria de metal. Países como a China, Estados Unidos e Alemanha lideraram a indústria, com taxas de crescimento entre 39% e 51%.

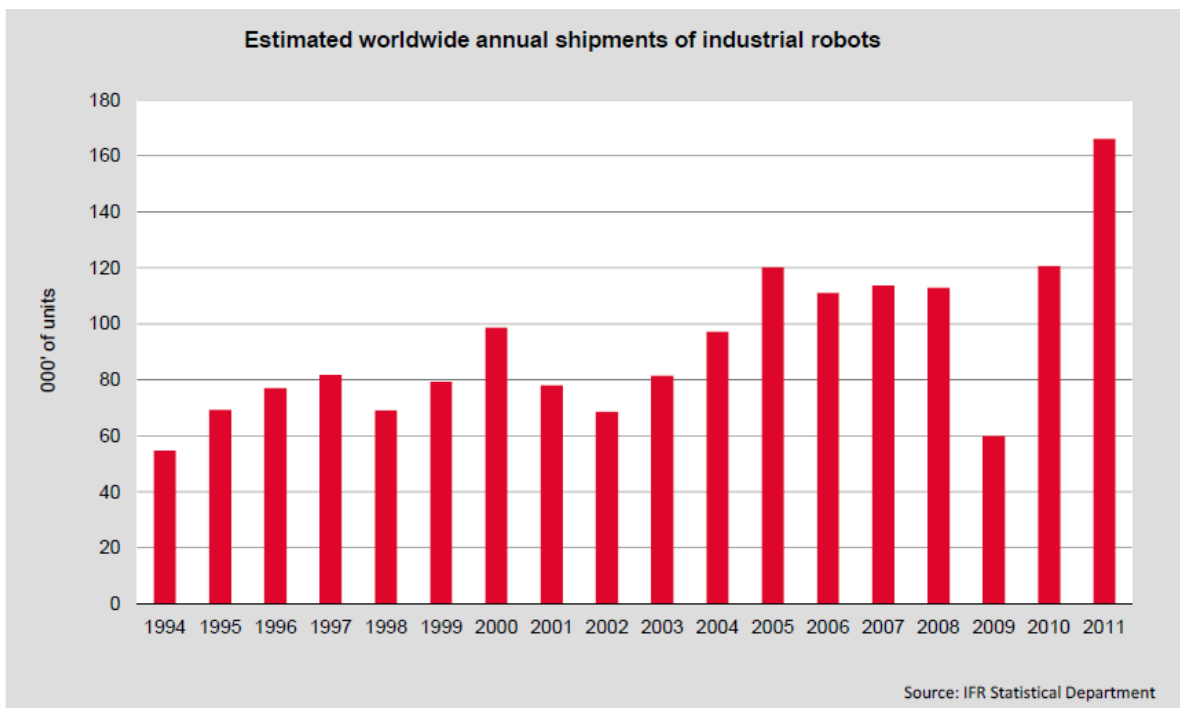


Figura 2-7 Estimativa mundial de vendas anuais de robôs industriais [15]

Na Europa foram vendidos 43.800 robôs industriais, mais 43% que no ano 2010. O aumento de 63%, em relação ao ano 2010, é o resultado do investimento considerável da indústria automóvel. As restantes indústrias, apenas cresceram 16%. A Alemanha, considerada com o maior mercado de robôs na Europa lidera, com uma compra de 19.533 com novos robôs industriais no ano 2011. Dados que, resultam num aumento de 39%, comparativamente ao ano 2010.

O momento positivo dos robôs na indústria manter-se-á nos próximos anos. Sabemos que, grandes mercados emergentes como China, Índia, Brasil, Rússia e Sudeste Asiático são mercados com tendência na procura. Prevê-se um aumento na capacidade de modernização em todas as indústrias nos próximos anos devido, à competitividade das empresas nos mercados mundiais sendo o forte motivador para estes investimentos. Assim como, o aumento dos salários e o aumento do nível de vida em países com salários mais baixos que os da Europa Oriental e Central, bem como na Ásia e América do Sul. Do mesmo modo, os países do Médio Oriente também, estão a desenvolver novos mercados para a automatização.

Nesta estimativa de crescimento bastante otimista estão envolvidos alguns riscos como o enfraquecimento, por parte, da economia mundial. Ou, até mesmo, uma nova recessão exaltada pelos problemas financeiros dos principais mercados.

Entre o ano 2012 e 2015 a previsão das vendas aponta para um aumento de robôs, em todo o mundo. Cerca de 5%, em média por ano. Este aumento será principalmente impulsionado pela indústria automóvel, pela eletrónica e, por clientes com baixo volume de encomendas de outras indústrias. Os principais mercados impulsionadores serão a América do Norte, China,

Brasil e países da Europa de Leste, assim como, o Japão devido, ao restabelecimento das instalações de produção danificadas. Na América prevê-se um crescimento de cerca de 14%, na Europa cerca de 7%, na Ásia e na Austrália de 18%, conforme Quadro 2-1.

As vendas de robôs na Europa poderão situar-se, abaixo da média, devido a um aumento bastante moderado do investimento dos países da Europa Ocidental.

Quadro 2-1 Estimativa de vendas anuais de robôs industriais. Número de unidades [16].

<b>Country</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012*</b>	<b>2015*</b>
<b>America</b>	<b>17,114</b>	<b>26,227</b>	<b>30,600</b>	<b>35,100</b>
North America(canada, Mexico, USA)	16,356	24,341	28,000	31,000
Central and South America	758	1,886	2,600	4,100
<b>Asia/Austrália</b>	<b>69,833</b>	<b>88,698</b>	<b>98,900</b>	<b>116,700</b>
China	14,978	22,577	26,000	35,000
India	776	1,547	2,000	3,500
Japan	21,903	27,894	31,000	35,000
Republica of Korea	23,508	25,536	26,800	25,000
Taiwan	3,290	3,688	4,400	5,500
Thailand	2,450	3,453	4,100	7,000
Other Asia/Australia	2,928	4,003	4,600	5,700
<b>Europe</b>	<b>20,483</b>	<b>43,826</b>	<b>44,100</b>	<b>47,200</b>
Czech Rep.	402	1,618	2,000	3,000
France	2,049	3,058	3,300	3,500
Germany	14,061	19,533	19,000	20,000
Italy	4,517	5,091	4,600	4,900
Spain	1,897	3,091	2,500	3,000
United Kingdom	878	1,514	2,000	2,000
Other Europe	6,937	9,921	11,100	10,600
<b>Africa</b>	<b>259</b>	<b>323</b>	<b>350</b>	<b>500</b>
<b>Total**</b>	<b>120,585</b>	<b>166,028</b>	<b>180,950</b>	<b>207,500</b>

Sources: IFR, national robot associations.

\*forecast

\*\*including sales which are not specified by countries

A competência da investigação na União Europeia é elevada, sendo líder mundial em I&D. A indústria da robótica da União Europeia desenvolveu igualmente, uma forte competência em diversos setores da robótica. Assim como, em França, Alemanha, Itália e Suécia que, desenvolveu capacidades para grandes produtores.

A potencialidade para instalação de robôs nas indústrias não-automóvel ainda é enorme, mas também, é elevada na indústria automóvel, entre os mercados emergentes que, têm enorme necessidade de modernização e reorganização dos processos industriais.

Assim sendo, em Portugal, como se verifica na (Figura 2-8), o número de robôs presente nas empresas industriais, apesar de, ter sofrido um ligeiro aumento, ainda está muito aquém da média mundial. A crise no mercado Europeu, com influência, em Portugal é um dos contributos pela ausência de um crescimento mais acentuado e, conseqüentemente, da sua aproximação à média mundial. Todavia, Portugal tem desenvolvido esforços na investigação da robótica industrial, como é o caso do desenvolvimento de uma solução robótica, com base em inteligência artificial, capaz de realizar tarefas manuais repetidas por demonstração através de visão artificial. Ou seja, repete movimentos humanos realizados por operários especializados. Esta aplicação, permite que o operário sem conhecimentos em programação robótica desenvolva a programação, para mais tarde ser reproduzida pelo robô [15] e [16].

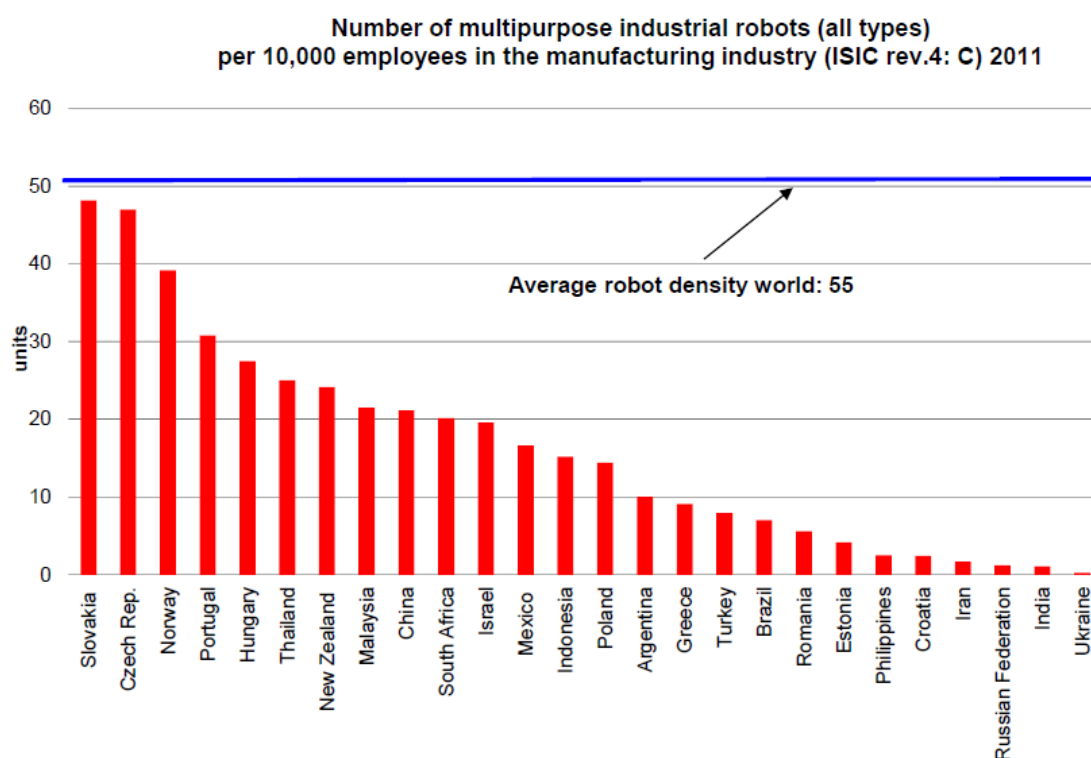


Figura 2-8 Número de robôs industriais multiusos (todos os tipos) por 10,000 pessoas empregados na indústria de transformação [16]

### 2.3 Sistemas de paletização

A paletização consiste na tarefa de organização das caixas em camadas, formando um paralelepípedo, chamado de palete, a fim de facilitar a movimentação da carga. É das tarefas mais monótonas e pesadas de um processo de fabrico. Assim, muitos processos de paletização têm sido desenvolvidos com o intuito de reduzir custos, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do trabalho dos colaboradores já que, substitui tarefas de ciclos repetitivos e o carregamento de produtos pesados.

Ainda, podemos referir a existência de vários modos para efetuar a paletização de caixas, tais como, a paletização manual, a paletização semiautomática e a paletização automática (Figura 2-9).



Figura 2-9 Sistemas de paletização

A paletização manual é o sistema mais básico e também o método mais utilizado. A operação, efetuada a braços por um operário, consiste em movimentar as caixas fornecidas por uma linha de transporte e colocar as caixas na palete que está disposta no chão da fábrica.

A paletização semiautomática normalmente é usada quando o peso é um fator considerável e o processo. Coloca em causa a saúde do operário, estando sujeito a lesões nas costas devido a tensão. O sistema semiautomático tem o mesmo princípio do sistema manual, mas difere no sistema de suporte da palete. Este suporte consiste numa plataforma com variação de altura, em que permite que o operador utilize um botão de pressão ou um interruptor de pé para levantar e baixar a carga para a altura apropriada e ergonómica. Este método aumenta a eficiência e diminui as lesões no ombro e nas costas. Uma mesa rotativa por sua vez, também apresenta eficiência e os benefícios ergonómicos.

O mesmo acontece com a paletização automática, pois fornece o método mais rápido, mais eficiente e mais ergonómico. Acrescentamos, ainda que, atualmente existem dois métodos automáticos, os sistemas convencionais e os sistemas de paletização robótica.

No sistema convencional as caixas são fornecidas através de um alimentador para dar início à construção da camada, onde as embalagens são automaticamente dispostas no padrão predefinido. Depois da camada construída esta é, deslizada sobre uma placa de remoção e é novamente construído uma nova camada. Quando o número de camadas atinge o valor pretendido, a palete é substituída e inicia-se, uma nova paletização. Este sistema está

dependente da flexibilidade mecânica, ou seja, limitação da dimensão da caixa a paletizar e na sua disposição na camada. Este sistema oferece velocidades de paletização elevadas.

O método robótico consiste em construir as paletes através da utilização de um braço robótico equipado com um *end-effector* (vácuo, braçadeira, entre outros). Neste sistema pode existir um ou mais sistemas de alimentação das caixas, podendo ser paletizados vários tipos de caixa ao mesmo tempo, em paletes diferentes. É muito utilizado em ambientes que põem em causa a segurança dos operários onde os ambientes são severos para a condição humana.

De acordo com, o (Quadro 2-2) podemos observar que, resume a velocidade e flexibilidade de alguns tipos de paletizadores. A escolha de um sistema de paletização não depende apenas da velocidade, é preciso analisar a flexibilidade do sistema a dimensão da carga que se pretende paletizar e também analisar a área que este ocupa na sua zona de implementação.

Quadro 2-2 Características de paletizadores automatizados [17]

Tipos de paletização	Tempo de operação (caixas/minuto)	Capacidade (por caixa)	Altura da paletização (m)	Grau de flexibilidade	Comentários
<b>In-Line</b>					
<b>Row Stripping</b>	40-160	113.4kg	1.68-3.05	Baixo	Muitos fabricantes oferecem pouca flexibilidade.
<b>Vacuum-Head</b>	10-25	45.4kg	1.83-2.29	Médio	Tipicamente utilizado em produtos planos, rígidos ou produtos delicados.
<b>Robotic</b>					
<b>SCARA Arm</b>	10-30	90.7kg	Mais de 2.74	Elevado	Excelente grau de flexibilidade.
<b>Articuled Arm</b>	10-30	181.4kg	Mais de 1.83	Elevado	Excelente para a construção de caixas na mesma palete.
<b>Gantry</b>	10-30	181.4kg	Mais de 3.66	Elevado	Excelente para construção de 60 paletes simultaneamente.

## 2.4 Paletização robotizada

Empresas como a *ABB* e *KUKA*, da área da robótica industrial, têm efetuado investimentos no desenvolvimento de manipuladores, órgãos terminais e de H para aplicações na área da paletização automática. Os manipuladores apresentam maior velocidade de manipulação, maior capacidade de carga e capacidade para funcionar num maior raio de ação. No que se

refere ao, Software o desenvolvimento tem passado por implementação de programas que, permitem configurar, simular e programar robôs e garras para soluções de paletização sem, ser necessário, o recurso a programadores de robôs.

Também as universidades têm evidenciado interesse na resolução de problemas inerentes ao processo de paletização. Através de alguns dos seus investigadores têm desenvolvido *Softwares* com aplicações gráficas, baseados em algoritmos ou métodos que, possibilitam o desenvolvimento mais rápido, da melhor solução para o problema do processo de paletização. Ainda, o equilíbrio de cargas também tem sido uma questão em estudo nesses sistemas.

A forte inserção de sistemas de paletização para, além dos fatores, mencionados anteriormente, também, em grande parte, se deve ao aumento da capacidade de carga dos manipuladores e do aumento de velocidade, não desprezando precisão e exatidão dos seus movimentos.

Face ao exposto, apresentamos algumas características de manipuladores que são líder no processo de paletização do mercado atual [18].

### 2.4.1 Fabricante ABB

Segundo a (Figura 2-10) constatamos que, ilustra o novo manipular lançado pela *ABB* na oferta da paletização. O manipulador compacto *IRB 460* tem uma capacidade de carga de 110 kg, sendo o robô mais rápido do mundo na área da paletização. Este robô de quatro eixos está apto para realizar até 2.190 ciclos por hora, adequado para a paletização de alta velocidade no final de linha de paletização. O seu raio de ação é de 2,4 metros, ocupa uma área de solo cerca de 20% menor e é 15% mais rápido do que, os seus concorrentes mais semelhantes [19].



Figura 2-10 Robô *IRB 460 ABB* [19]

Como podemos verificar na (Figura 2-11) o *IRB 760* é outro manipulador, recentemente desenvolvido pelo fabricante *ABB*. Este é caracterizado pela sua elevada capacidade de carga

de 450kg e o seu elevado raio de ação de 3,2 metros. Este manipulador tem a particularidade de ter um elevado suporte de inércia no punho o que, permite movimentar produtos maiores e mais pesados, com mais rapidez do que, qualquer outro robô do mercado. A alta velocidade faz com que o *IRB 760* seja, especialmente, adequado para a paletização de bebidas, materiais de construção e produtos químicos [20].



Figura 2-11 Robô *IRB 760 ABB* [20]

### 2.4.2 Fabricante KUKA

É importante, referir que, outra empresa na área da robótica, a *KUKA Robots*, também, tem efetuado grandes investimentos neste tipo de manipuladores. É considerada como uma das pioneiras em manipuladores industriais e um dos principais fornecedores de robótica industrial, pois apresenta uma variedade de robôs industriais e sistemas robóticos para aplicação na área da paletização.

Os manipuladores da *KUKA Robots* estão presentes no processo de paletização de várias empresas, tal como, a Nestlé *Nespresso* em *Orbe*, na Suíça onde está aplicado no seu processo de paletização das caixas de cápsulas, três manipuladores *KUKA KR 180 PA* (Figura 2-12).



Figura 2-12 Robô *KUKA KR180 PA* na Nestlé *Nespresso* em *Orbe*, na Suíça [21]

Como os manipuladores por si só, não garantem a flexibilidade e agilidade das células de paletização, os fabricantes de manipuladores têm tido a preocupação de desenvolver e aperfeiçoar as aplicações de Software que permitem planejar, programar e controlar células de paletização. É o caso da empresa *RobotStudio Palletizing PowerPack* da *ABB* onde, é permitido configurar, simular e programar robôs e pinças numa única etapa, por parte, do utilizador, mesmo com pouca ou nenhuma experiência em programação robótica. A possibilidade de programação *offline* também, está presente nesse programa. A *KUKA Robots* também tem à disposição *Software* de programação de células de paletização denominada por, *KUKA.Pallet Layout/KUKA Pallet Pro* que, possibilita planejar, programar *offline* e controlar células de paletização. A programação *offline* é conseguida, através de um editor gráfico que, permite simular o sistema implementado [22].

## 2.5 Órgão terminal

A evolução do órgão terminal tem contribuído para uma flexibilidade das células de paletização, pois existe uma enorme variedade de órgãos terminais. Estes possibilitam a sua adaptação à dimensão da carga, manipular paletes vazias e ainda permite a colocação de cartões para dividir os produtos na horizontal. Na (Figura 2-13) estão representados alguns exemplos de órgãos terminais existentes no mercado, sendo alguns dotados de sensores que fornecem informações sobre a presença da carga.

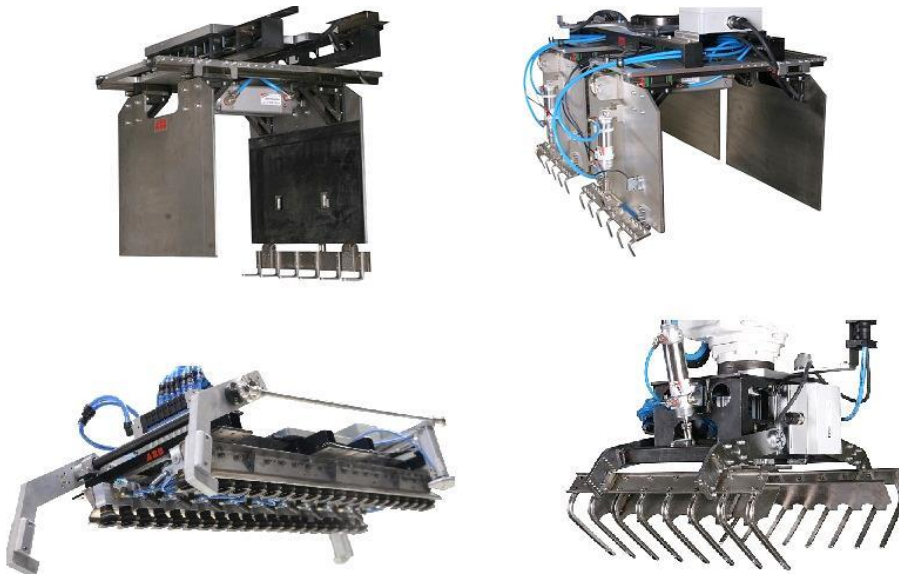


Figura 2-13 Órgãos terminais do fabricante *ABB* [23]

### 2.5.1 Classificação do órgão terminal

Na robótica o órgão terminal [24] é utilizado para descrever a mão ou ferramenta que está conectada ao manipulador (e.g., uma pistola de solda, garras, pulverizadores de tintas, entre outros) e serve para realizar a manipulação de objetos de diferentes tamanhos e formas geométricas. Todavia, esta depende da aplicação para a qual se destina.

Existem vários modelos de órgãos terminais dotados de diferentes tecnologias para agarrar objetos, como podemos observar na (Figura 2-14) em que, estão representados seis desses modos diferentes de agarrar num objeto utilizando, diferentes tecnologias [25].

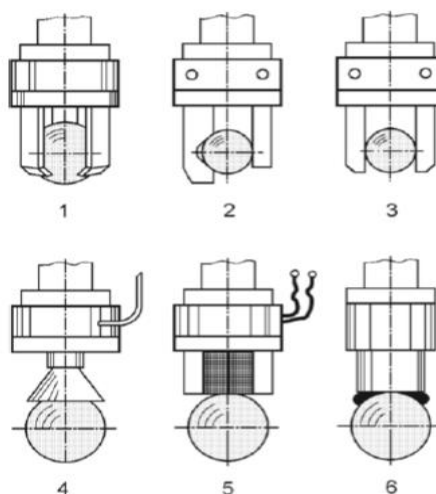


Figura 2-14 Seis modos de agarrar um objeto [25]

Também na (Figura 2-15) podemos verificar que, para agarrar o mesmo objeto existem diversas tecnologias e modos diferentes de o fazer. Porém, consoante o objeto a ser agarrado existem órgãos terminais mais adequados que apresentam características diferentes. No caso, do órgão terminal 3, representado na figura anterior que, apresenta pouca versatilidade na manipulação dos objetos, uma vez que, existe limitação na abertura dos dedos. Desta forma, a dimensão dos objetos não pode exceder esta abertura.

### 2.5.2 Requisitos do órgão terminal

Todavia, para a escolha do órgão terminal, é necessário ter em conta quatro características fundamentais:

- Requisitos tecnológicos;
- Efeito no objeto manipulado;

- Equipamento de movimentação;
- Parâmetros ambientais.

O tempo de pressão sobre o objeto, o tipo de material, a trajetória efetuada e o número de objetos agarrados por ciclo, são aspectos que definem a tecnologia a utilizar. Isto por que, a utilização de uma pinça magnética está limitada a objetos magnéticos, tais como, o ferro e o aço. Tomar conhecimento do tipo de material do objeto a manipular, permite-nos, por outro lado, avaliar as possíveis deformações quando agarrado no sentido de, encontrar a correlação entre a sua massa e a força de aperto necessária. Fatores relativos ao equipamento de movimentação são os tipos de ligações, mecânico, elétrico ou fluido, que se pretendem, bem como, a precisão da posição do objeto requerido pela aplicação. Relativamente, ao ambiente importa saber, as influências externas sobre a zona de manipulação e no objeto como, humidade e temperatura.

### 2.5.3 Órgão Terminal a vácuo

Em processos automatizados, com tempos de ciclo curtos, em que o objeto é relativamente rígido e de superfície não porosa, a tecnologia de vácuo pode ser uma boa opção [26]. Este tipo de tecnologia também, se adequa a sacos de plástico e objetos com superfícies curvas. Ainda, existem diferentes tipos de sistemas por vácuo, copos de sucção de vácuo e almofadas de vácuo, conforme ilustrado na (Figura 2-15). Estes sistemas geralmente têm incorporado um sistema de regulação de vácuo.



Figura 2-15 Órgão terminal com almofada de vácuo e órgão terminal com ventosas do tipo copo [26]

## 2.6 Sensores na aplicação da paletização

Os sistemas de paletização não estão imunes a erros inerentes ao processo de manipulação de carga e de empilhamento. Sendo o deslizamento da carga, cedência da carga ou defeito na dimensão da paleta considerados, erros típicos numa célula de paletização automática. Esta necessidade abriu lugar ao desenvolvimento de sensores específicos, a aplicações de paletização e manipulação de carga.

No caso do sensor da *IFM*, *PMD 3D* representado na (Figura 2-169. é indicado para aplicações de processos de paletização onde, se pretende conhecer o estado de empilhamento dos produtos. O conhecimento do estado de empilhamento permite, reduzir o risco do braço robótico esmagar a carga e detetar falhas de empilhamento de caixas antes de, a paleta ser dada como finalizada. Neste sentido, diminui a eventualidade de estragos de equipamentos e do tempo de paragem.

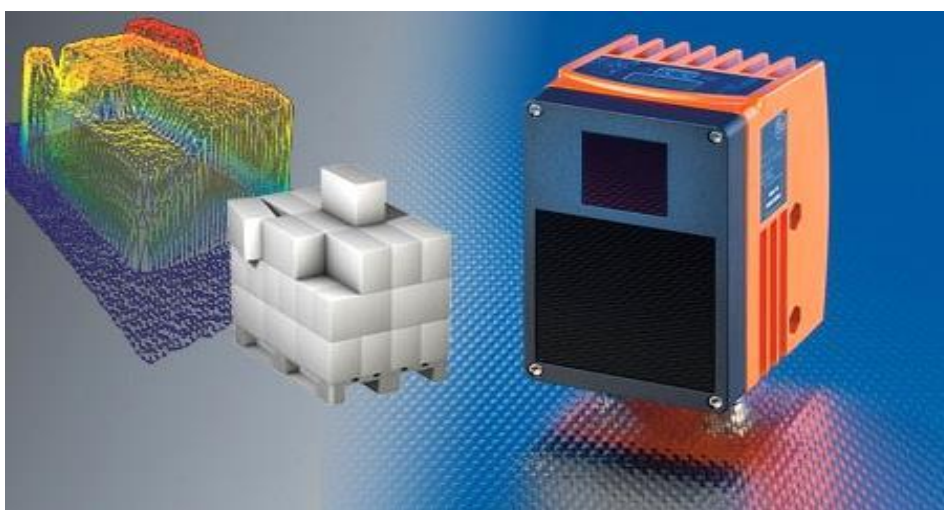


Figura 2-16 Sensor *IFM PMDD 3D* [27]

Acrescentamos, ainda que, o sensor *PMD 3D* é uma câmara ótica, os *pixels* medem a distância entre a câmara e a superfície mais próxima e ilumina o cenário com sua própria fonte de luz interna, processando a luz refletida da superfície.

Em seguida, um ou vários valores de processo podem ser gerados através do processamento de imagem. Estes valores são transferidos para as saídas digitais/analógicas, em que, os estados são disponibilizados nas saídas para aplicações de nível, distância e volume para, poderem ser avaliados [28].



### **3. Projeto e dimensionamento**

Neste capítulo, procurámos desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de uma célula flexível de paletização robótica na paletização de vários tipos de caixas, podendo ser aplicada a vários tipos de indústrias.

Como já referimos, no primeiro capítulo, o problema da flexibilidade dos sistemas de paletização e a utilização de sistemas rudimentares, como a paletização manual, estão presentes nas mais variadas empresas.

Para procedermos ao desenvolvimento da célula de paletização foi necessário em primeiro lugar, projetar a configuração da célula de paletização. Aqui, foi definido o manipulador ao centro, um alimentador de caixas à esquerda e um transportador de paletes perpendicular ao alimentador de caixas, como podemos verificar na (Figura 3-1). No desenvolvimento também, foi prevista a instalação de uma barreira de proteção em torno da zona de trabalho do manipulador, por forma, a impedir o acesso à zona de perigo e a zona de manipulação das caixas. A barreira constituída por grades também tem a vantagem de impedir a projeção para o exterior das caixas, no caso do seu despreendimento.

Outros sistemas de segurança, como o sensor de pressão de ar comprimido, sensores de deteção de caixa, entre outros, também foram considerados na elaboração da célula, no sentido de permitir uma melhor informação do ambiente de trabalho. Ainda, e de encontro com as ideias anteriormente mencionadas, foi necessário a conceção de um órgão terminal capaz de garantir flexibilidade de manipulação de vários tipos de caixas.

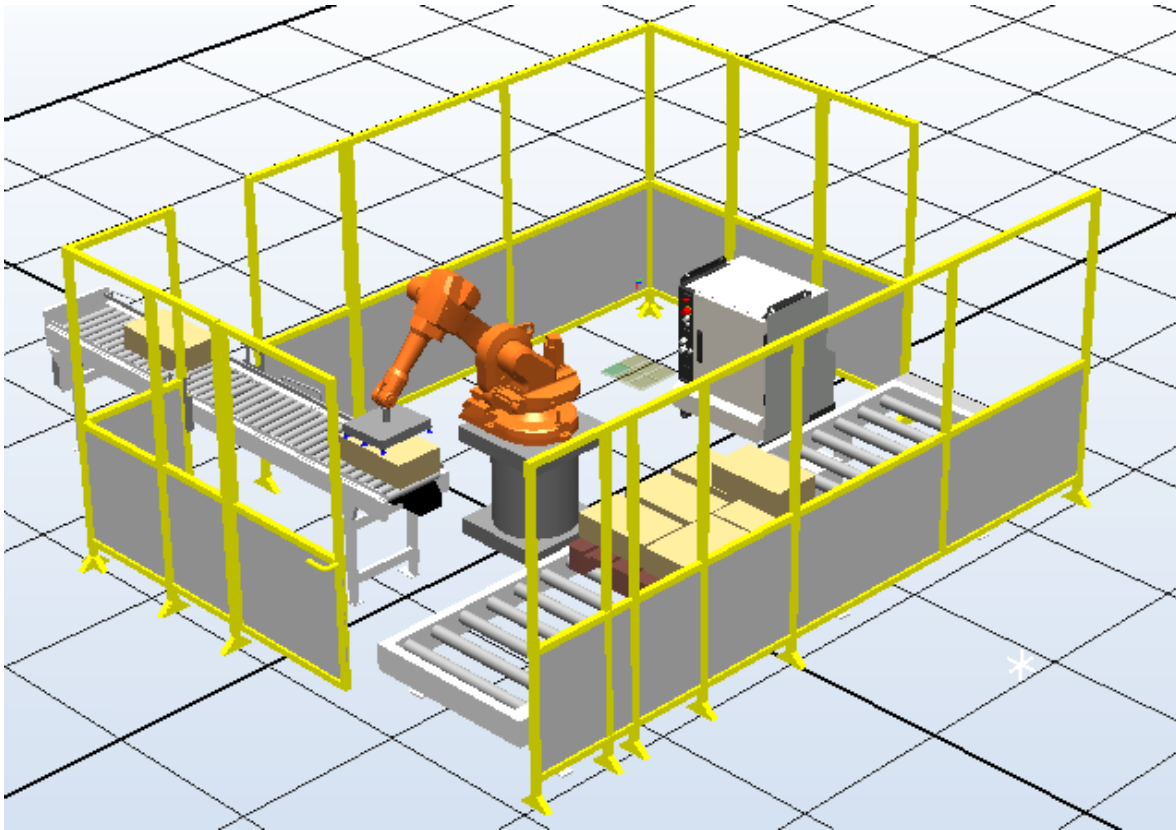


Figura 3-1 *Layout da célula robotizada desenvolvida*

Outros aspetos relevantes que, importa definir e que, influenciam, diretamente no dimensionamento da célula, prendem-se com as caixas a paletizar e a paleta.

As caixas definidas para este projeto foram escolhidas de modo, a ser possível, a concretização da demonstração da sua paletização, tendo em conta, os limites da área de manipulação do manipulador disponível no laboratório. Assim sendo, foi definida a dimensão máxima, o tipo do material da caixa e o seu peso máximo. Foi considerado como limite máximo a paletização de caixas com 60 centímetros de comprimento, 50 centímetros largura e 30 centímetros de altura, foi o tipo de material considerado, para caixa foi papelão. Relativamente, ao peso foi considerado 15Kg, como limite máximo. A definição do peso da caixa foi, no sentido de, dimensionar o órgão terminal de acordo com, uma carga existente na indústria, permitindo a sua utilização noutros trabalhos futuros. Podemos verificar na (Figura 3-2 que, apresenta algumas caixas utilizadas nos testes de manipulação e de empilhamento da paleta.



Figura 3-2 Caixas de papelão utilizadas na paletização

A paleta é o equipamento que serve de suporte às caixas e que, serve para facilitar o seu manuseamento. Também, tem a função de proteger as mercadorias do chão sujo e húmido durante, o seu transporte e armazenamento.

A célula apresentada foi construída por forma a, poder trabalhar com vários tipos de paletes. No entanto, foi necessário definir o limite máximo de dimensão da paleta que a célula pode operar.

Na Europa, a paleta com dimensões 1200 x 800 mm é a mais comum, enquanto na China, a mais comum é a paleta com dimensões 1100x1100mm [29], [26]. É de salientar que, existe uma enorme variedade de tipos de paletes e dimensões, como podemos observar na (Figura 3-3) que, apresenta algumas paletes e suas características.

Em termos físicos e de *Software* o sistema desenvolvido foi limitado para operar paletes com dimensões máximas de 1200x1200 o que, abrange as paletes mais comuns do mercado industrial.




<b>EUR-Pallet</b>	<b>Industrial Pallet</b>	<b>Asia Pallet</b>
		
Four-way-entry-pallet	Four-way-entry-pallet	Four-way-entry-pallet
<b>DIMENSION</b>		
800x1200 mm	1000x1200 mm	1100x1100 mm
<b>LOAD-BEARING CAPACITY</b>		
1500 kg	1500 kg	1300 kg
<b>EXTRA LOAD</b>		
6000 kg	6000 kg	5200 kg
<b>DEAD LOAD</b>		
25 kg	30 kg	30 kg
<b>TECHICAL STANDRDS</b>		
UIC-data sheet 435-2	UIC-data sheet 435-2	not available in the UIC programme
<b>APPLICATION</b>		
Exchange pallet	Exchange pallet	Export

Figura 3-3 Paletes EUR/EPAL [29]

No desenvolvimento do projeto da célula de paletização foi necessário estudar e definir as características de cada componente que a constitui, tendo em conta os recursos disponíveis para a sua implementação e simulação. Neste sentido, foi essencial atender aos seguintes pontos:

- Órgão terminal;
- Sistema de transporte de caixas;
- Sistema de transporte e suporte de paletes;
- Braço robótico;
- Sistemas de segurança e emergência;
- Sistemas de comando e sinalização.

#### 3.1.1 Órgão terminal

O órgão terminal foi previamente, estudado e projetado no sentido de, desenvolver uma estrutura robusta, leve e dotada de um sistema pneumático capaz de garantir o suporte de caixas.

No dimensionamento do órgão terminal foram tidos em conta os seguintes aspetos:

- Tipo de material e peso da estrutura metálica;
- Ajuste da estrutura à dimensão da caixa;
- Carga máxima de suporte;
- Número de ventosas e sua fixação;
- Número de injetores de vácuo e sua fixação.

Para conseguir uma estrutura metálica leve e robusta, a estrutura foi projetada em perfil de alumínio de 20x20 mm, com uma ranhura em cada um dos quatro lados que, permite um fácil e rápido acoplamento dos perfis com, o recurso a acessórios de montagem. A estrutura foi desenvolvida a partir de, uma estrutura base de forma retangular que, serve de interligação do órgão terminal ao punho do manipulador. Perpendicular a esta estrutura e, em cada, um dos lados foram projetados dois perfis fixos que sustentam os dois perfis de suporte das ventosas conferindo assim, estabilidade, flexibilidade e robustez ao órgão terminal, como verificamos na (Figura 3-4).

A fixação das ventosas à estrutura foi idealizada, com o recurso a, pequenos suportes em forma de L, em que, o ajuste pode ser feito ventosa a ventosa.

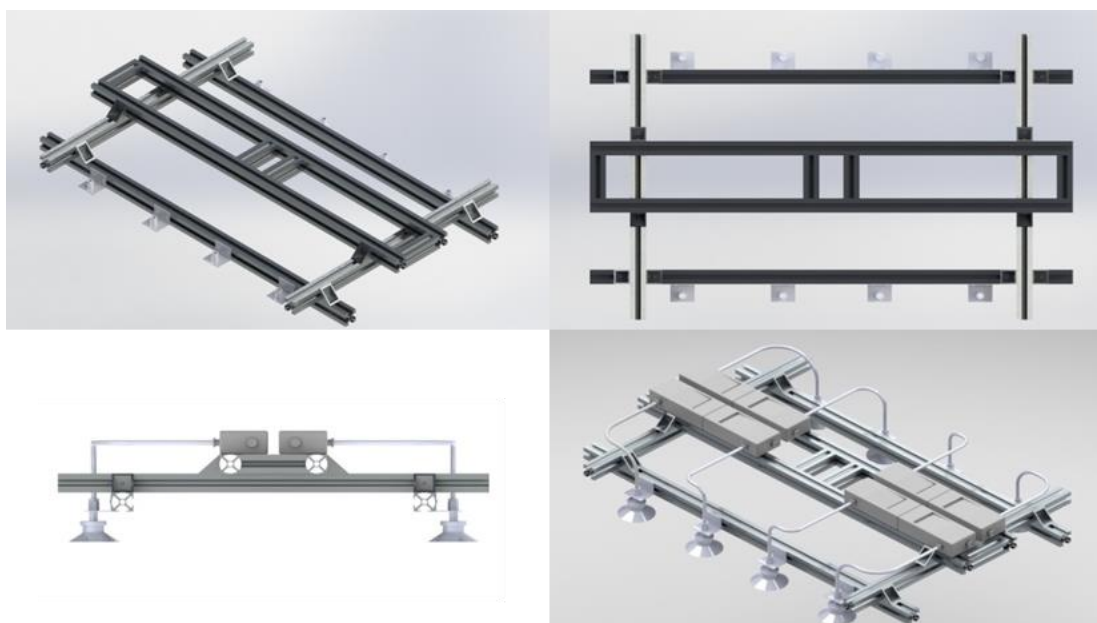


Figura 3-4 Projeto inicial do órgão terminal

A tecnologia de suporte das caixas recaiu sobre a utilização de um sistema pneumático constituído por ventosas que, permite garantir a sustentabilidade em consonância com a sua dimensão. O tipo de ambiente em que, a célula está inserida, as características do objeto a manipular, o tipo de aplicação, o preço desta tecnologia e a disponibilidade da energia pneumática no laboratório de automação, foram fatores determinantes na escolha deste sistema.

O sistema pneumático desenvolvido é constituído por ventosas, injetores de vácuo e electroválvulas.

A ventosa é o dispositivo que serve de interligação entre o objeto a ser agarrado e a estrutura metálica que serve de suporte. A sustentabilidade da carga pela ventosa é conseguida, através da força de sucção (pressão de vácuo) da ventosa que lhe é fornecida através do injetor de vácuo.

O vácuo é a "pressão negativa" ou depressão (pressão abaixo da pressão atmosférica). A diferença das pressões entre o vácuo e a pressão atmosférica, convenientemente aplicada sobre uma superfície, resultará numa força de sucção que, interligado a uma ventosa permite o suporte de um objeto.

A escolha do tipo de ventosa foi efetuada, tendo em conta o tipo de ambiente de implementação da célula de paletização e a carga a manipular (caixa de papelão). Neste sentido, a escolha recaiu sobre a ventosa do fabricante *SMC* modelo *ZPT* (Figura 3-5). Estas ventosas são do tipo planas e, apresentam uma forma côncava sendo constituídas à base de silicone. Antes de proceder ao cálculo do número de ventosas, a instalar no órgão terminal e o seu diâmetro adequado foi necessário definir os injetores de vácuo a utilizar de modo a obter a pressão de vácuo fornecida à ventosa ( Figura 3-5).

Assim sendo, a escolha dos injetores recaiu sobre o injetor *ZH10BS-06-06* do fabricante *SMC*. Com uma pressão de 6 bar fornecida ao injetor de vácuo obtém-se uma depressão de -0.48bar (-48kPa). Os injetores ou geradores de vácuo são responsáveis por transformar ar comprimido, energia de pressão positiva, em energia de pressão negativa a fornecer às ventosas.

O número de ventosas distribuídas no órgão terminal foi definido, de modo a efetuar uma distribuição par e uniforme das ventosas sobre os dois eixos para o seu suporte, sendo aplicado quatro ventosas em cada eixo. Para dimensionar o diâmetro adequado das ventosas numa distribuição de 8 ventosas, recorreu-se à expressão (3-1) do manual do fabricante (*SMC*, 2012).



Figura 3-5 Ventosa a vácuo ZPT50US-B01 e injetor de vácuo ZH10BS-06-06 [30]

Para o cálculo do diâmetro das ventosas foram usados os seguintes dados:

Massa da carga: 15kg

Pressão máxima de vácuo dos injetores: -48kPa

Número de ventosas: 8

Força de elevação: 147 N

Fator de segurança: 8

$$\varnothing D = \sqrt{\frac{4}{3.14} \times \frac{1}{P} \times \frac{W}{n} t \times 1000} \quad (3-1)$$

Onde:

$\varnothing D$ -Diâmetro de ventosas (mm);

W-Força de elevação (N);

P -Vácuo (kPa);

n -Número de ventosas por peça;

t - Fator de segurança de elevação horizontal com valores de 4 ou mais e na elevação vertical com valores de 8 ou mais (fator de segurança relativo à aceleração durante o movimento: elevação, paragem rotação).

Assim, utilizando 8 ventosas para elevar uma massa de 15 Kg é necessário um diâmetro de ventosa  $\geq 44.17$ mm, utilizando uma pressão diferencial de -48kPa. Consultando a tabela do fabricante, o diâmetro superior mais próximo disponível é de 50mm.

Definido o número de injetores de vácuo e o número de ventosas passou-se para a escolha das electroválvulas. As electroválvulas escolhidas foram electroválvulas biestáveis 3/2 do fabricante *SMC* (Figura 3-6). Estas têm como finalidade o fornecimento de ar comprimido aos injetores de vácuo. A utilização de válvulas biestáveis tem a vantagem de garantir o fornecimento de ar comprimido mesmo na existência de uma falha de energia na sua alimentação, garantido a sustentabilidade da carga. O número de electroválvulas previsto foi de quatro, uma para cada dois injetores de vácuo.

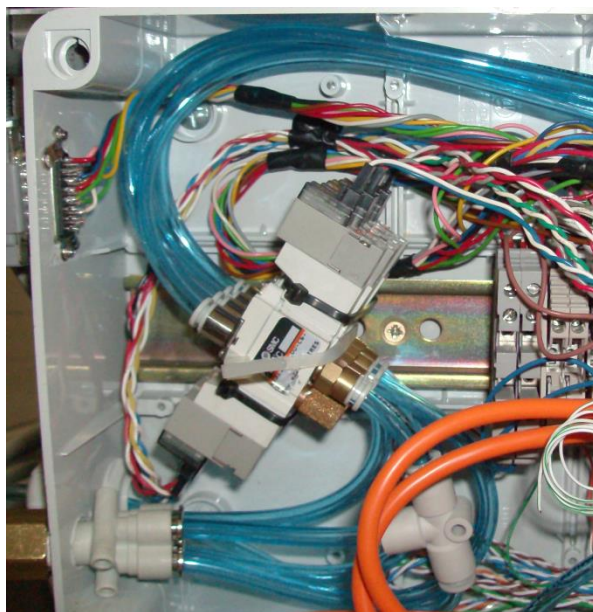


Figura 3-6 Electroválvulas

#### **3.1.2 Sistema de transporte de caixas**

Para o robô efetuar a paletização das caixas é necessário que estas sejam entregues ao manipulador. Na indústria são utilizados sistemas de transportes de correias ou de rolos para, garantir a entrega das caixas ao manipulador. Uma célula de paletização, constituída por um manipulador, pode ter mais do que um sistema de transporte de caixas e mais de que um sistema de suporte de paletes. Isto significa que, uma célula de paletização, pode operar em simultâneos dois tamanhos de caixas, um em cada alimentador e, paletizar mais de que uma paleta ao mesmo tempo.

Neste trabalho foi considerado apenas, a utilização de um único alimentador a fornecer um único tipo de caixa durante cada paletização. O sistema de transporte não foi alvo de estudo e de desenvolvimento, contudo foi alvo de projeção na elaboração do Layout da célula de paletização. De modo a sincronizar o sistema de transporte com o manipulador foi, necessário a conceção de um sistema para fornecer informação da presença de caixas, quando estas se encontram prontas a serem colocadas na paleta. O sistema desenvolvido foi projetado com base num sensor fotoelétrico para deteção da presença da caixa. O sensor escolhido para o

feito, foi o sensor fotoelétrico modelo: E3ZD82-G2SHW-05 da *OMRON*, (Figura 3-7 É um sensor de presença ótico que, utiliza feixes luminosos, normalmente na zona do infravermelho, por reflexão do tipo difusa. Isto é, inclui um emissor e um recetor no mesmo corpo. A escolha deste sensor foi sobretudo, devido, ao seu baixo custo e limitações do orçamento.



Figura 3-7-Sensor *Omron* E3ZD82-G2SHW-05 [31]

#### 3.1.3 Sistema de transporte e suporte de paletes

Ainda, referimos, outro equipamento inerente à célula de paletização denominado de sistema de transporte de paletes. Sendo um sistema, de transporte e suporte de paletes que, normalmente é constituído à base de roletes por apresentarem uma elevada capacidade de carga.

Uma célula de paletização pode ser constituída por mais do que um sistema de transporte de paletes. Esta disposição pode ocorrer devido a duas situações nomeadamente, i) paletização de mais de que um tipo de caixa na mesma célula e ii) redução do tempo de substituição da paleta. Como referimos, no ponto anterior, a célula projetada apenas, dispõe de um alimentador de caixas e, por sua vez, apenas de um transportador de paletes.

O dimensionamento do sistema de transporte de paletes está dependente da paleta a ser transportada. Assim estes sistemas devem atender aos seguintes aspetos:

- Flexibilidade de transporte de paletes de várias dimensões;
- Detecção da paleta no ponto de paletização;
- Sistema de segurança do posicionamento da paleta.

O sistema de transporte foi projetado para transportar as paletes definidas inicialmente e garantir a sua deteção e posicionamento. No projeto do Layout da célula de paletização foi previsto um sistema de transporte e suporte de paletes dotado de rolos acionados mecanicamente, por força eletromotriz. No entanto, esta solução não se concretizou devido, à falta de recursos financeiros e materiais para a sua conceção. Assim, o sistema de transporte de paletes, tal como projetada no Layout, não teve efeitos de implementação prática, apenas serviu para ilustrar a sua disposição na célula de paletização. Em sua substituição e, para

garantir a simulação da célula, foi desenvolvido um sistema de suporte de paletes dotado de um sistema de deteção para garantir o correto posicionamento da paleta (descrito na secção 4.1.3).

O sistema de deteção da paleta foi idealizado com, a projeção de 4 sensores de contacto dispostos, em cada extremidade do suporte da paleta. A escolha do tipo de sensor recaiu na utilização de sensores de contacto com alavanca de rolete modelo: D4B-4116N da marca *OMRON* (Figura 3-8). Este apresenta a vantagem de ser um sensor robusto, de baixo custo e possibilitar regulação da distância de contacto.



Figura 3-8 Sensor de contacto *Omron* modelo: D4B-4116N [31]

#### 3.1.4 Robô industrial

Durante a escolha do robô para, efetuar a manipulação da carga a ser paletizada é, necessário que, este seja adequado à tarefa em causa. Deste modo, é necessário atender aos seguintes aspetos principais:

- Tarefa a desempenhar;
- Ambiente de instalação do manipulador;
- Carga máxima;
- Volume de trabalho;
- Repetibilidade.

Como já referimos, anteriormente, a tarefa a desempenhar é a paletização de caixas no laboratório de Automação Industrial da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu. Assim sendo, não existem preocupações acrescidas relativamente ao tipo de ambiente, pois este não apresenta condições adversas. Na escolha do manipulador é necessário verificar se, este é adequado à tarefa a desempenhar de modo a, tirar o maior proveito e rentabilidade. Um fator importante para a escolha de um manipulador para o processo de paletização é o seu poder de carga máximo. Este valor deve ser calculado tendo em conta a carga máxima prevista a ser manipulada e, também, o peso do órgão terminal a ser utilizado, não só num

futuro próximo mas, também, num futuro longínquo de modo a, não limitar o sistema de paletização a alterações futuras da carga. Assim, o poder de carga do manipulador será a carga máxima previsível acrescida da massa do órgão terminal.

Salientamos, outro ponto importante alvo de discussão, o volume de trabalho do manipulador. Ou seja, o conjunto de todos os pontos que podem ser alcançados pela extremidade do robô, durante a sua movimentação. Assim, os objetos que serão manipulados pelo manipulador devem estar dentro do seu volume. Isto significa que, o alimentador de caixas e o transportador de paletes devam estar dispostos de tal forma que, seja assegurada a paletização de todas as caixas.

Por fim, a repetibilidade é outro fator importante que deve ser considerada na escolha do manipulador para o processo de paletização. Uma vez que, os ciclos de paletização são repetitivos e é, necessário que, a carga seja colocada sempre no mesmo ponto.

É de salientar que, as ideias retidas nos parágrafos anteriores revelam grande importância para a escolha do robô. No entanto, devido ao aproveitamento dos recursos existentes no laboratório de Automação da ESTGV, optamos por utilizar o robô do fabricante *ABB* modelo: IRB 1600-6/1.45m, (Figura 3-9). Note-se que apesar do manipulador não ir de encontro a alguns dos parâmetros definidos anteriormente, como as suas limitações a nível do poder de carga e do volume de trabalho, estes, não inviabilizaram o objetivo inicialmente definido da paletização das caixas.

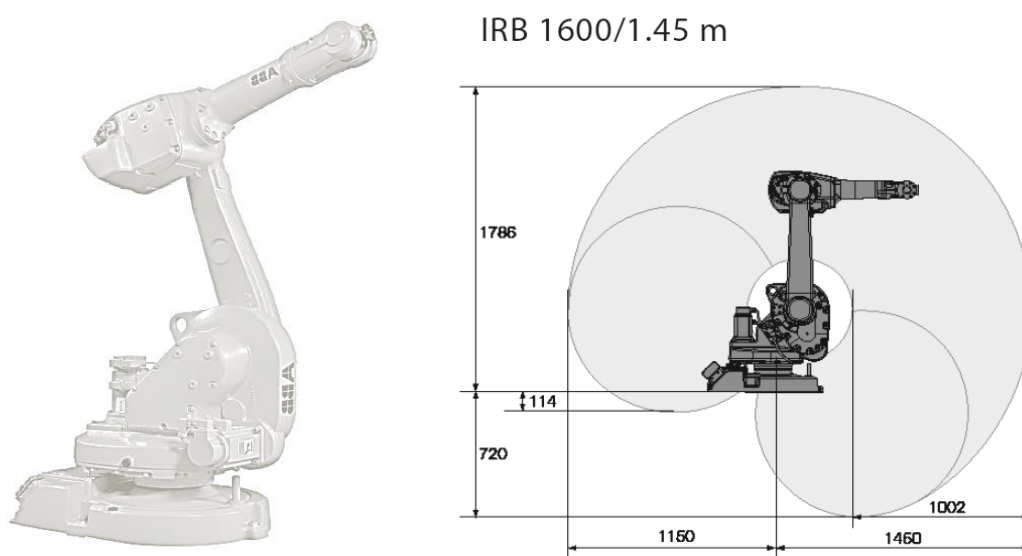


Figura 3-9 Robô IRB 1600 da *ABB*® [32].

Este manipulador, de seis graus de liberdade, apresenta uma estrutura antropomórfica com seis articulações de rotação e punho esférico. É um manipulador mais adequado para operações de soldadura a arco, fundição, manuseio de materiais, montagem e embalagem. A

capacidade máxima de carga é de seis quilogramas (Kg) com uma repetibilidade de  $\pm 0,05$ mm. Outras características importantes são apresentadas no (Quadro 3-1).

Quadro 3-1 Principais características do robô *ABB IRB 1600*

<b>Principais características do robô <i>ABB IRB 1600</i></b>	
Tipo	Antropomórfico
Referência	ABB IRB 1600/1.45
Número de eixos	6
Carga máxima	6 kg
Dimensões da base do robô	484x648 mm
Altura total	1294,5 mm
Peso	250 kg
Repetibilidade	$\pm 0.05$ mm

O robô industrial, o *ABB IRB 1600*, apresentado dispõem de um sistema computadorizado (controlador) (Figura 3-10), o qual, é responsável pelo controlo das estruturas mecânicas, coordenação da ação dos motores das juntas e do movimento a executar. O controlador usa os modelos do manipulador e do ambiente, sendo esta informação, fornecida pelos sensores e pelo operador para assim efetuar as operações de cálculo necessárias e, enviar a informação dos sinais de controlo aos atuadores. Este dispositivo também é responsável pela tarefa de registo de dados e pela gestão das comunicações com o operador ou com outros dispositivos associado à execução da tarefa.

O controlador *IRC5* com *Flexpendant* utiliza a linguagem de programação de alto nível, *Rapid*, orientada a objetos. É uma linguagem muito semelhante ao *PASCAL* com bibliotecas de funções avançadas de manipulação, controlo de posição, possibilidade de gestão de programas, gestão de ficheiros e de dispositivos de interface com o utilizador. A interface com o utilizador apresenta-se numa consola formada por um *LCD*, teclado, paragem de emergência e um *joystick*.



Figura 3-10 Controlador IRC5 com *Flexpendant*

#### 3.1.5 Sistemas de controlo e sinalização

Como em qualquer projeto de automação industrial é necessário implementar sistemas de controlo e sinalização. Normalmente tais sistemas de controlo são concebidos com recurso a unidades de comando manual. No entanto a utilização de sistemas de comando de interface Homem-máquina são cada vez mais frequentes. Neste sentido, para controlar a célula de paletização, foi considerado a implementação de uma unidade de comando manual, constituída por botões de impulso (Figura 3-11), e a consola de controlo do manipulador (Figura 3-12).

A implementação da unidade de comando manual tem como objetivo garantir maior fiabilidade do sistema, menor desgaste da consola, maior facilidade e rapidez na escolha de alguns comandos do controlo da célula de paletização (e.g., ligar e desligar ventosas).

O sistema de sinalização implementado é constituído pela utilização de iluminação sinalética composta por unidades de sinalização (exemplo na Figura 3-11). Foi previsto também uma reprodução de mensagens de texto com informação inerente ao processo de paletização e erros do sistema de paletização na consola *Flexpendant*. O sistema de sinalética luminoso tem a vantagem de dispensar a presença do operador junto da consola para verificar a existência de erros, podendo assim ser visualizados à distância pelo operador, ficando livre para a realização de outras tarefas.



Figura 3-11 Botoneira mural e unidades de comando e sinalização



Figura 3-12 Consola *Flexpendant*

#### 3.1.6 Sistema de segurança e emergência

Os requisitos de segurança de cada um dos componentes da célula constituem um elemento essencial na sua operacionalidade. Tais requisitos são distribuídos pelo meio envolvente da célula constituída por diversos equipamentos. Neste projeto foram considerados sistemas de segurança que garantem a proteção da integridade física dos operários e sistemas de segurança para precaver o sistema de possíveis danos garantindo a sua operacionalidade.

No desenvolvimento do sistema de segurança foram consideradas barreiras físicas e sensores de segurança. As barreiras físicas representadas na (Figura 3-1) foram projetadas com o objetivo de garantir que o espaço de manipulação do robô não fosse invadido aquando a paletização de caixas, garantindo assim a segurança das pessoas. No entanto, na sua implementação prática está não foi concretizada, contudo foi substituída por uma barreira ótica, simulada por dois sensores fotoelétricos (Figura 3-7). A não colocação de barreiras físicas, como inicialmente projetado, foi devido ao facto, do pouco espaço disponível no laboratório e também por questões relacionadas com a sua aquisição. A funcionalidade para a qual as barreiras físicas foram projetadas, isto é, a paragem do sistema, na presença de pessoas na zona de manipulação, foi garantida com a utilização da barreira ótica.

Na implementação da célula foram previstos outros sistemas de segurança como o sistema de deteção da caixa no órgão terminal e o sistema de verificação da pressão de ar comprimido.

O sistema para a deteção da caixa no órgão terminal foi projetado com o recurso a dois sensores óticos (Figura 3-13) de tecnologia a fibra ótica. Este sistema é constituído por dois componentes: o amplificador e a cabeça de deteção composta por duas fibras. O amplificador é o componente eletrónico onde está localizado o emissor e recetor de luz. A luz (led) é transmitida por intermédio de uma fibra até à cabeça de deteção em que é dispersada na sua extremidade. A deteção da carga por parte deste sistema ocorre, quando, o feixe de luz emitido é refletido no objeto e conduzido até ao recetor pela outra fibra.

Na conceção do projeto deste sistema, os transmissores foram projetados para serem implementados em cada uma das extremidades da estrutura central do órgão terminal e as cabeças de deteção a serem implementadas, uma em cada eixo de suporte das ventosas, e em lados opostos de modo a, detetarem o afastamento da caixa em qualquer situação de despreendimento da carga. A utilização deste tipo de sensores, foi devido ao facto de, fazer parte do stock da ESTGV e apresenta a vantagem de poder ser aplicado em locais de difícil acesso e o seu longo tempo de vida útil.

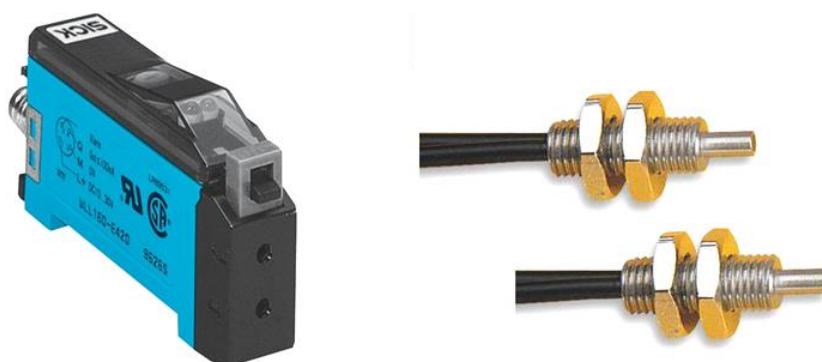


Figura 3-13 Sensor ótico WLL160-E420 e fibra do fabricante *SICK* [33]

O sistema de monitorização da pressão de ar foi projetada tendo em conta a implementação de um sensor de pressão, de modo a precaver a diminuição de pressão ou mesmo uma falha total da pressão fornecida ao sistema pneumático. Neste sentido, foi referenciada a utilização do sensor apresentado na (Figura 3-14) em que permite a configuração do limite da pressão mínima de modo a ser enviado um sinal ao controlador quando atinge esse valor.



Figura 3-14 Sensor de pressão [30]

No sistema de suporte da paleta foi projetado um sistema de segurança, de modo a efetuar a monitorização do correto posicionamento da paleta ao longo do processo de paletização. A monitorização da paleta é conseguida com o recurso à utilização dos quatro sensores de contacto projetados no suporte da paleta para detetarem a troca da paleta. Assim, com este sistema garante-se que não são paletizadas caixas numa situação de mau posicionamento da paleta que pode ocorrer durante o processo de paletização.

Relativamente ao sistema de emergência foi projetado um botão de encravamento mecânico por impulso na botoneira de comando da célula. Este botão destina-se ao comando do corte de energia de todas as unidades de força motriz da célula de paletização, do alimentador de caixas e do transportador de paletes. (Figura 3-15) Botão de emergência de encravamento mecânico por impulso..

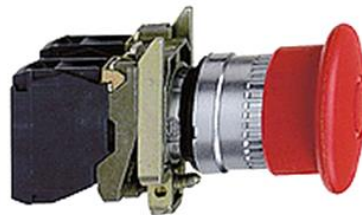


Figura 3-15 Botão de emergência de encravamento mecânico por impulso.

## 4. Implementação de *Hardware*

Neste capítulo apresentamos o *Hardware* desenvolvido para uma solução de paletização de caixas.

Iniciamos com a apresentação do *Layout* da célula de paletização desenvolvido e descrevemos a implementação do órgão terminal e o sistema inerente para a detecção de caixas destinado a assegurar a sincronização com o manipulador. Uma parte deste capítulo centra-se na apresentação do sistema de transporte e detecção de caixas, noutra parte apresentamos o sistema de suporte de caixas desenvolvido, bem como o sistema inerente a detecção das paletes e, por fim, apresentamos o sistema de comando e sinalização da célula, encerrando com a exposição do sistema de segurança e emergência da célula de fabrico.

### 4.1 *Layout* desenvolvido

Após termos definido as linhas gerais deste projeto, iniciamos a implementação e interligação dos vários sistemas desenvolvidos.

De acordo com a (Figura 4-1) apresentamos a célula desenvolvida no Laboratório de Automação para a paletização de caixas. Salientamos, também a existência de algumas diferenças entre o projeto inicial e o projeto realmente desenvolvido, como já referimos, no capítulo anterior. Contudo, o objetivo inicialmente traçado foi alcançado.



Figura 4-1 Layout da célula robótica

O manipulador utilizado apresenta limitações na sua área de manipulação, condicionando a sua viabilidade para a paletização. Ainda, outra limitação que condiciona a sua aplicação no processo de paletização é o seu baixo poder de carga. Considerando o espaço disponível no laboratório e as limitações do manipulador foi tido, em conta, uma preocupação acrescida na sincronização, organização e posicionamento dos vários equipamentos inerentes à célula.

Para desenvolver a célula de paletização apresentada (Figura 4-1), foi necessário atender ao projeto inicialmente, definido no qual, foram desenvolvidos os seguintes equipamentos:

- Órgão terminal;
- Alimentador de caixas;
- Transportador de paletes;
- Sistema de comando e sinalização;
- Sistema de segurança;
- Interligação dos vários sistemas.

### 4.1.1 Órgão terminal

O órgão terminal foi um dos componentes desenvolvidos desde a sua fase inicial, tanto a parte da estrutura metálica como o sistema pneumático inerente ao suporte das caixas. Na (Figura 4-2), podemos verificar que a estrutura metálica foi desenvolvida de tal forma que permite o ajuste do órgão terminal à dimensão das caixas. A regulação do órgão terminal à dimensão da caixa é conseguida através do deslocamento das barras e/ou dos suportes das ventosas, que também são reguláveis. Também foi previsto na estrutura, como definido na fase de projeto,

espaço para alojar os injetores de vácuo e o equipamento inerente ao sistema de segurança de detecção da caixa.

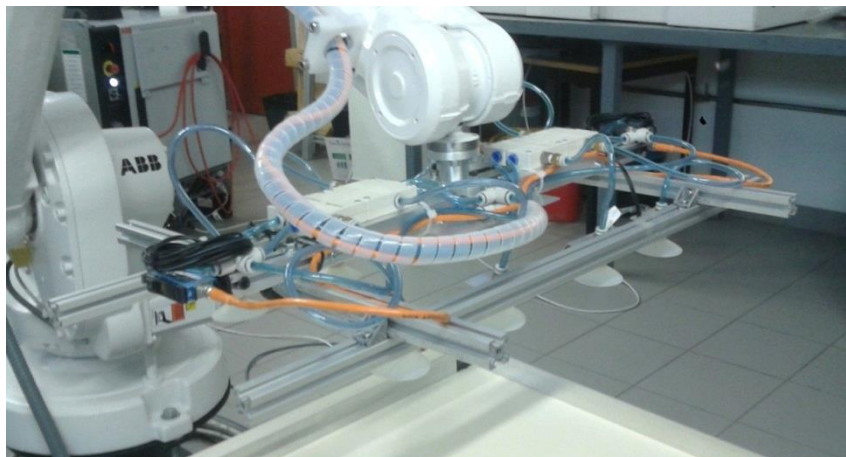


Figura 4-2: Órgão terminal desenvolvido

As ventosas foram afixadas a uma calha do tipo L, em alumínio, e estas afixadas às barras definidas para o seu suporte. O desenvolvimento da fixação da calha do tipo L foi efetuada de modo a permitir o seu posicionamento ao longo da barra de suporte, permitindo assim flexibilidade no seu posicionamento. As barras de suporte das ventosas também foram concebidas de modo a permitir o seu ajuste fácil à dimensão da caixa, podendo ser reguladas no seu afastamento entre si.

Os injetores de vácuo foram implementados na parte superior do órgão terminal. Estes são alimentados a energia pneumática através das quatro electroválvulas biestáveis 3/2, uma para cada dois injetores. No sentido do órgão terminal ser o mais leve possível as electroválvulas, em vez de serem instaladas no órgão terminal, foram instaladas numa caixa junto à base do manipulador (Figura 4-3). Os oito injetores de vácuo, posicionados no órgão terminal, são alimentados através dos quatro tubos que derivam da saída das electroválvulas. Os tubos foram afixados ao braço do manipulador através de abraçadeiras em PVC que foram concebidas para o efeito. Esta tipologia de instalação tem a vantagem de eliminar o risco de esmagamento de cabos na qual podiam dar origem a avarias elétricas.

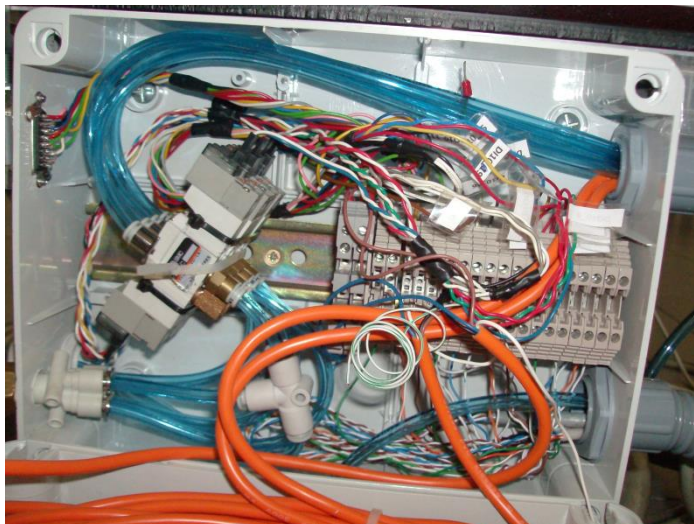


Figura 4-3 Pormenor da caixa das válvulas pneumáticas

Como definido na fase de projeto, o órgão terminal foi desenvolvido para suportar uma carga máxima de 15 Kg. Para averiguar se o órgão terminal garante o suporte das caixas foram efetuados vários testes. A realização dos testes ao órgão terminal para a carga máxima foi efetuada com o órgão terminal retirado do punho do manipulador. O órgão terminal foi retirado do punho do manipulador porque este apenas suporta uma carga máxima, a contar com o peso do órgão terminal, de 6Kg.

Os testes efetuados são descritos na tabela seguinte:

Quadro 4-1 Testes de poder de carga do órgão terminal

Massa (Kg)	Resultado		
	Sem vibrações	Pequenas vibrações e movimentos de rotação	Grandes vibrações e movimentos de rotação
12	Suporta	Suporta	Suporta
15	Suporta	Suporta	Suporta
17	Suporta	Suporta	Cai após alguns segundos

Analisando o quadro anterior podemos concluir que o órgão terminal garante o suporte de uma carga de 15kg mesmo quando submetido a grandes vibrações e movimentos de rotações bruscos são às superiores as que ocorrem num processo normal de paletização. Assim podemos concluir que o órgão terminal vai de encontro com o projetado sendo adequado para a carga definida.

### 4.1.2 Sistema de transporte e detecção de caixas

Para que o robô possa realizar uma operação de paletização, as caixas a paletizar terão de ser fornecidas ao robô. Isto implica a utilização de um sistema de suporte de caixas. Como não foi possível desenvolver um sistema de transporte dotado de um sistema de motorização, em sua substituição e, para efeitos de, simulação, foi utilizado uma mesa (Figura 4-4). Esta foi dotada de réguas em alumínio, para delinear o espaço a simular a passadeira, e de um sensor (apresentado na secção 3.1.2) para efetuara a detecção das caixas, quando se encontram na zona de paletização. Como o sensor funciona por reflexão e a distância da régua em alumínio ao sensor é curta foi necessário colocar fita isoladora preta para não refletir o feixe luminoso emitido pelo sensor. Contudo, durante as simulações o sensor não apresentou falhas na detecção das caixas, desempenhando adequadamente a função para o qual foi projetado.



Figura 4-4 Mesa de simulação do sistema de transporte

### 4.1.3 Sistema de transporte e suporte da palete

Como a (Figura 4-1) e, como referido anteriormente, o sistema desenvolvido para o suporte de paletes não foi de encontro com o inicialmente projetado. No entanto, em sua substituição, foi desenvolvido uma estrutura metálica, constituída por barras em alumínio de 40x40mm, para garantir o suporte da palete e viabilizar a simulação da paletização de caixas. A estrutura metálica, apesar de ter sido ajustada a uma palete de dimensões 1200x800mm, permite o ajuste fácil a outras dimensões de paletes (Figura 4-5). A regulação em largura do suporte é conseguida através da regulação da barra lateral mais afastada do manipulador recorrendo a uma chave e desapertando os dois parafusos na extremidade. Esta flexibilidade é importante para garantir a simulação de paletes de diferentes dimensões e para permitir a realização de testes da funcionalidade do Software que, apresentaremos no capítulo seguinte.

Os sensores de contacto com alavanca de rolete definidos (na secção 3.1.3) foram afixados em cada extremidade da estrutura metálica. Na fixação dos sensores ao suporte de paletes foi tida a preocupação do sentido da substituição da paleta para que esta não danificasse os sensores durante a sua substituição. Estes sensores são responsáveis pela deteção do correto posicionamento da paleta que se verifica quando os quatro sensores estiverem pressionados ao mesmo tempo.

No suporte da paleta foi previsto uma caixa de derivação que recebe um cabo flexível de dois condutores de cada sensor. Estes foram ligados na tipologia série, por forma a garantir que quando o sensor não está pressionado, o sinal não chega ao controlador do manipulador, o que traduz numa incorreta colocação da paleta. Da caixa de derivação foi ligado um cabo de dois condutores a uma entrada digital do manipulador. Esta tipologia, ligação em série dos sensores, tem a vantagem de apenas utilizar uma entrada do controlador do manipulador e de dispensar a utilização de cabo com mais condutores entre a ligação dos sensores do suporte da paleta e do controlador do manipulador. É de salientar que, apesar de não ter sido implementado uma rede de tubagem para proteção dos cabos, numa aplicação industrial, deve existir uma rede de tubagem, para garantir a proteção dos cabos de possíveis impactos mecânicos.



Figura 4-5 Suporte da paleta

### 4.1.4 Sistema de comando e sinalização

Na realização do controlo da célula de paletização foram previstos dois sistemas distintos de controlo:

- Consola *Flexpendent*;
- Caixa de comando.

A consola *Flexpendent*, que está interligada ao controlador, permite a programação, configuração, parametrização e controlo do robô. No entanto, ainda permite a interação do A

consola *Flexpendent*, que está interligada ao controlador, permite a programação, configuração, parametrização e controlo do robô. No entanto, ainda permite a interação do utilizador com as aplicações a desenvolver, desde que devidamente programadas. Neste sentido a consola *Flexpendent* foi utilizada neste trabalho com o intuito de permitir uma melhor otimização e controlo da célula de paletização. Assim sendo, o programa desenvolvido foi dotado de menus que garantem a interação e visualização, por parte do utilizador, dos parâmetros da célula; mensagens do estado do processo, mensagens de alarmes, mensagens do sistema de segurança entre outros (e.g., Figura 4-6).

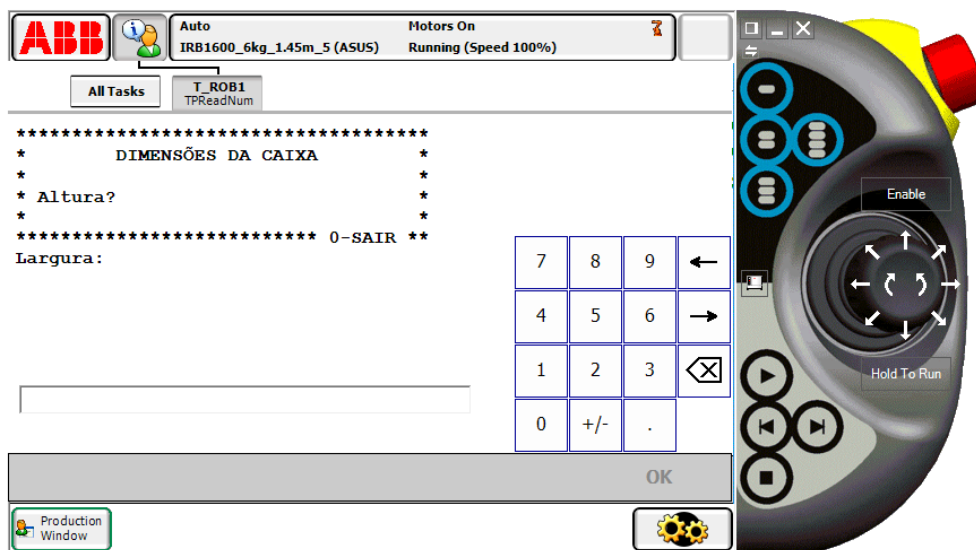


Figura 4-6 Consola de interface do robô ABB

O comando da célula de paletização também foi implementado numa caixa de botões de impulso (Figura 4-7). Os botões foram implementados com o intuito de garantir o comando fácil e rápido de alguns elementos da célula como seja ligar e desligar as ventosas, paragem do processo de paletização, fim da paletização, entre outros. Outra razão para implementação deste comando deve-se ao facto de libertar a consola de possíveis danos e desgaste do ecrã táctil.

Na caixa também foi implementado um sistema de sinalização com recurso a três sinalizadores visuais, verde, laranja e vermelho, para o fornecimento de informação acerca do estado da célula. Este sistema proporciona uma grande vantagem em relação às mensagens da consola, porque permite ao utilizador visualizar o estado do funcionamento da célula sem a necessidade de estar junto da consola. Assim, na ocorrência de algum erro ou anomalia, o utilizador tem a sua percepção mesmo quando distante da célula, ficando livre para a realização de outras tarefas.



Figura 4-7 Sistema de comando e de sinalização implementado

#### 4.1.5 Sistema de segurança e emergência

No desenvolvimento prático da célula de paletização existiu uma preocupação acrescida na implementação dos sistemas de segurança mencionados na (secção 3.1.6).

Os sistemas de segurança físicos que foram alvo de investigação e desenvolvimento presentes na célula de paletização foram:

- Sistema de barreiras para deteção da intrusão à célula;
- Sistema de deteção da queda de caixa;
- Sistema de deteção da falta de ar comprimido;
- Sistema de deteção da palete.

A barreira ótica, para deteção de intrusão à célula, foi simulada por intermédio de dois sensores fotoelétricos. O acionamento deste sistema ocorre, quando um objeto passa pela barreira, sendo esta, colocada na perna da mesa à entrada da célula para detetar a passagem de uma pessoa ou objeto para dentro da zona de manipulação de caixas (Figura 4-8).



Figura 4-8 Pormenor dos sensores fotoelétricos

Na (Figura 4-9) apresentamos o sistema de segurança implementado no órgão terminal para detetar o desprendimento da caixa. Assim, como referimos na fase de projeto, os sensores utilizados são compostos por amplificadores e por cabeças de deteção. Os amplificadores foram colocados um em cada um dos lados do órgão terminal e os sensores de deteção em extremidades opostas. Como os sensores de deteção necessitam de ser interligados aos amplificadores e o meio de interligação são fibras de vidro, duas fibras a cada sensor, optou-se pela colocação dos amplificadores no órgão terminal para evitar eventuais danos nas fibras. Isto porque, as fibras de vidro são mais sensíveis que os cabos que alimentam os amplificadores. A colocação dos sensores de deteção em extremidades opostas permite, a deteção do desprendimento das caixas mesmo, quando este ocorre em apenas um dos lados. O que, não era possível detetar com a utilização de um sensor ou de dois mas colocados no mesmo lado. Para permitir a regulação dos sensores de deteção, estes foram afixados num suporte, suportes idênticos aos das ventosas que, permite a sua regulação à dimensão da caixa.

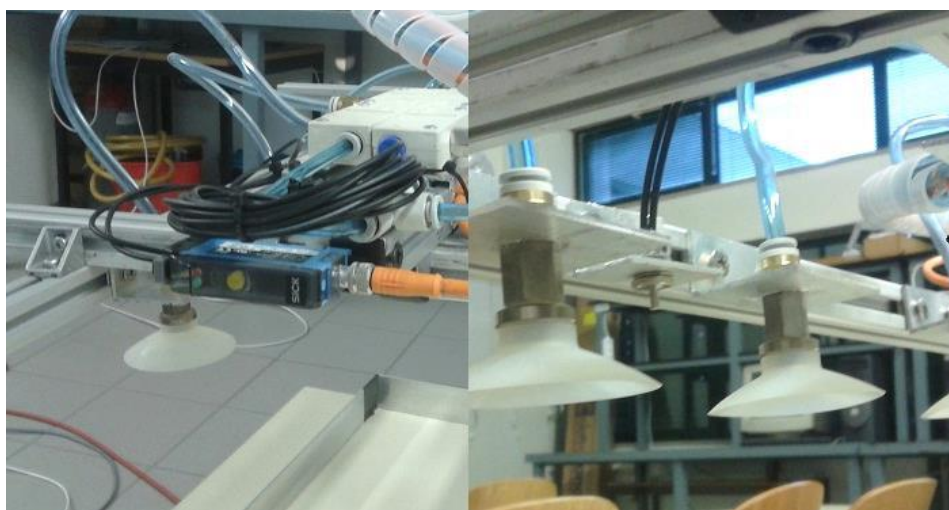


Figura 4-9 Ilustração do sensor de fibra ótica

Na célula ainda foi implementado um sistema composto por um sensor de pressão para averiguar permanentemente a pressão de ar comprimido disponibilizado ao sistema de suporte de caixas (Figura 4-10). A importância da análise da pressão prende-se com a sua influência no poder de carga do sistema pneumático de suporte de caixas. Ou seja, um nível de pressão baixo não permite o suporte da carga máxima. Assim, com este sistema, consegue-se identificar uma eventual fuga de ar comprimido ou avaria no sistema de ar comprimido. O pressostato foi parametrizado para comutar o estado da sua saída quando o nível de pressão se encontra nos 5 bar. Este valor foi definido como valor aceitável para manipulação da carga máxima.



Figura 4-10: Sensor de pressão *SMC*

Os sensores implementados no sistema de suporte da paleta, para além da função de deteção da substituição da paleta, ainda foram utilizados no sistema de segurança para averiguar permanentemente o correto posicionamento da paleta. Assim, garante-se que na ocorrência de um mau posicionamento da paleta, durante o processo de paletização, não é efetuada a manipulação de caixas. Assim elimina-se o risco de mau posicionamento das caixas e, por sua vez, o seu esmagamento pela colocação de uma caixa num ponto onde existe outra caixa.

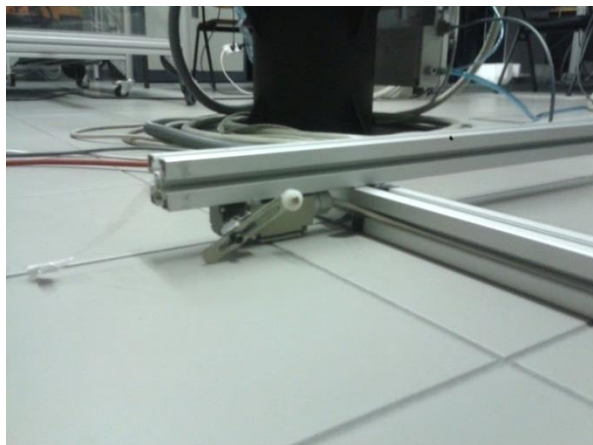


Figura 4-11: Pormenor da colocação do sensor de deteção da paleta

A célula de paletização, para além dos dispositivos de paragem de emergência disponibilizados no controlador e na consola *Flexpendent*, foi dotada de outro dispositivo de paragem de emergência implementado na estação de controlo da célula. Este dispositivo foi implementado com o recurso a um botão de encravamento mecânico do tipo cogumelo em que o encravamento é feito por impulso e o desencravamento por rotação da cabeça do botão. O botão de emergência (Figura 4-12) foi implementado com o objetivo de executar a paragem de emergência a partir da estação de comando. Do mesmo modo que, os outros dispositivos de emergência disponíveis no controlador e no *Flexpendent*, permitindo efetuar o corte de energia dos dispositivos de força motorizes que possam ocorrer em trabalhos futuros no alimentador de caixas ou de paletes.



Figura 4-12 Botão de emergência

## 4.2 Interface Robótica

Neste sistema de paletização foram utilizados diversos sensores no sentido de fornecer informação acerca do ambiente em que, está inserido. Através destes sensores, obtém-se informação necessária para, realizar os processos de forma rápida e eficiente.

Apresentamos de seguida, a interface robótica implementada na célula flexível de fabrico. Nos (Quadros 4-2 e 4-3) apresentamos as entradas e saídas digitais no controlador do robô, respetivamente.

Quadro 4-2: Interface Robótica (Entrada)

Entradas IRB1600	
Ref. de entrada	Descrição
DI10_1	AR_OK Verifica a pressão do ar comprimido
DI10_4	Sensor ótico que deteta a queda de caixas número 1
DI10_5	Sensor ótico que deteta a queda de caixas número 2
DI10_6	Botão “Posição de Manutenção 1”
DI10_7	Botão “Ventosa ON/OFF”
DI10_9	Sensor ótico que deteta a presença de caixas no tapete
DI10_10	Sensor de contacto que deteta a presença de palete número 1
DI10_11	Sensor de contacto que deteta a presença de palete número 2
DI10_12	Sensor de contacto que deteta a presença de palete número 3
DI10_13	Sensor de contacto que deteta a presença de palete número 4
DI10_14	Botão “Fim de Palete”
DI10_15	Botão “Fim na Caixa Atual”
DI10_16	Botão “Emergência”
DI11_1	Botão “Posição de Manutenção 2”
DI11_2	Botão “OK” do operador
DI11_3	Sensores óticos de Segurança

Quadro 4-3: Interface Robótica (Saídas)

<b>Saídas IRB1600</b>	
<b>Ref. de saída</b>	<b>Descrição</b>
DO10_2	Desativa a Electroválvula 1
DO10_3	Ativa a Electroválvula 2
DO10_4	Desativa a Electroválvula 2
DO10_5	Ativa a Electroválvula 3
DO10_6	Desativa a Electroválvula 3
DO10_7	Ativa a Electroválvula 4
DO10_8	Desativa a Electroválvula 4
DO10_9	Luz Vermelha
DO10_10	Luz Laranja
DO10_11	Luz Verde
DO10_12	Ativa a Electroválvula 1

## 5. Desenvolvimento de Software

No âmbito deste capítulo foi desenvolvida uma ferramenta de Software para utilização em robôs industriais cujo, objetivo principal do *Software* desenvolvido é, permitir a paletização de caixas de diferentes dimensões, garantindo flexibilidade a cada nova paletização. A flexibilidade deste programa é, conseguida devido, à implementação de um algoritmo que, procura calcular os pontos de paletização da caixa em função do seu tamanho e/ou da paleta. Surgiu, também a preocupação acrescida de desenvolver uma aplicação de fácil parametrização e de utilização intuitiva.

Tal como, a implementação física da célula de paletização, o *Software* foi desenvolvido de modo, a aproximar-se o mais possível, da realidade presente, numa unidade de fabrico. Nesta perspetiva, foi considerada a integração de sistemas inerentes à segurança de pessoas e bens.

### 5.1 Linguagem de programação e sua estrutura

Os programas desenvolvidos para esta aplicação partiram da linguagem “*RAPID*” da *ABB* estando localizados no controlador do robô. Esta aplicação foi apenas baseada nas funções disponibilizadas por esta linguagem. A célula de paletização foi desenvolvida tendo por base dois programas. O programa de supervisão dos sistemas de segurança e o programa inerente aos restantes aspetos do processo, incluindo a movimentação do manipulador.

Para que o controlador do manipulador possa funcionar com os dois programas em simultâneo, ou seja, em *multitask*, foi necessário efetuar configurações no controlador. Este tipo de funcionamento permite a execução do programa relativo aos movimentos do manipulador e a monitorização dos sinais dos sensores referentes ao programa de supervisão.

A estrutura adotada para o trabalho desenvolvido apresenta o programa principal como subordinado do programa de supervisão, isto é, uma ordem de paragem do programa de supervisão está sobre uma ordem do programa principal. Neste sentido colocam os aspetos relativos à segurança em primeiro lugar.

A utilização deste tipo de estrutura implica configurações do controlador as quais podem ser conseguidas recorrendo à consola *Flexpendant* e ao menu de configurações. Para obter mais informação sobre os parâmetros de configuração deverá consultar o manual disponível em [34].

### 5.2 Programa de supervisão

Como o próprio nome indica, este programa foi desenvolvido com o intuito de efetuar a monitorização de todos os sinais dos equipamentos inerentes ao sistema de segurança instalados na célula. Assim, garantimos a gestão dos alarmes ocorridos no qual, são transmitidos ao utilizador através do recurso de mensagens desencadeadas na consola *Flexpendant*. Estas mensagens servem para informar o utilizador do alarme ocorrido por forma, a facilitar a identificação e resolução da anomalia.

O programa desenvolvido é responsável pela monitorização permanente dos sinais de entrada dos seguintes equipamentos:

- Sensores da palete;
- Sensor de pressão;
- Sensores de limitação da zona de segurança;
- Botão de emergência.

Não estão referidos os sensores da deteção de caixa porque, estes não são alvo de monetarização neste programa, uma vez que, a não deteção da caixa no órgão terminal não invalida a movimentação do manipulador.

Os sensores de deteção, por contacto, aplicados no suporte da palete estão associados a um alarme para, monitorização do estado da colocação da palete no suporte durante a paletização de caixas. Na colocação da palete, no suporte ou durante a sua substituição, o alarme “palete mal colocada” é desativado para dar prioridade ao sistema de alarme, desenvolvido no programa principal e de verificação da colocação ou substituição da palete no suporte. Este sistema de alarme foi desenvolvido com o intuito de verificar se, a palete está corretamente coloca no suporte, durante a sua colocação e, verificar se a palete foi retirada do suporte durante, quando se procede à sua substituição. Através deste sistema, pretende-se eliminar erros por, esquecimento durante, a colocação da palete ou na sua substituição. Numa eventualidade de um defeito na palete, relacionado com a sua estabilidade, esta não consegue pressionar os quatro sensores ao mesmo tempo, dando origem a uma mensagem na consola a

indicar que a palete está mal colocada. A identificação de um possível erro de estabilidade da palete permite, antecipar erros futuros relacionados como o esmagamento das caixas devido, à palete estar demasiado alta. Os sensores da palete não são monitorizados na parametrização dos valores da caixa, palete ou durante a colocação e substituição da palete.

Outro sinal monitorizado neste programa é o sensor de pressão. A sua monitorização permite identificar antecipadamente a insuficiência de ar comprimido para efetuar com segurança a manipulação das caixas. Também permite dar conhecimento de uma possível avaria. Quando a pressão de ar comprimido é insuficiente para efetuar a paletização de caixas, o sensor envia um sinal ao controlador no qual identifica o alarme de falta de pressão, originando uma paragem do sistema de paletização. Para colocação do sistema em funcionamento é necessário que a pressão estabilize para o valor mínimo definido no sensor (5,5 bar) e a sua validação através do botão de impulso no sistema de comando (botão de impulso OK), como método de reconhecimento do alarme ocorrido. O sistema verifica novamente os sinais de entrada dos sensores referentes a alarmes e, se estes não estiverem ativados, o sistema continua o processo onde parou e ativa o sinalizador verde como sinalização de sistema operacional. Caso contrário o sistema continua parado e é escrito na consola *Flexpendant* a mensagem da ocorrência do alarme.

A barreira ótica implementada é um dos sistemas em que os sinais dos sensores são monitorizados permanentemente. Neste sentido desenvolvemos o sistema de alarme para integrar os sinais destes sensores, de modo a ser possível a identificação de uma intrusão na célula. Os dois sensores fotoelétricos que formam a barreira ótica são monitorizados permanentemente, permitindo assim identificar uma possível intrusão na célula de paletização e cortar a alimentação de todos os sistemas motrizes. Na ocorrência deste alarme é escrito a mensagem de erro do alarme e ligado o sinalizador vermelho. Para novamente o acionar o sistema de paletização é necessário que os sensores não estejam ativados e o reconhecimento por parte do utilizador que a zona de manipulação de caixas não se encontra com presença de pessoas ou bens.

Por último, foi necessário efetuar a programação relativa ao botão de emergência. Deste modo, permitimos dotar o sistema de mecanismos de corte de alimentação numa eventualidade do seu acionamento, criando assim mais um ponto para o corte de energia ao sistema. Quando este é acionado na consola é escrita uma mensagem de identificação do seu acionamento e para, a sua desativação é, necessário efetuar o seu desbloqueio, manualmente no próprio botão e efetuar o reconhecimento do alarme. Importa referir que, quando o sistema se encontra em funcionamento normal, sem alarmes ativados, na consola aparece a mensagem anterior ao alarme. Ou seja, o programa parte do ponto onde parou.

No fluxograma, de acordo com a (Figura 5-1) está representado o funcionamento do programa de supervisão responsável pela monitorização dos sinais dos sensores. Através da sua análise, podemos verificar que, existe sempre uma paragem do processo de paletização na ocorrência de um alarme. Quando um alarme é ativado através do respetivo sensor é, desencadeado a paragem do processo e, em simultâneo é apresentado na consola uma mensagem do alarme

ocorrido e a respectiva entrada desse sensor. Neste ponto, o controlador está permanentemente a verificar a entrada do respectivo sensor até que, este mude de estado. Depois de corrigido, surge na consola a mensagem de alarme desativado e o programa inicia a verificação do sinal de todos os sensores. Por fim, é pedido ao operador para dar ordem da continuação do processo de paletização, se não existir alarmes ativados e, inicia-se, o processo de paletização do pondo onde parou.

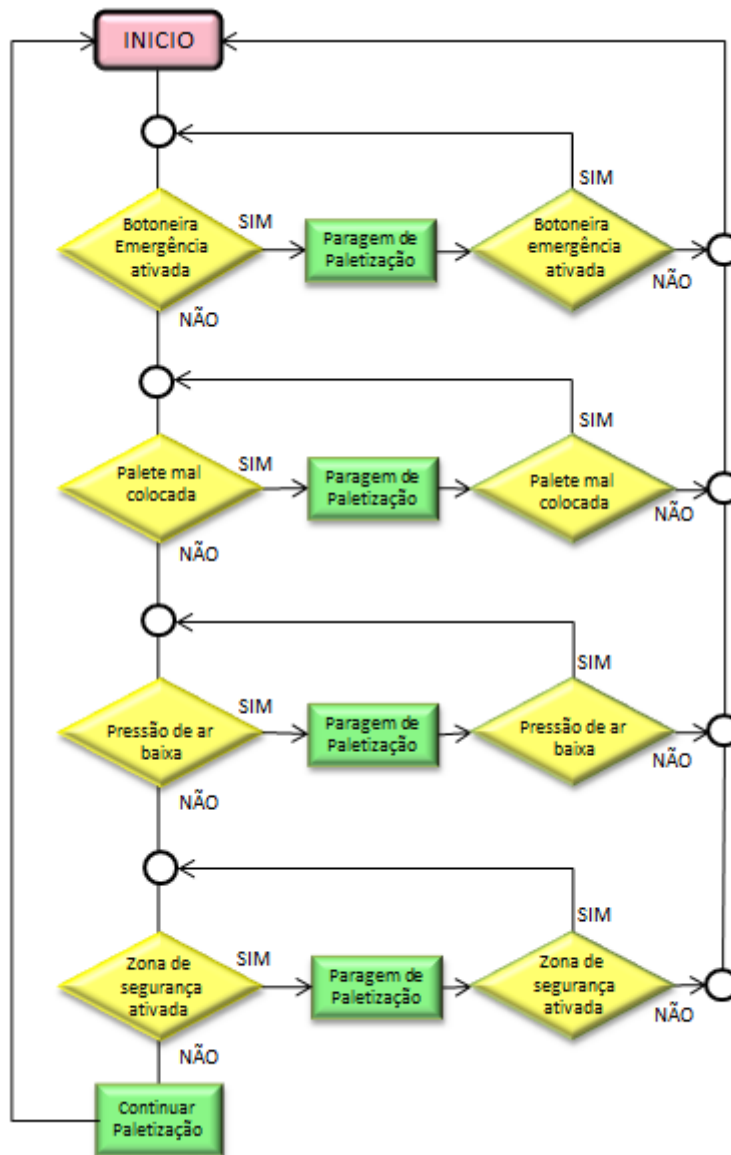


Figura 5-1 Fluxograma do programa de supervisão

A cada alarme ocorrido é apresentado na consola uma mensagem referente ao tipo de alarme, ao seu estado e o respectivo sinal de entrada do sensor no controlador. Conforme a (Figura 5-2) é apresentado um exemplo da mensagem de alarme escrita na consola quando ocorre um alarme.

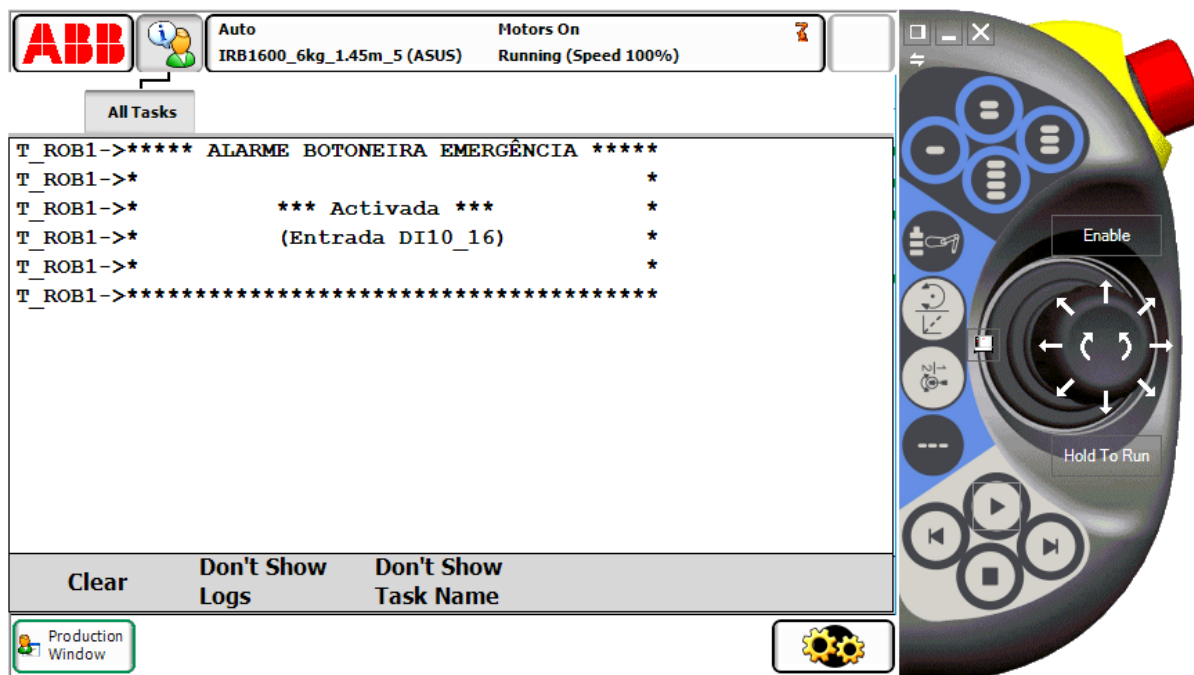


Figura 5-2 Mensagem de alarme da botoneira de emergência apresentada na consola *Flexpendant*

### 5.3 Programa principal

No programa principal, foi desenvolvida toda a programação inerente à movimentação do manipulador e programação relativa ao aspeto gráfico, como mensagens referentes ao estado da paletização da palete (número da caixa, número da camada e numero da palete) configurações da célula de paletização e controlo de todo o sistema de paletização.

O programa desenvolvido foi estruturado segundo os seguintes pontos:

- Nova paletização;
- Paletização predefinida;
- Configurações paletização;
- Algoritmo e processo de paletização de caixas;
  - Recolocação de caixa na palete;
  - Manutenção do órgão terminal e ajuste das ventosas;
  - Paragem da paletização.
- Registo do processo de paletização.

### 5.3.1 Nova paletização

Com o intuito de garantir, de um modo, fácil e rápido a adaptação do sistema a uma nova caixa ou palete, foram desenvolvidos mecanismos de programação que, permitem a introdução da dimensão da palete, da caixa e do número de paletes a paletizar. É de salientar que, foram desenvolvidos mecanismos para validação dos dados introduzidos pelo teclado, no sentido de verificar se, estão dentro do intervalo programado. No caso do valor introduzido não ser válido é, apresentada uma mensagem do intervalo, aceite e é pedido para introduzir novamente os dados. Outra questão, também prevista, foi um mecanismo de retrocesso para o menu anterior ou para o menu principal (início do programa) em cada menu, dispensado a reinicialização do sistema a cada erro ou alteração dos valores introduzidos (informação disponível no ANEXO 1 visível a partir da pagina 75).

No diagrama de blocos da (Figura 5-3) estão representadas as principais funções das tarefas desenvolvidas para introdução das características da caixa e da palete.

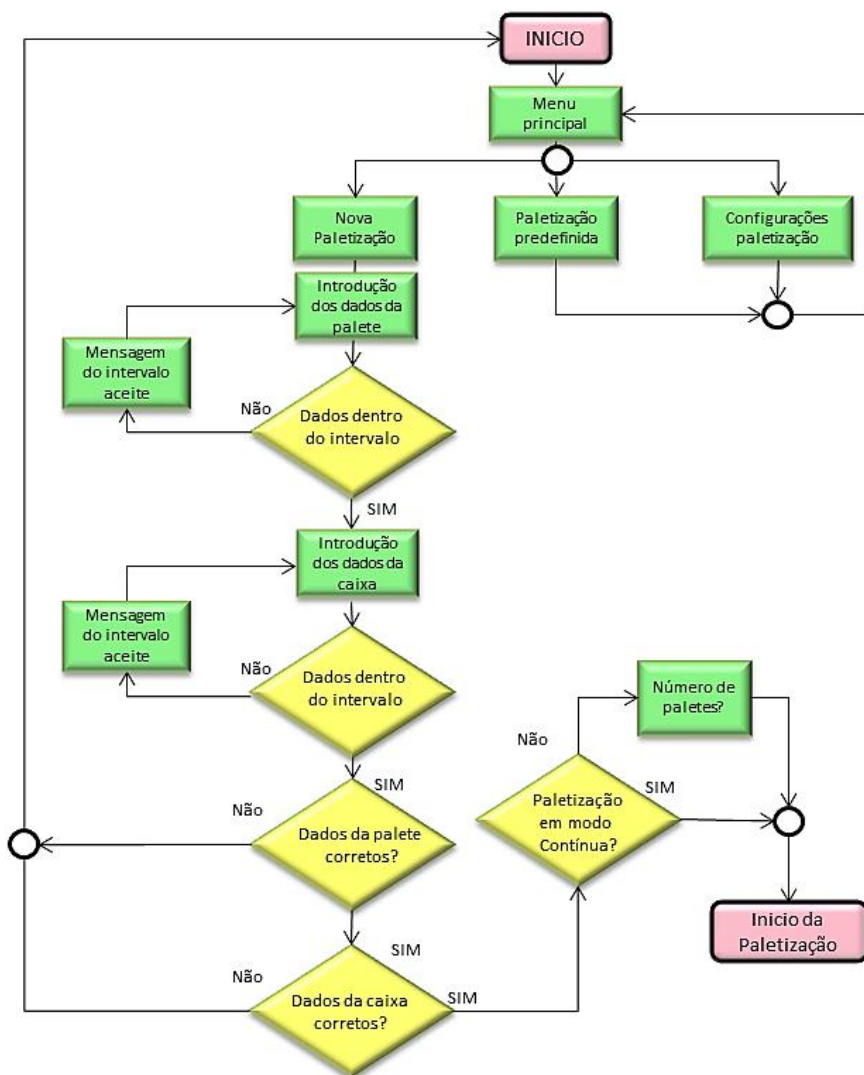


Figura 5-3 Diagrama de blocos “Nova paletização”

### 5.3.2 Paletização predefinida

A inicialização da paletização pode ser feita sem ser necessário introduzir os valores referentes à dimensão da caixa e da paleta. O programa permite utilizar três tipos diferentes de paletizações já predefinidas. Esta função foi desenvolvida com o intuito de despendar o menor tempo na configuração das dimensões da paleta e caixa. Como na tarefa anterior (nova paletização), a paletização predefinida também foi desenvolvida com mecanismo de teste dos valores introduzidos e da opção de retrocesso em cada menu. Na (Figura 5-4) apresenta-se o diagrama de blocos que exemplifica o funcionamento da tarefa da paletização predefinida.

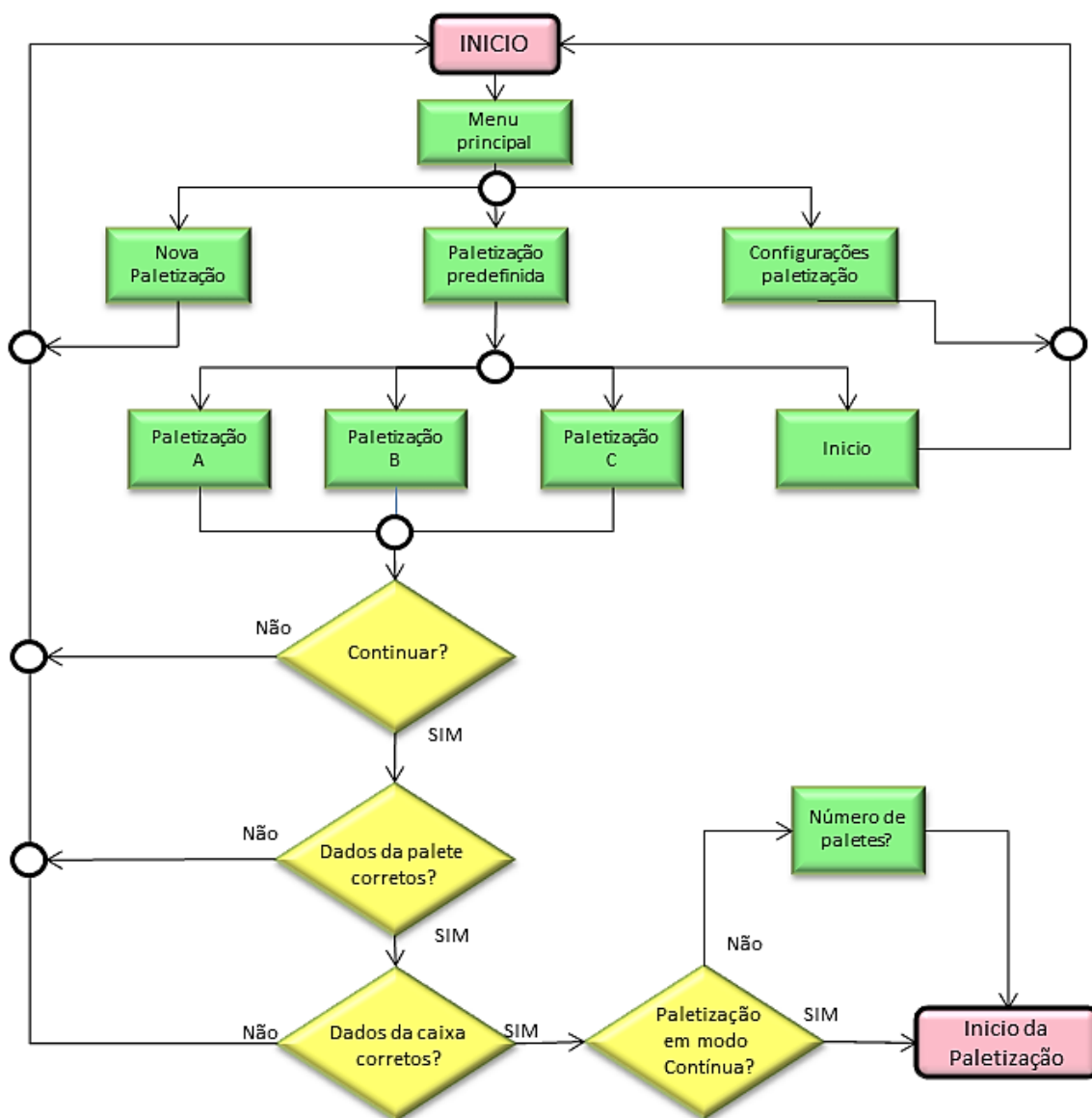


Figura 5-4 Diagrama de blocos “Paletização predefinida”

### 5.3.3 Configurações da paletização

Existem valores referentes ao sistema de paletização que podem ser configurados atendendo ao tipo de carga a paletizar ou personalizadas para cada aplicação. Estas configurações permitem aperfeiçoar o sistema ao tipo de aplicação e a personalização por parte do cliente. Sendo assim, foi dado como possibilidade de definir o afastamento entre as caixas, de modo a prever possíveis deformações nas caixas consoante o tipo de carga. Outra configuração possível é a temporização máxima para desencadear um aviso da não deteção de caixas no alimentador. Este aviso foi previsto com a funcionalidade de alerta para a falta de caixas no alimentador de caixas, o que permite prevenir possíveis tempos mortos de paletização e falhas no sistema de alimentação de caixas. O alerta é dado por mensagem na consola e pela sinalização laranja na caixa de comando.

O diagrama de blocos apresentado na Figura 5-5 exemplifica o funcionamento da tarefa desenvolvida.

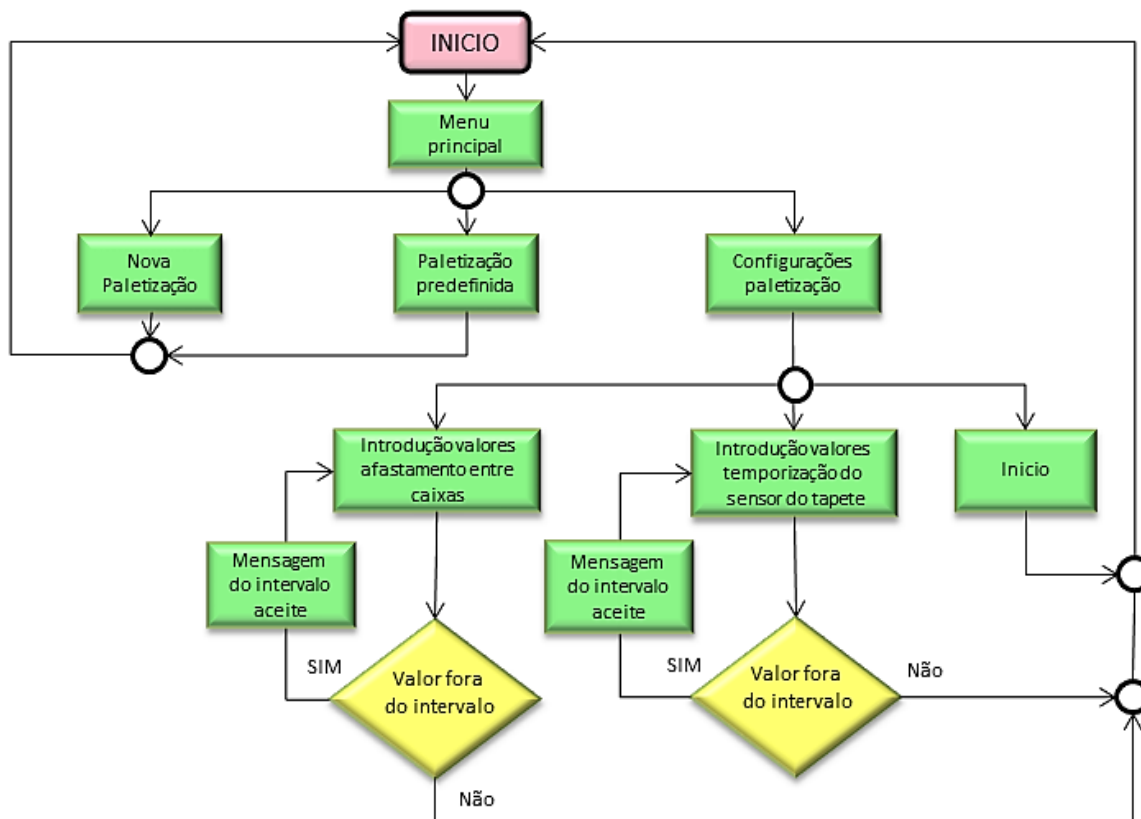


Figura 5-5 Diagrama de blocos “Configurações paletização”

### 5.3.4 Algoritmo e processo de paletização de caixas.

O algoritmo de paletização desenvolvido foi baseado segundo, uma estrutura pré definida de posicionamento de caixas na paleta. A definição desta estrutura teve, como base, a garantia de aspetos, referentes às restrições do sistema e à concretização de uma paletização com travamento de caixas.

No posicionamento de caixas foram tomadas algumas considerações iniciais como a estrutura de paletização, baseada em duas filas, travamento de caixas entre camadas, definição de um ponto inicial de paletização e regra de sequência de paletização de caixas. Como já referimos anteriormente, a definição de algumas destas considerações iniciais, foram devido ao facto do manipulador apresentar limitações, em termos de volume de trabalho que, por sua vez, condicionam a colocação de caixas no volume de trabalho.

Antes de proceder à explicação do funcionamento do programa é necessário apresentar os pontos gravados que servem como referência ao sistema de paletização (Figura 5-6). Os pontos gravados são: Ponto de referência do alimentador de caixas (ponto A); Ponto de referência do suporte da paleta (ponto P).

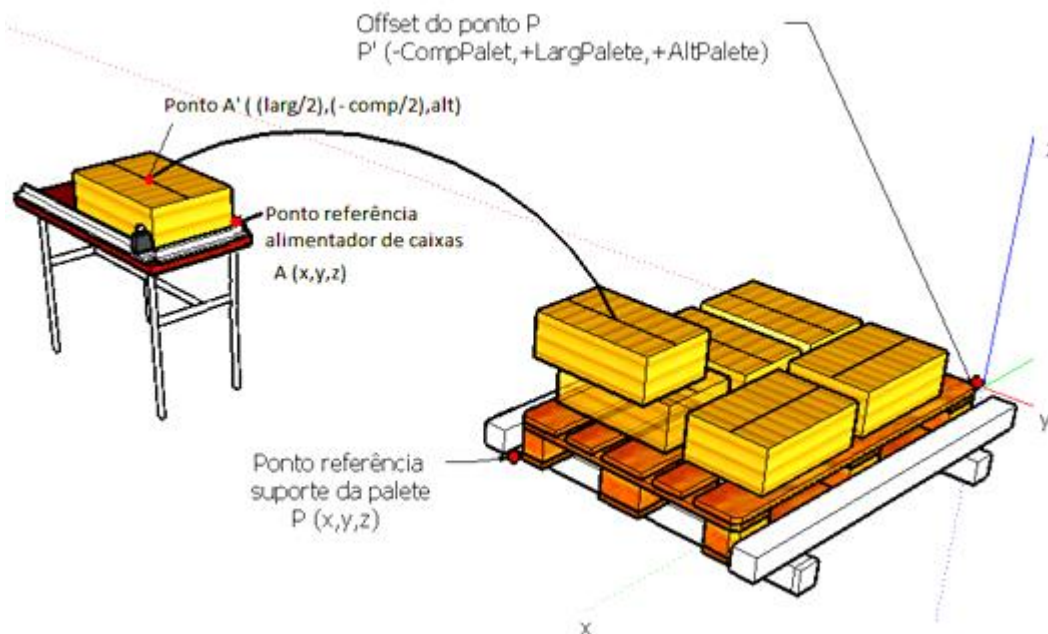


Figura 5-6 Pontos de referência do alimentador de caixas e do suporte da paleta

No alimentador das caixas o ponto A é dado como o ponto de referência do qual é efetuado o *offset*, consoante a dimensão da caixa, que dá origem ao ponto definido onde o manipulador se desloca para pegar na caixa a paletizar, ponto A'. Este ponto varia consoante a dimensão da caixa. No suporte de paletes o ponto dado como referência é o ponto P do qual é efetuado o

*offset* que, dá origem ao ponto de referência da paletização das caixas, ponto P'. Este ponto, está dependente da dimensão da palete definida inicialmente, na parametrização da paletização. São efetuados os *offsets*, a partir do ponto P', necessários para a colocação das caixas na palete.

Para efetuar a programação dos movimentos relacionados com a colocação das caixas na palete foram, desenvolvidas duas rotinas distintas (Figura 5-7). Uma rotina responsável pela colocação das caixas na vertical e outra responsável pela colocação das caixas na horizontal. As caixas não foram dispostas na palete no mesmo sentido porque foi necessário garantir o travamento entre as camadas.

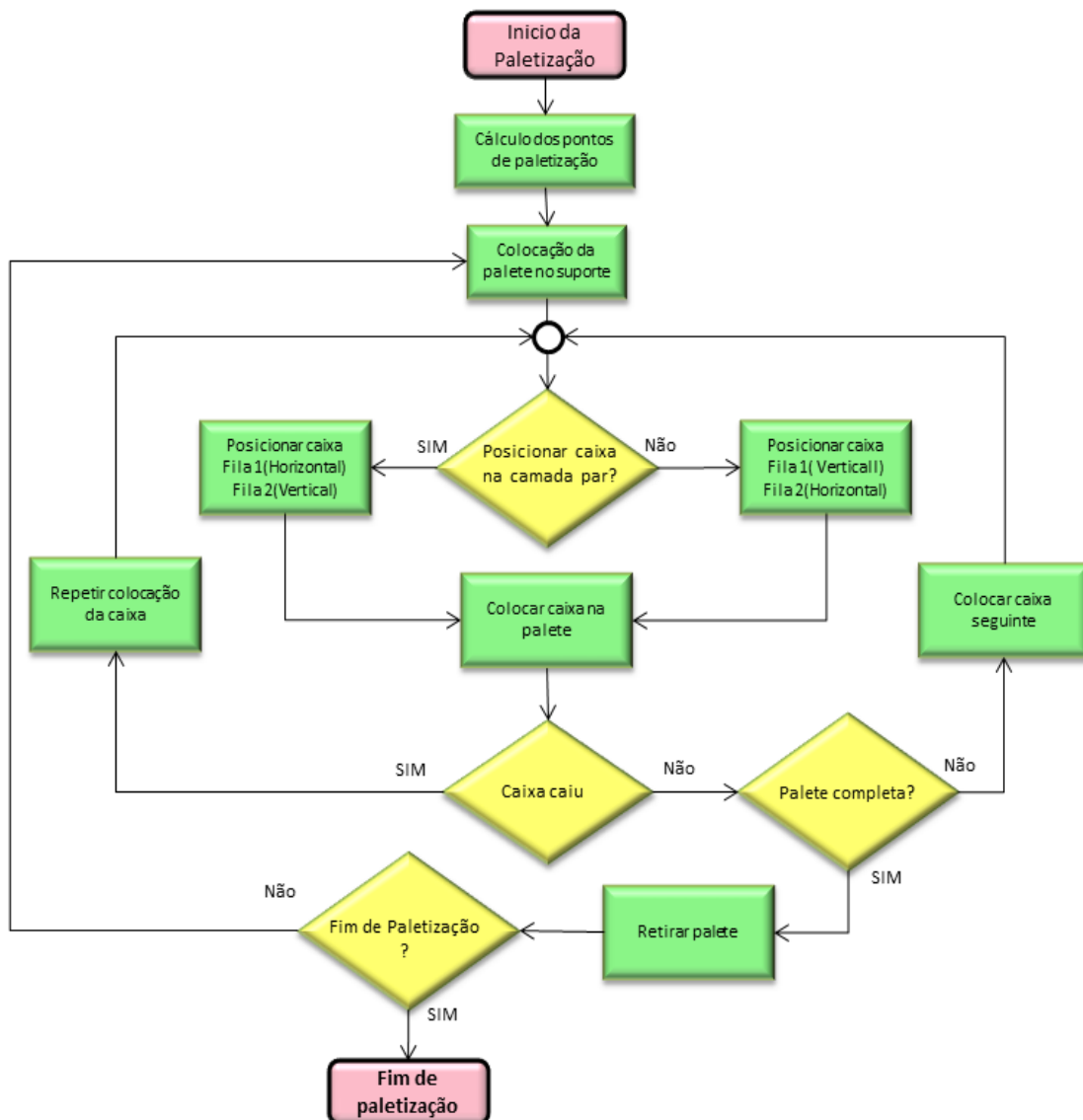


Figura 5-7 Diagrama de blocos “Posicionamento das caixas”

Na (Figura 5-8) apresentamos um exemplo da colocação das caixas na paleta. O programa foi elaborado para paletizar o número de camadas definido na configuração da paletização.

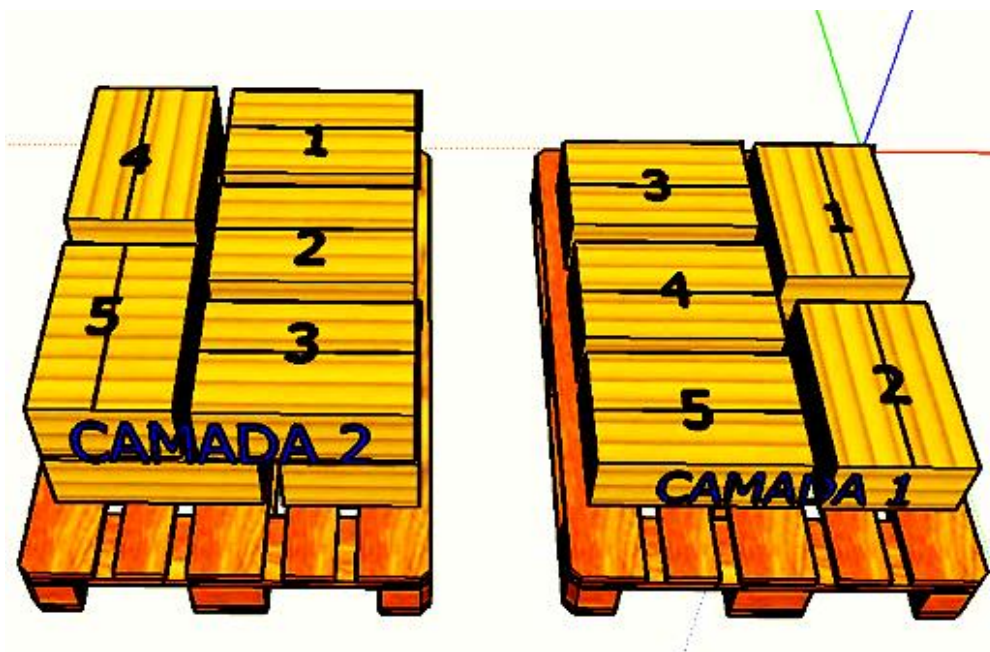


Figura 5-8 Exemplo de uma possível paletização.

Outras questões levantadas e tidas em consideração foi a centralização das caixas na paleta e a possibilidade da regulação do afastamento entre as caixas. A regulação do afastamento teve como objetivo absorver as imperfeições das caixas. Contudo, os movimentos programados para a colocação da caixa na paleta foram desenvolvidos de modo a prevenir estas imperfeições. Ou seja, o manipulador quando voa para o ponto de colocação da caixa na paleta primeiro passa por um ponto de aproximação que é um *offset* aos três eixos do ponto de colocação da caixa. O ponto de aproximação é dado por um *offset* ao ponto de colocação da caixa em  $x = +20\text{mm}$ , em  $y = -20\text{mm}$  e em  $z = \text{altura da caixa} + 10$ . Assim garante-se que a caixa ao ser colocada na paleta não embate nas caixas já paletizadas (pormenor na Figura 5-6).

#### 5.3.4.1 Recolocação de caixa na paleta

O sistema de suporte de caixas, órgão terminal de tecnologia a ventosas de vácuo, não está imune a ocorrência de falhas no suporte da caixa. Estas falhas no suporte da caixa podem, ocorrer por diversos fatores, defeito da caixa, desgaste das ventosas, entre outras causas. De modo, a prever o sistema da ocorrência destas quedas de caixa foi desenvolvida uma rotina para uma nova tentativa de paletização da caixa. Ou seja, quando o manipulador está a paletizar uma caixa e esta deixa de ser detetada pelos sensores do órgão terminal, o manipulador coloca a caixa numa zona de segurança e vai buscar outra caixa para uma nova tentativa de paletização (Figura 5-9). O manipulador foi programado para efetuar três

tentativas de paletização da caixa e na quarta tentativa é desencadeado um alarme por forma, a alertar o utilizador de um possível defeito no sistema de suporte de caixas. É de salientar, que o sistema só garante a nova tentativa de colocação de caixa se a falha ocorrer na zona de alimentador de caixas ou sobre o limite da paleta, o sistema não é suficientemente autónomo para efetuar a nova tentativa de paletização da caixa. Perante esta situação o sistema desencadeia um alarme no sentido de alertar o utilizador para a ocorrência da falha.

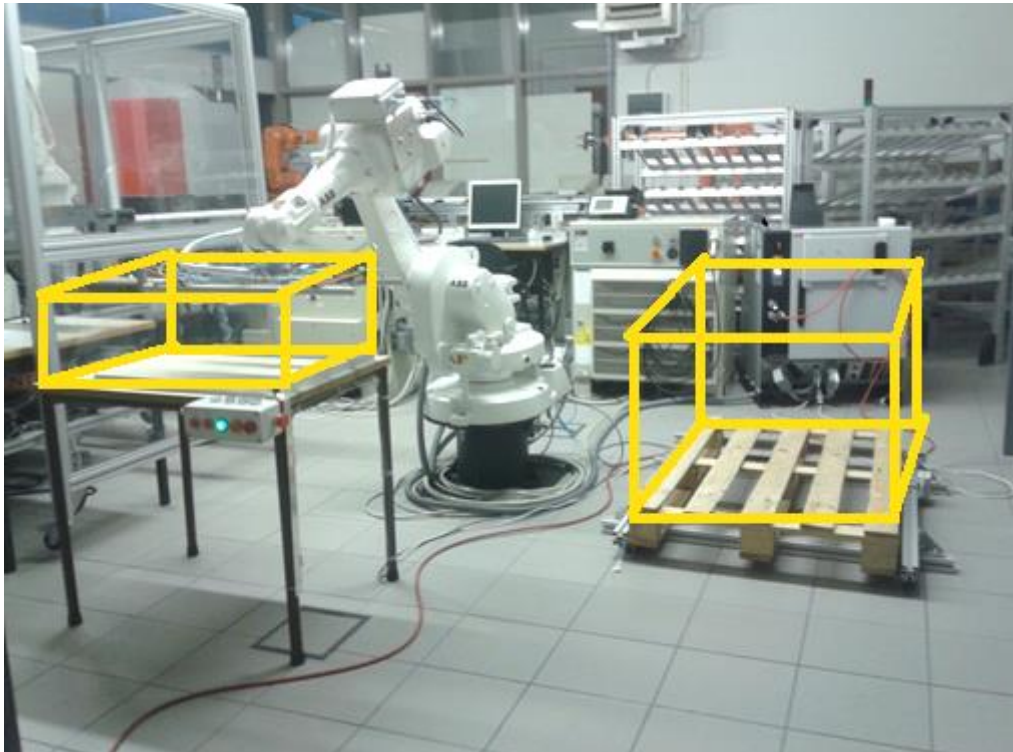


Figura 5-9 Definição de limites

### 5.3.4.2 Manutenção do órgão terminal e ajuste das ventosas

O dispositivo desenvolvido de suporte de caixas não está imune a falhas no suporte de caixas. Existe a possibilidade da ocorrência de falhas no seu suporte, que são mais frequentes quando os ambientes industriais são mais severos. Assim, o sistema de paletização foi dotada de um comando rápido, constituído por um botão de pressão (botão c) – “Mover para ponto de manutenção”, Figura 5-10), que possibilita o posicionamento do órgão terminal em duas posições distintas, de modo a permitir a reparação ou manutenção do sistema de suporte de caixas de um modo mais cómodo, Figura 5-11. O posicionamento pode ser feito durante a paletização ou a qualquer altura quando necessário. Terminada a verificação, pressiona-se o botão de impulso no sistema de comando (a) -“Botão de pressão OK”, Quadro 5-1) para o sistema continuar o processo anterior. Este mecanismo permite ganhar tempo, pois dispensa a inicialização da paletização e permite paletizar a caixa que não foi bem-sucedida.



Figura 5-10 Caixa de comando

Quadro 5-1 Legenda dos botões de comando

a)	Botão de pressão OK
b)	Ligar/desligar sistema de vácuo
c)	Mover para ponto de manutenção
d)	Paragem de emergência
e)	Botão de impulso “ Fim de Palete”
f)	Botão de impulso “ Fim de Caixa”
g)	Sinalizador verde (funcionamento operacional do sistema de paletização)
h)	Sinalizador laranja (anomalia no sistema de paletização, sistema continua a funcionar)
i)	Sinalizador vermelho (anomalia grave no sistema de paletização, sistema de paletização com paragem de emergência ativado)

Outra vantagem deste mecanismo é, permitir a configuração das ventosas numa posição de conforto para o utilizador durante a paletização de uma caixa de dimensões diferentes da anterior.

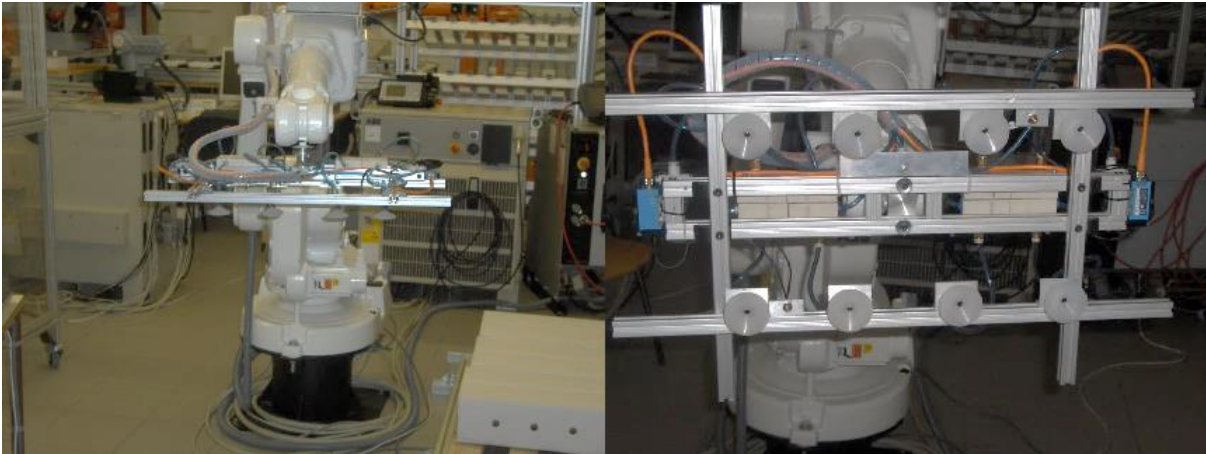


Figura 5-11 Posicionamento do manipulador nos pontos de manutenção

### 5.3.4.3 Paragem da paletização

No que se refere ao sistema de comando foram desenvolvidos mecanismos de Software para permitir a paragem de produção. Foram desenvolvidos dois tipos de paragem: paragem de fim de caixa e paragem de fim de palete.

A paragem “fim de caixa” destina-se a parar a paletização depois da colocação da caixa que está a paletizar no instante em que é pressionado o botão “ fim de caixa”. Este mecanismo foi utilizado com o intuito de permitir a paragem da paletização de uma forma rápida e segura, permitindo a troca de palete para paletização de uma novo tipo de caixa.

A paragem “fim de palete” destina-se à paragem da paletização com a garantia de que a palete é paletizada na sua totalidade. Este mecanismo foi desenvolvido com o intuito de permitir, por exemplo, a paragem da paletização aquando do encerramento da fábrica para descanso.

Aquando ativação de um dos dois botões (e) Botão de impulso “ Fim de Palete” ou f) Botão de impulso “ Fim de Caixa”) surgirá na consola uma mensagem de indicação do processo escolhido, “fim de caixa” ou “fim de palete”. Seguidamente, e quando o processo solicitado pelo utilizador é concluído, é exibido na consola uma mensagem a indicar para retirar a palete e o programa volta ao menu inicial.

### 5.3.5 Registo do processo de paletização

Durante o processo de paletização de caixas é, apresentado um menu na consola com informação relativa ao estado atual do processo de paletização, o número de caixas a paletizar, a camada a paletizar e o número da palete a paletizar. Esta informação é, importante, no sentido de, perceber o estado atual do processo de paletização. Contudo, não é suficiente para efetuar um estudo da avaliação do sistema de paletização. Neste sentido, foi desenvolvida programação para a criação de uma base de dados com informação relativa ao

tempo de paletização de cada palete, número de caixas que a constituem e as dimensões das caixas paletizadas. Outros dados, também são registados como os alarmes desencadeados e gravados no mesmo ficheiro onde, são apresentados a data e hora em que, ocorreu o alarme e o tipo de alarme que, ocorreu. Esta informação, é importante, para efetuar uma avaliação do funcionamento da célula no sentido de, corrigir falhas, detetar avarias no seu funcionamento e para efetuar possíveis melhoramentos.

Por sua vez, este ficheiro é gravado no disco do controlador, num ficheiro doc. A gravação de dados não se encontra finalizada, sendo necessário efetuar melhoramentos futuros para, melhor organização dos dados.



## **6. Conclusões**

No trabalho de investigação foi uma reflexão, um repensar sobre o desenvolvimento da célula de paletização testando e identificando os melhoramentos necessários ao sistema. Partindo deste pressuposto, tecemos algumas considerações sobre a temática apresentada e aos objetivos definidos.

### **6.1 Conclusões sobre o trabalho desenvolvido**

Após a análise deste estudo, depreendemos que os objetivos foram conseguidos. Porém, verificámos que alguns aspetos não foram passíveis de definir.

Assim sendo, aferimos que, o desenvolvimento da célula de paletização teve a finalidade de testar e identificar os melhoramentos necessários ao sistema de paletização, de modo a ir de encontro às necessidades presentes na indústria atual. No desenvolvimento do sistema de paletização existiu a preocupação de, contemplar todos os sistemas necessários ao seu bom funcionamento e segurança.

Assim, o sistema desenvolvido implicou o projeto e desenvolvimento do órgão terminal para o suporte da carga, na qual os resultados obtidos foram de encontro com o esperado, ou seja, o órgão terminal de tecnologia de ventosas de vácuo funciona corretamente na manipulação de caixas de papelão e garante o suporte de uma carga de 15 Kg.

A utilização de mecanismos a nível de software para garantir a recolocação de caixa na paleta, é uma mais valia para o processo de paletização, porque garante mais autonomia da célula na ocorrência de um erro de não deteção caixa.

Há, ainda a referir que, o Software desenvolvido até ao momento pode verificar e cumprir com a função para o qual, foi desenvolvido. E quando, submetido aos vários testes efetuados, como introdução de novos valores da dimensão das caixas e da palete, efetua corretamente a paletização das caixas.

Denote-se que, a estruturação do programa em *multitasking*, permitiu a supervisão contínua de todos os sensores relativamente aos sistemas de segurança sem colocar em causa o funcionamento do programa inerente ao controlo dos movimentos do robô.

Além de todos estes conhecimentos expostos neste trabalho, é de referir o trabalho necessário, em outras áreas, para garantir os desenvolvimentos dos equipamentos em falta, no funcionamento da célula de paletização.

## 6.2 Indicação dos trabalhos futuros

Muito há, ainda para fazer neste campo. Parece-nos pertinente sugerir alguns aspetos ou propostas de ação a desenvolver no futuro, a fim de, promover o melhoramento do conhecimento e trabalho necessário noutras áreas, para garantir o desenvolvimento de equipamentos em falta, do funcionamento da célula de paletização.

Deste modo, com o objetivo de responder eficazmente aos desafios que se impõem à Robótica, recomendamos o:

- Melhoramento do algoritmo de cálculo para garantir a paletização de caixas com outros tipos de configurações;
- A concretização e integração do sistema de alimentação de caixas e suporte de paletes, por forma a dotar a célula de sincronismo entre estes dois sistemas;
- Melhoramento a nível visual de toda a implementação gráfica, por forma a torná-la mais apelativa, com maior informação gráfica dos vários sensores inerentes ao sistema;
- Melhoramento do órgão terminal, no sentido de ficar dotado de uma maior flexibilidade no ajuste à mudança da dimensão da caixa.

## REFERÊNCIAS

- [1] João P. Moura, *Braço Robótico Antropomórfico*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2012.
- [2] Tesla Nicola, *My Inventions: autobiography os Nicola Tesla*. Williston, Vermont: Hart Brothers, 1983.
- [3] An Chae and J. Hollerbach, *Kinematic stability issues in force control of manipulators.:* IEEE Conference on Robotics an automation, 1987.
- [4] David Anderson and Janet Delve, "Biographies [f.c. williams; j. vaucanson; j.m.]," *Annals of the History of Computing, IEEE*, vol. 29, pp. 90-102, Outubro-Dezembro 2007.
- [5] Wikipedia. (2012, Janeiro) Leonardo's robot. [Online]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo%27s\\_robot](http://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo%27s_robot)
- [6] Max Hartshorn. (2012, Janeiro) Mad Scientist. [Online]. <http://www.madscientistblog.ca>
- [7] Horlogerie Suisse. (2012, Janeiro) Les 3 automates Jaquet-Droz. [Online]. <http://www.horlogerie-suisse.com/horlomag/articles-horlogers/00185/les-3-automates-jaquet-droz>
- [8] J. Norberto Pires, *Automação Industria*, 4th ed. Lisboa: ETEP - Edições Técnicas e Profissionais., 2007.
- [9] Compiled by the International Federation of Robotics – IFR, *History of Industrial Robots.*, 2012.
- [10] Uncategorized. (2012, Julho) Athulmv's Blog. [Online]. <http://athulmv.wordpress.com/2009/07/27/cincinnati-milacron-t3-robot-arm/>
- [11] Grupo robotica UCAB. (2012, Julho) Roucab. [Online]. [http://roucab.blogspot.pt/2011\\_06\\_01\\_archive.html](http://roucab.blogspot.pt/2011_06_01_archive.html)
- [12] Robot tipusok - Axicont Ltd. (2012, Julho) Axicont. [Online]. <http://www.axicont.com/robot.htm>
- [13] Eurochambres. (Janeiro , 2013) Al Invest. [Online]. [http://www.al-invest4.eu/attachments/2012%20Feira%20Hannover\\_Automatizacao\\_PT.pdf](http://www.al-invest4.eu/attachments/2012%20Feira%20Hannover_Automatizacao_PT.pdf)
- [14] Editora Saber Ltda. ( 2013, Janeiro) Mecatrônica Atual. [Online]. [http://www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/569\\_08/02/2013](http://www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/569_08/02/2013)
- [15] International Federation of Robotics – IFR, "Continued success of the robotics industry," in *IFR Press Conference*, Taipei, 30 Agosto de 2012.
- [16] International Federation of Robotics – IFR, *World Robotics 2012 Industrial Robots.:* VDMA, 2012.
- [17] Michael A. Hernan I, *An Introduction to Automated Palletizing.:* Anderson Technical Services, Inc, April 21, 2000.
- [18] ABB. (2012, Março) Novos robôs ABB para paletização mais eficiente. [Online]. <http://www.abb.pt/cawp/seitp202/1d08c6fdb6f0c5bac125786c00342273.aspx>
- [19] ABB. (2012, Março) ABB. [Online]. <http://www.abb.com/product/seitp327/ff492162d8dbaf44c1257861005de2fe.aspx>
- [20] ABB. (2012, Março) ABB. [Online].

- <http://www.abb.com/product/seitp327/eaada107c29723aec125786100519a2c.aspx>
- [21] KUKA Roboter. (2013, Fevereiro) Kuka robotics. [Online]. [http://www.kuka-robotics.com/en/solutions/solutions\\_search/L\\_R246\\_Palletizing\\_of\\_boxes.htm](http://www.kuka-robotics.com/en/solutions/solutions_search/L_R246_Palletizing_of_boxes.htm)
- [22] KUKA Roboter. (2013, Janeiro) Kuka Robotics. [Online]. [http://www.kuka-robotics.com/br/products/software/application\\_software](http://www.kuka-robotics.com/br/products/software/application_software)
- [23] ABB. (2012, Junho) Web site de ABB. [Online]. <http://www.abb.com/product/seitp327/975f88b40ddc1b44c12577ec0042ded4.aspx>
- [24] Mikell P Groover, "Industrial Robotics," in *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, Holly Stark, Ed. New Jersey, USA: Pearson Prentice Hall, 2008, ch. 8, pp. 229-265.
- [25] Gareth J. Monkman, Stefan Hesse, Steinmann Ralf, and Schunk Henrik, *Robot Grippers*. Weinheim: Wiley-Vch Verlag GmbH & Co, 2007.
- [26] Schmalz. (2012, Setembro) Schmalz. [Online]. [http://www.schmalz.com/data/kataloge/01\\_VT/gb/01\\_Catalog-Components\\_EN.pdf](http://www.schmalz.com/data/kataloge/01_VT/gb/01_Catalog-Components_EN.pdf)
- [27] Ifm efector, inc. (2013, Fevereiro) ifm. [Online]. [http://www.ifm.com/ifmus/web/news/pnews\\_8r3n6b.html](http://www.ifm.com/ifmus/web/news/pnews_8r3n6b.html)
- [28] ifm electronic sucursal em Portugal. (2014, Fevereiro) ifm. [Online]. <http://www.ifm.com/mounting/704538UK.pdf>
- [29] EPAL. (2013, Fevereiro) epal pallets. [Online]. <http://www.epal-pallets.de/uk/produkte/paletten.php>
- [30] SMC. (2012, Abril) SMC. [Online]. [http://www.smc.eu/portal/WebContent/digital\\_catalog\\_2/jsp/view\\_lines.jsp?tree\\_options=tree\\_products.js&tree\\_state=0&tree\\_highlighted\\_node=5200](http://www.smc.eu/portal/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_lines.jsp?tree_options=tree_products.js&tree_state=0&tree_highlighted_node=5200)
- [31] Omron. (2012, Abril) industrial omron. [Online]. <http://industrial.omron.pt/pt/products/catalogue/default.html>
- [32] ABB. (2012, Fevereiro) abb. [Online]. <http://www.abb.com/product/us/9AAC910011.aspx>
- [33] SICK. (2012, Abril) mysick. [Online]. <https://www.mysick.com/products/>
- [34] ABB. (2013, Janeiro) abb. [Online]. [http://www2.tec.ilstu.edu/students/ABB%20Robots/IRB140\\_Manuals/files/3HAC020434-001RevA.pdf](http://www2.tec.ilstu.edu/students/ABB%20Robots/IRB140_Manuals/files/3HAC020434-001RevA.pdf)
- [35] Schmalz. (2012, Fevereiro) schmalz. [Online]. <http://www.schmalz.com/produkte/vakuumgreifsysteme/>

## **ANEXO 1**



## PROGRAMA DE PALETIZAÇÃO

MODULE Paletizacao

!Defenição da Ferramenta do Robo

PERS tooldata

toolCFF:=[TRUE,[[0,0,215],[1,0,0,0]],[2,[85,0,85],[1,0,0,0],0.012,0.012,0.012]];

!\*\*\*\*\* Declaração de Descanço do ROBO HOME

\*\*\*\*\*

!Ponto Home do Robo

CONST jointtarget home:=[[-8.44684E-05,0.958278,-49.4618,3.80768,-47.9798,-84.8239],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

!\*\*\*\*\* Declaração dos Pontos para utilização

\*\*\*\*\*

!Ponto do BUFFER para Apanhar Peça

CONST ROBTARGET pPontMesa:=[[1002.57,55.78,318.09],[0.0207978,-0.704237,0.709513,-0.0144452],[0,0,-

1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];!Ponto da extremidade da Palete

CONST ROBTARGET pAuxPallet:=[[664.40,672.41,-208.23],[0.0146703,-0.711032,0.703001,0.00290978],[0,0,-

1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];!Ponto da extremidade da Palete

CONST ROBTARGET medPallet:=[[178.27,1050.61,715.23],[0.0207864,-0.664185,0.747279,-0.000710111],[0,-1,-

1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];!Ponto da extremidade da Palete

CONST ROBTARGET pManutencao:=[[1139.23,228.19,618.71],[0.0221672,-0.761565,0.647666,-0.00746442],[0,0,-

1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];!Ponto da extremidade da Palete

CONST ROBTARGET pManutencao2:=[[1402.99,274.18,901.36],[0.557827,-0.532133,0.4599,-0.440632],[0,0,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];!Ponto

da extremidade da Palete

!\*\*\*\*\*

!Defenição das velocidades utilizadas pelo Robo

CONST speeddata velc\_baixa:=[100,500,5000,1000];

CONST speeddata velc\_media:=[500,500,5000,1000];

CONST speeddata velc\_alta:=[1000,500,5000,1000];

!Defenição das zonas de trabalho do robo

PERS zonedata zona\_larga:=[FALSE,50,75,75,75,75];

PERS zonedata zona\_fina:=[TRUE,0,0,0,0,0];

PERS zonedata zona\_livre:=[FALSE,50,75,75,75,75];

!\*\*\*\*\* Declaração de Variaveis Utilizadas no Programa

\*\*\*\*\*

!Variaveis para realização dos offcets aos pontos colocação na pallet

VAR ROBTARGET Pallet;

VAR ROBTARGET pPallet;

VAR ROBTARGET pPallet1;

VAR ROBTARGET pPallet2;

VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet;

VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet1;

VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet2;

VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet3;

```

VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet5;
VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet6;
VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet7;
VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet8;
VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet9;
VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet10;
VAR ROBTARGET pColocaPecaPallet11;
VAR ROBTARGET ponto1peca;
VAR ROBTARGET pAproxMesa;
VAR ROBTARGET pAproxMesa1;
VAR ROBTARGET pPallet5;
VAR ROBTARGET plargcaixa;
!Variavel para receber do utilizador os dados referentes as pecas e palletes
VAR NUM LargPallet:=0;  !(eixo x)
VAR NUM CompPallet:=0;  !(eixo y)
VAR NUM nCamadasPallet:=0;!(eixo z)
VAR NUM LargCaixa:=0;  !(eixo x)
VAR NUM CompCaixa:=0;  !(eixo y)
VAR NUM AltCaixa:=0;  !(eixo Z)
VAR NUM A:=10;
VAR NUM numCaixasfila1:=0;
VAR NUM numCaixasfila2:=0;
VAR NUM offz:=0;
VAR NUM offy:=0;
VAR NUM offx:=0;
VAR NUM restopalletefila1:=0;
VAR NUM restopalletefila2:=0;
VAR NUM restoPalletLarg:=0;
VAR NUM caixasfila1:=0;
VAR NUM caixasfila2:=0;
VAR NUM posicionar:=0;
VAR NUM llargcaixa:=0;
VAR NUM ccompcaixa:=0;
VAR NUM soma:=0;
VAR NUM opecao;
PERS NUM afast;
PERS NUM afast2;
VAR NUM numpaletes:=0;
PERS NUM tempcaixa;
VAR NUM Alt:=0;
VAR NUM repor:=1;
VAR NUM subir:=0;
VAR bool timeout;
VAR NUM errotapete:=1;
VAR NUM corre:=0;
VAR NUM numcaixas:=0;
VAR BOOL VAR10:=TRUE;
VAR bool menu5:=FALSE;
VAR NUM position:=0;

```

## ANEXO 1

```
VAR NUM ver:=0;
VAR BOOL pManut3:=TRUE;
VAR BOOL pManut4:=TRUE;
VAR BOOL pManut5:=TRUE;
PERS NUM tim:=1;
PERS BOOL AlarmGeral;
VAR bool sup3:=FALSE;
VAR bool Fila1:=FALSE;
VAR BOOL pManut:=FALSE;
VAR BOOL pManut2:=FALSE;
VAR BOOL fimCaixa:=FALSE;
PERS bool ventosas:=FALSE;
PERS bool sensorcaixa:=FALSE;
VAR bool Fim_Paletizacao:=FALSE;
VAR bool Fim_Caixa:=FALSE;
PERS bool sup:=FALSE;
PERS bool zonaact:=FALSE;
PERS bool repeatcycle:=FALSE;
VAR bool RepActivado:=FALSE;
VAR bool RepActivado2:=FALSE;
VAR NUM seis:=30;
VAR robtarget p1;
PERS NUM paletes:=1;
PERS NUM camada:=1;
PERS NUM caixas:=0;
VAR NUM win:=0;
PERS BOOL MenuDados:=FALSE;
PERS BOOL sup4:=FALSE;
VAR shapedata volume;
VAR wztemporary service;
CONST pos corner1:=[800,0350,0];
CONST pos corner2:=[1300,1350,2000];
PERS BOOL AIgeral;
VAR intnum drop_payload1;
VAR intnum drop_payload2;
VAR intnum drop_payload3;
VAR intnum drop4;
PERS num Alarm5;
VAR intnum drop2;
VAR intnum COR1;
VAR intnum COR2:=0;
VAR intnum COR3:=1;
VAR bool tzon:=FALSE;
VAR iodev FILE;
VAR num nAlarme:=0;
VAR intnum drop3;
VAR errnum errvar;
VAR intnum drop1;
CONST errnum DROP:=1;
```

```

PROC main()
if (tzone=FALSE) then
zone;
CONNECT drop_payload1 WITH gohome;
CONNECT drop_payload2 WITH gohome;
CONNECT drop_payload3 WITH PontoManut;! BOTONEIRA PONTO DE
MANUTENÇÃO
CONNECT drop1 WITH PalFimpaleta;
CONNECT drop2 WITH PalFimcaixa;
CONNECT drop4 WITH evento;
ISignalDI DI11_4,1, drop4;! ROTINA EVENTO
ISignalDI DI10_5,0, drop_payload1;! SENSOR PALETE1
ISignalDI DI10_4,0, drop_payload2;! SENSOR PALETE2
ISignalDI DI10_6,1, drop_payload3;! BOTONEIRA PONTO DE MANUTENÇÃO
ISignalDI DI10_14,1, drop1;
ISignalDI DI10_15,1, drop2;
tzone:=TRUE;
endif

```

```

afast:=10;
afast2:=afast/2;
tempcaixa:=15;
Inicio:
ISleep drop4;
WaitUntil AlarmGeral=FALSE; ! VERICAR ALARMES TASK_2
sensorcaixa:=FALSE;
SingArea\Wrist;
MoveAbsJ home\NoEOffs,velc_media,zona_fina,tooLCFF;

```

```

MENU11:
win:=1;
Fim_Paletizacao:=FALSE;
Fim_CAIXA:=FALSE;
IWatch drop_payload3;
paletes:=1;
camada:=1;
sup4:=TRUE;
rVentosaOFF;
TPShow TP_PROGRAM;
TPerase;
TPwrite"*****";
TPwrite"*      MENU PRINCIPAL      *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"* 1 - Nova paletização;      *";
TPwrite"* 2 - Paletização predefinida; *";
TPwrite"* 3 - Configurações de paletização. *";
TPwrite"***** 0-SAIR ***";
TPReadNum opecao,"OPEÇÃO?" \DIBreak:=DI11_4 \BreakFlag:=errvar;

```

## ANEXO 1

```
sup:=FALSE;
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
ENDIF

IF opecao=1 THEN
!Rotina para definir dimensões da palete e numero de camadas a paletizar
MENU1:
win:=2;
TPerase;
TPwrite"*****";
TPwrite"*    DIMENSÕES DA PALETE    *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"* Largura?                               *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"***** 0-SAIR *****";
TPreadNum LargPallet,"Largura:" \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
ENDIF

IF LargPallet=0 THEN
    GOTO Inicio;
ELSEIF LargPallet < 599 or LargPallet>1000 THEN
    TPerase;
    TPwrite"*****";
    TPwrite"*          ERRO          *";
    TPwrite"*    Largura da palete    *";
    TPwrite"* fora do intervalo[600mm-1000mm] *";
    TPwrite"*****";
    TPreadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, " OK"
\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

    IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
        GOTO Inicio;
    ENDIF

    GOTO MENU1;

ENDIF

MENU2:
win:=3;
TPerase;
TPwrite"*****";
TPwrite"*    DIMENSÕES DA PALETE    *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"* Comprimento?                               *";
```

```

TPWrite"*                                     *";
TPWrite"***** 0-SAIR *";
TPReadNum CompPallet, "Comprimento:" \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF

IF CompPallet=0 THEN
  GOTO Inicio;
ELSEIF CompPallet < 799 or CompPallet>1300 THEN
  TPErase;
  TPWrite"*****";
  TPWrite"*          ERRO                               *";
  TPWrite"*    Comprimento da palete                       *";
  TPWrite"* fora do intervalo [800mm-1200mm]             *";
  TPWrite"*****";
  TPReadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, " OK"
\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF

GOTO MENU2;
ENDIF

!Rotina para definir dimensões das caixas a paletizar
MENU3:
win:=4;
TPErase;
TPWrite"*****";
TPWrite"*    DIMENSOES DA CAIXA                               *";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"* Largura?                                           *";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"***** 0-SAIR *";
TPReadNum LargCaixa, "Largura:" \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF
  IF LargCaixa=0 THEN
    GOTO Inicio;
  ELSEIF LargCaixa < 50 or LargCaixa>500 THEN

    TPErase;
    TPWrite"*****";
    TPWrite"*          ERRO                               *";

```

## ANEXO 1

```
TPWrite"*      Largura da Caixa      *";
TPWrite"*  fora do intervalo [50mm-500mm]  *";
TPWrite"*****";
TPReadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, "
OK"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
ENDIF

GOTO MENU3;

ENDIF

MENU4:
win:=5;
TPerase;
TPWrite"*****";
TPWrite"*      DIMENSÕES DA CAIXA      *";
TPWrite"*      *";
TPWrite"* Comprimento?      *";
TPWrite"*      *";
TPWrite"***** 0-SAIR *";
TPReadNum CompCaixa, "Comprimento:" \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
ENDIF

IF CompCaixa=0 THEN
    GOTO Inicio;
ELSEIF CompCaixa < 100 or CompCaixa>800 THEN
    TPerase;
    TPWrite"*****";
    TPWrite"*      ERRO      *";
    TPWrite"*      Comprimento da caixa      *";
    TPWrite"*  fora do intervalo [100mm-800mm]  *";
    TPWrite"*****";
    TPReadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, "
OK"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

    IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
        GOTO Inicio;
    ENDIF

    GOTO MENU4;
ENDIF

MENU5:
```

```

win:=6;
TPerase;
TPwrite"*****";
TPwrite"*      DIMENSÕES DA CAIXA      *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"* Altura?                       *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"***** 0-SAIR *****";
TPreadNum AltCaixa, "Altura:" \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF

IF AltCaixa=0 THEN
  GOTO Inicio;
ELSEIF AltCaixa < 90 or AltCaixa>300 THEN
  TPerase;
  TPwrite"*****";
  TWrite"*      ERRO      *";
  TPwrite"*      Altura da caixa      *";
  TPwrite"* fora do intervalo [ 90mm-300mm] *";
  TPwrite"*****";
  TPreadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, " OK"
  \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;

  IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
  ENDIF

GOTO MENU5;
ENDIF

MENU7:
win:=7;
TPerase;
TPwrite"*****";
TPwrite"*      DADOS DA PALETIZAÇÃO      *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"* Número de camadas?           *";
TPwrite"*                               *";
TPwrite"***** 0-SAIR *****";
TPreadNum nCamadasPallet, "Camadas:"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF

IF nCamadasPallet=0 THEN
  GOTO Inicio;

```

## ANEXO 1

```
ELSEIF nCamadasPallet < 1 or nCamadasPallet>7 THEN
  TPErase;
  TPWrite"*****";
  TPWrite"*          ERRO          *";
  TPWrite"* Numero de camadas da paletização *";
  TPWrite"*   fora do intervalo [ 1-7 ]   *";
  TPWrite"*****";
  TPReadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, " OK"
  \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
  IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
  ENDIF

  GOTO MENU7;
ENDIF
```

```
ELSEIF opecao=2 THEN
  MENU6:
  win:=8;
  TPErase;
  TPWrite"***** PALETIZAÇÃO PREDEFINIDA *****";
  TPWrite"*          *";
  TPWrite"* 1-Pal:1200x800x7; Caixa:450x300x150 *";
  TPWrite"* 2-Pal:1200x800x1 Caixa:450x300x150 *";
  TPWrite"* 3-Pal:1200x800x7 Caixa:600x200x100 *";
  TPWrite"*          *";
  TPWrite"***** 0-MENU ANTERIOR *";
  TPReadNum opecao, ""\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
  IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
  ENDIF
```

```
IF opecao=0 THEN
  GOTO Inicio;
ELSEIF opecao=1 THEN
  WaitTime 1;
  CompPallet:=1200;
  LargPallet:=800;
  nCamadasPallet:=7;
  LargCaixa:=300;
  compCaixa:=450;
  AltCaixa:=150;
```

```
ELSEIF opecao=2 THEN
```

```
  WaitTime 1;
  CompPallet:=1200;
```

```
LargPallet:=800;
nCamadasPallet:=1;
LargCaixa:=300;
CompCaixa:=450;
AltCaixa:=150;
```

```
ELSEIF opecao=3 THEN
```

```
WaitTime 1;
CompPallet:=1200;
LargPallet:=800;
nCamadasPallet:=7;
LargCaixa:=200;
CompCaixa:=600;
AltCaixa:=100;
```

```
ELSE
```

```
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"*          ERRO          *";
TPWrite"*      Opção invalida      *";
TPWrite"* Seccione uma das opções [1,2,3,0] *";
TPWrite"*****";
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
ENDIF

GOTO MENU6;
```

```
ENDIF
```

```
ELSEIF opecao=3 THEN
```

```
MENU116:
```

```
TPERase;
TPWrite"****CONFIGURAÇÕES DE PALETIZAÇÃO****";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"* 1-Afastamento entre caixas: "\Num:=afast;
TPWrite"* 2-Intervalo de tempo da mensagem *";
TPWrite"* falta caixa no tapete: "\Num:=tempcaixa;
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"*****";
TPReadFK reg1,"","RETROCEDER",stEmpty,stEmpty,"1-ALTERAR", "2-
ALTERAR"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
```

```
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
    GOTO Inicio;
ENDIF
```

## ANEXO 1

IF reg1=1 THEN

GOTO MENU11;

ELSEIF reg1=4 THEN

```
TPERase;
TPWrite"*****AFASTAMENTO ENTRE CAIXAS*****";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"* Afastamento="\Num:=afast;
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"*Introduza o novo valor?           *";
TPWrite"*****0-SAIR *****";
TPReadNum afast, "AFASTAMENTO:"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
```

GOTO MENU116;

ELSEIF reg1=5 THEN

```
TPERase;
TPWrite"***INTERVALO DE TEMPO DA MENSAGEM ***"
TPWrite"*****FALTA CAIXA NO TAPETE*****";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"* TEMPO="\Num:=tempcaixa;
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"*Introduza o novo valor?           *";
TPWrite"*****0-SAIR *****";
TPReadNum tempcaixa, "TEMPO:"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
GOTO MENU116;
```

ENDIF

ELSEIF opecao=0 THEN

MoveAbsJ home\NoEOffs,velc\_media,zona\_fina,tooLCFF;

Stop;

ELSE

```
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"*          ERRO          *";
TPWrite"*          Opção invalida          *";
TPWrite"* Seleccione uma das opções [1,2,0] *";
TPWrite"*****";
TPReadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, "
OK"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
GOTO Inicio;
ENDIF
```

```
GOTO MENU11;
ENDIF
```

```
IF (LargCaixa=0) OR (CompCaixa=0) OR (AltCaixa=0) OR (LargPallet=0) OR
(CompPallet=0) OR (nCamadasPallet=0) THEN
```

```
    TPErase;
    TPWrite"*****";
    TPWrite"*
    TPWrite"*          ERRO          *";
    TPWrite"* Faltão dados ...      *";
    TPWrite"*
    TPWrite"*****";
    TPReadFK reg1, "", stEmpty, stEmpty, stEmpty, stEmpty, " OK"
    \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
    IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
        GOTO Inicio;
    ENDIF
```

```
GOTO Inicio;
```

```
ELSE
```

```
MENU9:
```

```
win:=9;
```

```
    TPErase;
    TPWrite"*****DIMENSÕES DA PALETE*****";
    TPWrite" ";
    TPWrite"  LARGURA::::> "\Num:=LargPallet;
    TPWrite" ";
    TPWrite"  COMPRIMENTO:> "\Num:=CompPallet;
    TPWrite" ";
    TPWrite"  CAMADAS::::> "\Num:=nCamadasPallet;
    TPReadFK reg1, "", "MENU PRINCIPAL", stEmpty, stEmpty, stEmpty, "
    OK"\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
    TPErase;
```

```
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
```

```
    GOTO Inicio;
```

```
ENDIF
```

```
IF reg1=1 THEN
```

```
    GOTO Inicio;
```

```
ENDIF
```

```
TPWrite"*****DIMENSÕES DA CAIXA*****";
```

```
TPWrite" ";
```

```
TPWrite"  LARGURA::::> "\Num:=LargCaixa;
```

## ANEXO 1

```
TPWrite" ";
TPWrite"   COMPRIMENTO:> "\Num:=CompCaixa;
TPWrite" ";
TPWrite"   ALTURA:.....> "\Num:=AltCaixa;
TPReadFK reg1, "", "MENU PRINCIPAL", stEmpty, stEmpty, stEmpty, " OK"
\DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
```

```
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF
```

```
IF reg1=1 THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF
```

MENU8:

```
win:=10;
TPErse;
TPWrite"***** PALETIZAÇÃO *****";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* Número de Paletes a Paletizar? *";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* 100-CONTINUA                      0-SAIR *";
TPWrite"*****";
TPReadNum numpaletes, "Numero de Paletes?" \DIBreak:=DI11_4\BreakFlag:=errvar;
```

```
IF errvar = ERR_TP_DIBREAK THEN
  GOTO Inicio;
ENDIF
```

```
IF numpaletes=0 THEN
  GOTO Inicio;
ELSEIF numpaletes =100 THEN
  numpaletes:=20000;
ENDIF
```

```
offz:=AltCaixa;
offy:=CompCaixa/2;
offx:=LargCaixa/2;
caixasfila1:=1;
caixasfila2:=1;
soma:=1;
camada:=1;
posicionar:=1;
rPaletizar;
```

ENDIF

ERROR (DROP)  
ResetRetrycount;  
RETRY;  
ENDPROC

!-----  
!.....PROGRAMS/ROTINAS.....  
!-----

!Rotina para iniciar a paletização das caixas  
PROC rPaletizar()

IWatch drop4;!LIGAR ROTINA EVENTO  
ISleep drop\_payload3;! ponto de manutenção  
sup4:=FALSE;

!.....

IF RepActivado=TRUE THEN  
rRepetir;  
ENDIF

!.....

MENU22:

IF RepActivado=FALSE THEN

IF (DI10\_10=0 AND DI10\_11=0 AND DI10\_12=0 AND DI10\_13=0 ) THEN

WHILE DI10\_10=0 AND DI10\_11=0 AND DI10\_12=0 AND DI10\_13=0 DO

WaitTime 0.2;

IF sup3=FALSE THEN

win:=11;

TPERase;

TPWrite"\*\*\*\*\*";

TPWrite"\* \*";

TPWrite"\* Colocar Palete. \*";

TPWrite"\* \*";

TPWrite"\*\*\*\*\*";

WaitTime 2;

sup3:=TRUE;

ENDIF

ENDWHILE

sup3:=FALSE;

## ANEXO 1

```
ELSEIF DI10_10=1 AND DI10_11=1 AND DI10_12=1 AND DI10_13=1 THEN
    win:=12;
    TPErase;
    TPWrite"*****";
    TPWrite"**** SUPORTE DE PALETE ****";
    TPWrite"* Certefique-se que a palete *";
    TPWrite"* está vazia! *";
    TPWrite"* *";
    TPWrite"* Botão verde para continuar. *";
    TPWrite"*****";
    WaitDI DI11_2,1;
ENDIF
ENDIF
sup3:=FALSE;

WHILE (numpaletes>=paletes) AND (Fim_Caixa=FALSE) AND (Fim_Paletizacao=FALSE)
DO
    IF RepActivado=FALSE THEN
        caixas:=0;
        rVariaveis;
    ENDIF

    WHILE (nCamadasPallet>=camada) AND (Fim_Caixa=FALSE) AND
(Fim_Paletizacao=FALSE) DO

        IF RepActivado=FALSE THEN
            rMenuFimPal;

            IF offz>=555 THEN
                subir:=subir+(AltCaixa/2);
            ENDIF

        ENDIF

    ENDIF

!::::::::::PROGRAMA PARA MUDAR DE FILA ::::::::::::::

IF repor>=1 THEN

    IF RepActivado=FALSE THEN
        rPosicionarFilas;
    ENDIF

    IF Fila1=FALSE THEN
        rFila2Pallet;
        offy:=CompCaixa/2;
        ffx:=LargCaixa/2;
    ENDIF

    rFila1Pallet;
```

```
offz:=offz+AltCaixa;
offy:=CompCaixa/2;
offx:=LargCaixa/2;
caixasfila1:=1;
caixasfila2:=1;
repor:=0;
```

```
IF Fim_Paletizacao=FALSE AND Fim_Caixa=FALSE THEN
    camada:=camada+1;
ENDIF
```

```
ELSE
```

```
IF RepActivado=FALSE THEN
    rPosicionarFilas;
ENDIF
```

```
IF Fila1=TRUE THEN
    rFila1Pallet;
    offy:=CompCaixa/2;
    offx:=LargCaixa/2;
ENDIF
```

```
rFila2Pallet;
offz:=offz+AltCaixa;
offy:=CompCaixa/2;
offx:=LargCaixa/2;
caixasfila1:=1;
caixasfila2:=1;
repor:=1;
```

```
IF Fim_Paletizacao=FALSE AND Fim_Caixa=FALSE THEN
    camada:=camada+1;
ENDIF
```

```
ENDIF
ENDWHILE
```

!:::::::::::CICLO VERIFICAR SE FOI ACIONADO FIM DA PALETIZAÇÃO ::::::::::

```
rMENU;
IF (Fim_Caixa=TRUE) THEN
    rUltimaCaixa;
    GOTO CICLOFIM;
ELSEIF (Fim_Paletizacao=TRUE) THEN
    rUltimaPaleta;
    GOTO CICLOFIM;
ELSEIF (paletes+1)> numpaletes THEN
    GOTO CICLOFIM;
ENDIF
```

## ANEXO 1

```
    rCont_Paletizacao;  
    paletes:=paletes+1;  
    Fila1:=FALSE;  
ENDWHILE
```

```
CICLOFIM:  
  sup:=TRUE;  
  Fim_Caixa:=FALSE;  
  Fila1:=FALSE;  
ENDPROC
```

```
!!::::::::::::::::::::FIM PROGRAMA ::::::::::::::!!  
!-----  
!::::::::::::::::::::PROGRAMA SUBSTITUIR PALETE::::::::::::::::::::  
!-----  
!::::::::::::::::::::ROTINA MENSAGEM COLOCAR PALETE::::::::::::::::::::  
PROC rMENU()  
  IWatch drop4;  
INICIOCICLO3:
```

```
IF (sup3=FALSE) THEN  
  win:=14;  
  TPErase;  
  TPWrite"*****";  
  TPWrite"****  PALETIZAÇÃO COMCLUIDA  ****";  
  TPWrite"  
  ";  
  TPWrite" PALETE Nº:\Num:=(paletes);  
  TPWrite" CAMADA Nº:\Num:=(camada);  
  TPWrite" CAIXA Nº:\Num:=caixas;  
  TPWrite"****  SUBSTITUIR PALETE  ****";  
  TPWrite"*****";  
  WaitTime 2;  
  sup3:=TRUE;  
  sup4:=TRUE;  
ENDIF
```

```
IF DI10_10=0 AND DI10_11=0 AND DI10_12=0 AND DI10_13=0 THEN
```

```
  win:=15;  
  TPErase;  
  TPWrite"*****";  
  TPWrite"****  SUPORTE DE PALETE  ****";  
  TPWrite"****  
  ";  
  TPWrite"****  Sem Palete  ****";  
  TPWrite"****  
  ";  
  TPWrite"*****";  
  WaitTime 2;
```

```

INICIOCICLO4:
  IF DI10_10=1 AND DI10_11=1 AND DI10_12=1 AND DI10_13=1 THEN

    win:=16;
    TPErase;
    TPWrite"*****";
    TPWrite"*****  SUPORTE DE PALETE      *****";
    TPWrite"*****";
    TPWrite"*****  Com Paleta             *****";
    TPWrite"*****";
    TPWrite"*****";
    WaitTime 2;

  ELSE
    GOTO INICIOCICLO4;
  ENDIF
  GOTO INICIOCICLO5;
ENDIF

```

```

  GOTO INICIOCICLO3;
INICIOCICLO5:
  sup4:=FALSE;

```

ENDPROC

!.....:ROTINA VERIFICAR SE PALETE FOI COLOCADA:.....

PROC rCont\_Paletizacao ()

```

  IF (Fim_Paletizacao=FALSE)THEN
    win:=17;
    TPErase;
    TPWrite"*****";
    TPWrite"*****  SUPORTE DE PALETE      *****";
    TPWrite"*";
    TPWrite"* A paleta foi substituida?";
    TPWrite"*";
    TPWrite"* Pressionar botão verde para";
    TPWrite"* continuar.";
    TPWrite"*****";
    WaitDI DI11_2,1;
  ENDIF

```

ENDPROC

```

!-----
!.....
!-----

```

## ANEXO 1

!Rotina para efectuar os calculos dos pontos da palete e para deixar uma beira no perimetro da palete.....!

PROC rCalculos()

```
afast2:=afast/2;
numCaixasfila2:=Round((CompPallet/CompCaixa)-1);
numCaixasfila1:=Round((CompPallet/LargCaixa)-1);
restopalletefila1:=(CompPallet-((numCaixasfila1*LargCaixa)+(numCaixasfila2-1)*afast))/2;
restopalletefila2:=(CompPallet-((numCaixasfila1*LargCaixa)+(numCaixasfila2-1)*afast))/2;
restoPalletLarg:=(LargPallet-(LargCaixa+CompCaixa+afast+afast2))/2;
```

ENDPROC

```
!-----
!:!:!:!:!:Rotina para redimensionar o ponto da palet :!:!:!:!:
!-----
```

PROC rCorecaopPallet()

```
Pallet:=offs(pAuxPallet,-CompPallet-50,LargPallet-75,0);
pPallet:=offs(Pallet,restopalletefila1,-restoPalletLarg,0);
```

ENDPROC

```
!-----
!:!:!:!:!:
!-----
```

!Rotina pra fazer um *offset* a fila a paletizar

Proc rPosicionarFilas()

```
IF posicionar>=1 THEN
    llargcaixa:=LargCaixa+afast+afast2;
    ccompcaixa:=0;
    posicionar:=0;
ELSE
    llargcaixa:=0;
    ccompcaixa:=CompCaixa+afast+afast2;
    posicionar:=1;
```

ENDIF

ENDPROC

```
!-----
!:!:!:!:!:Rotina para fazer a fila 1 de caixas:!:!:!:!:
!-----
```

```

PROC rFila1Pallet()

  IF Fim_Caixa=TRUE THEN
    RETURN;
  ENDIF

  RepActivado:=FALSE;
  Fila1:=TRUE;

  WHILE numCaixasfila1>=caixasfila1 DO
    ISleep drop_payload3;
    ISleep drop_payload1;
    ISleep drop_payload2;
    !-----definição de pontos-----

    pAproxMesa1:=offs(pPontMesa,(LargCaixa/2)-10,-((CompCaixa/2)+5),AltCaixa+50);
    pAproxMesa:=offs(pPontMesa,(LargCaixa/2)-10,-((CompCaixa/2)+5),AltCaixa-3);
    pPallet1:=offs(pPallet,0,-llargcaixa,0);
    pColocaPecaPallet1:=offs(pPallet1,offx+30,-offy-30,AltCaixa+offz+10);
    pColocaPecaPallet5:=offs(pPallet1,offx+30,-offy-30,(AltCaixa/2)+offz+10);
    pColocaPecaPallet9:=offs(pPallet1,offx+30,-offy-30,(AltCaixa/4)+offz+10);
    pColocaPecaPallet11:=offs(pPallet1,offx+250,-offy-30,(AltCaixa/4)+offz+10);
    pColocaPecaPallet:=offs(pPallet1,offx,-offy,offz-10);
    pPallet5:=offs(pAproxMesa1,0,600,subir);

    !-----inicio de movimentos-----
    Waittime 0.1;
    MoveL pAproxMesa1,velc_alta,zona_livre,toolCFF;

    !-----sensor Tape/ Menu Paletização-----

    rTapCaixa;
    IF (pManut2=TRUE) THEN
      GOTO FIM1;
    ENDIF
    rMenuFimPal;

    !-----movimentação do robo -----

    MoveJ pAproxMesa,velc_baixa,zona_fina,toolCFF;
    rVentosaON;
    IWatch drop_payload1;
    IWatch drop_payload2;
    sensorcaixa:=TRUE;
    position:=1;
    MoveJ pAproxMesa1,velc_media,zona_livre,toolCFF;
    position:=2;
    MoveJ pPallet5,velc_alta,zona_livre,toolCFF;

```

## ANEXO 1

```
position:=3;
  IF camada>=7 THEN

      MoveJ pColocaPecaPallet11,velc_media,zona_larga,toolCFF;
      position:=6;
      MoveL pColocaPecaPallet9,velc_media,zona_larga,toolCFF;
      position:=7;
      MoveL pColocaPecaPallet,velc_media,zona_fina,toolCFF;
      ISleep drop_payload1;
      ISleep drop_payload2;
      sensorcaixa:=FALSE;
      rVentosaOFF;
      pManut2:=TRUE;
      MoveL pColocaPecaPallet9,velc_media,zona_larga,toolCFF;

  ELSEIF camada>=6 THEN

      MoveJ pColocaPecaPallet5,velc_alta,zona_larga,toolCFF;
      position:=5;
      MoveJ pColocaPecaPallet,velc_media,zona_fina,toolCFF;
      ISleep drop_payload1;
      ISleep drop_payload2;
      sensorcaixa:=FALSE;
      rVentosaOFF;
      pManut2:=TRUE;
      MoveJ pColocaPecaPallet5,velc_media,zona_larga,toolCFF;

  ELSE

      MoveJ pColocaPecaPallet1,velc_alta,zona_larga,toolCFF;
      position:=4;
      MoveJ pColocaPecaPallet,velc_media,zona_fina,toolCFF;
      ISleep drop_payload1;
      ISleep drop_payload2;
      sensorcaixa:=FALSE;
      rVentosaOFF;
      pManut2:=TRUE;
      MoveJ pColocaPecaPallet5,velc_media,zona_livre,toolCFF;
      rRegistaAlarme;
  ENDIF

  caixas:=caixas+1;
  rMenuFimPal;
  MoveJ pPallet5,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
  MoveJ pAproxMesa1,velc_alta,zona_livre,toolCFF;

FIM1:
  offx:=offx+LargCaixa+afast;
  caixasfila1:=caixasfila1+soma;
```

```

        pManut2:=FALSE;

    IWatch drop_payload3;

    IF Fim_Caixa=TRUE THEN
        RETURN;
    ENDIF

ENDWHILE

ENDPROC
!-----
!:.....!Rotina para fazer a fila 2 de caixas:.....
!-----

PROC rFila2Pallet()
IF Fim_Caixa=TRUE THEN
    RETURN;
ENDIF

    Fila1:=FALSE;
    RepActivado:=FALSE;

WHILE numCaixasfila2>=caixasfila2 DO

    ISleep drop_payload3;
    ISleep drop_payload1;
    ISleep drop_payload2;
    pAproxMesa1:=offs(pPontMesa,(LargCaixa/2)-10,-((CompCaixa/2)+5),AltCaixa+50);
    pAproxMesa:=offs(pPontMesa,(LargCaixa/2)-10,-((CompCaixa/2)+5),AltCaixa-3);
    pPallet5:=offs(pAproxMesa1,0,600,subir);
    pPallet2:=offs(pPallet,0,-ccompcaixa,0);
    pColocaPecaPallet2:=offs(pPallet2,offy+30,-offx-30,AltCaixa+offz+10);
    pColocaPecaPallet6:=offs(pPallet2,offy+30,-offx-30,(AltCaixa/2)+offz+10);
    pColocaPecaPallet9:=offs(pPallet2,offy+30,-offx-30,(AltCaixa/4)+offz+10);
    pColocaPecaPallet10:=offs(pPallet2,offy+30,-offx-200,(AltCaixa/4)+offz+10);
    pColocaPecaPallet3:=offs(pPallet2,offy,-offx,offz-10);
    pColocaPecaPallet7:=offs(pPallet2,CompPallet,-offx-350,(AltCaixa/4)+offz+10);
    pColocaPecaPallet8:=offs(pPallet2,CompPallet,-offx-100,(AltCaixa/4)+offz+10);
    MoveJ pAproxMesa1,velc_alta,zona_livre,toolCFF;

!-----sensor Tape/ Menu Paletização-----

rTapCaixa;

    IF (pManut2=TRUE) THEN
        GOTO FIM2;
    ENDIF

```

## ANEXO 1

rMenuFimPal;

!-----movimentação do robo -----

MoveJ pAproxMesa,velc\_baixa,zona\_fina,toolCFF;

position:=8;

rVentosaON;

IWatch drop\_payload1;

IWatch drop\_payload2;

!-----movimentação do robo -----

sensorcaixa:=TRUE;

MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

position:=9;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

position:=10;

IF camada>=7 THEN

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet7,0, 0,0 \Rz:=-60),velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

position:=14;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet10,0, 0,0 \Rz:=-90),velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

position:=15;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet9,0, 0,0 \Rz:=-90),velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

position:=16;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet3,0, 0,0 \Rz:=-90),velc\_media,zona\_fina,toolCFF;

ISleep drop\_payload1;

ISleep drop\_payload2;

rVentosaOFF;

sensorcaixa:=FALSE;

pManut2:=TRUE;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet9,0, 0,0 \Rz:=-90),velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

ELSEIF camada>=6 THEN

MoveL RelTool(pColocaPecaPallet8,0, 0,0 \Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

position:=12;

MoveL RelTool(pColocaPecaPallet6,0, 0,0 \Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

position:=13;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet3,0, 0,0 \Rz:= 90),velc\_media,zona\_fina,toolCFF;

ISleep drop\_payload1;

ISleep drop\_payload2;

rVentosaOFF;

sensorcaixa:=FALSE;

pManut2:=TRUE;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet6,0, 0,0 \Rz:=90),velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet8,0, 0,0 \Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

ELSE

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet2,0, 0,0 \Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

position:=11;

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet3,0, 0,0 \Rz:= 90),velc\_media,zona\_fina,toolCFF;

ISleep drop\_payload1;

```

    ISleep drop_payload2;
    sensorcaixa:=FALSE;
    rVentosaOFF;
    pManut2:=TRUE;
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet6,0, 0,0 \Rz:=90),velc_media,zona_livre,toolCFF;
    rRegistaAlarme;
ENDIF

```

```

caixas:=caixas+1;
rMenuFimPal;
MoveJ pPallet5,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
MoveJ pAproxMesa1,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
FIM2:
offy:=offy+CompCaixa+(2*afast);
caixasfila2:=caixasfila2+soma;
pManut2:=FALSE;

```

```

IWatch drop_payload3;

```

```

IF Fim_Caixa=TRUE THEN
    RETURN;
ENDIF

```

```

ENDWHILE

```

```

Alt:=AltCaixa;

```

```

ENDPROC

```

```

!.....

```

```

PROC rVentosa()

```

```

    WaitTime 0.2;

```

```

    IF (DI10_7=1)then

```

```

        IF (ventosas=TRUE) THEN

```

```

            rVentosaOFF;

```

```

            ventosas:=FALSE;

```

```

        ELSE

```

```

            rVentosaON;

```

```

            ventosas:=TRUE;

```

```

        ENDIF

```

```

    ENDIF

```

```

ENDPROC

```

```

!-----

```

```

! Rotina para ligar as ventosas

```

```

PROC rVentosaON()

```

```

    ventosas:=TRUE;

```

## ANEXO 1

```
!ventosa 1
SETDO DO10_2,0;
SETDO DO10_12,1;
!ventosa 2
SETDO DO10_4,0;
SETDO DO10_3,1;
!ventosa 3
SETDO DO10_6,0;
SETDO DO10_5,1;
!ventosa 4
SETDO DO10_8,0;
SETDO DO10_7,1;
WaitTime 0.5;
!ventosa 1
SETDO DO10_2,0;
SETDO DO10_12,0;
!ventosa 2
SETDO DO10_4,0;
SETDO DO10_3,0;
!ventosa 3
SETDO DO10_6,0;
SETDO DO10_5,0;
!ventosa 4
SETDO DO10_8,0;
SETDO DO10_7,0;
```

ENDPROC

!-----

!Rotina para desligar as ventosas  
PROC rVentosaOFF()

```
ventosas:=FALSE;
!ventosa 1
SETDO DO10_2,1;
SETDO DO10_12,0;
!ventosa 2
SETDO DO10_4,1;
SETDO DO10_3,0;
!ventosa 3
SETDO DO10_6,1;
SETDO DO10_5,0;
!ventosa 4
SETDO DO10_8,1;
SETDO DO10_7,0;
WaitTime 0.5;
!ventosa 1
SETDO DO10_2,0;
SETDO DO10_12,0;
```

```
!ventosa 2
SETDO DO10_4,0;
SETDO DO10_3,0;
!ventosa 3
SETDO DO10_6,0;
SETDO DO10_5,0;
!ventosa 4
SETDO DO10_8,0;
SETDO DO10_7,0;
```

ENDPROC

!-----

PROC rTapCaixa()

```
MENU12:
WaitUntil DI10_9=1 \MaxTime:=TempCaixa
\TimeFlag := timeout;
```

IF timeout and AlarmGeral=FALSE THEN

```
win:=18;
TPErase;
TPWrite"*****";
TPWrite"**** TRANSPORTADOR DE CAIXAS *****";
TPWrite"*";
TPWrite"* Caixas não detetadas *";
TPWrite"*";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
GOTO MENU12;
```

ENDIF

!rLuzVerde;

ENDPROC

!:.....Menu fim Paletização .....

PROC rMenuFimPal()

```
IF (Fim_Caixa=TRUE) THEN
rUltimaCaixa;
ELSEIF (Fim_Paletizacao=TRUE) THEN
rUltimaPalete;
ELSEIF (Fim_Paletizacao=FALSE) THEN
rMensagemPalete;
ENDIF
```

ENDPROC

ANEXO 1

!.....!PALETE A PALETIZAR E CAMA .....

PROC rMensagemPalete()

```
win:=19;
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"*****  PALETIZAÇÃO  *****";
TPWrite"*****";
TPWrite" ";
TPWrite" PALETE Nº:"\Num:=paletes;
TPWrite" CAMADA Nº:"\Num:=camada;
TPWrite" CAIXA Nº:"\Num:=caixas;
!WaitTime 2;
```

ENDPROC

!.....

!PALETE A PALETIZAR E CAMA

PROC rUltimaPalete()

```
win:=20;
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** ACIONADO FIM DE PALETIZAÇÃO *****";
TPWrite"*****  DA PALETE  *****";
TPWrite" ";
TPWrite" PALETE Nº:"\Num:=paletes;
TPWrite" CAMADA Nº:"\Num:=camada;
TPWrite" CAIXA Nº:"\Num:=caixas;
TPWrite" ";
TPWrite"*****";
!WaitTime 2;
```

ENDPROC

!.....

PROC rUltimaCaixa()

```
win:=21;
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** ACIONADO FIM DE PALETIZAÇÃO *****";
TPWrite"*****  DA CAIXA  *****";
TPWrite" ";
TPWrite" PALETE Nº:"\Num:=paletes;
TPWrite" CAMADA Nº:"\Num:=camada;
TPWrite" CAIXA Nº:"\Num:=caixas;
TPWrite" ";
TPWrite"*****";
```

```
!WaitTime 2;
ENDPROC
!.....
```

```
PROC rJanela1()
```

```
win:=22;
TPerase;
TPWrite"*****",
TPWrite"****  PRESSIONAR BOTÃO  ****",
TPWrite"*          *",
TPWrite"* -Continuar paletização DI11_1 *",
TPWrite"* -Ponto de manutenção *",
TPWrite"*          *",
TPWrite"*****",
WaitTime 2;
```

```
ENDPROC
```

```
PROC zone()
```

```
WZBoxDef \Inside, volume, corner1, corner2;
WZDOSet \Temp, service \Inside, volume, DO10_16, 1;
```

```
ENDPROC
```

```
!.....
```

```
PROC rVariaveis()
```

```
sup3:=FALSE;
repor:=1;
Alt:=0;
subir:=0;
rCalculos;
rCorecaoPallet;
offz:=AltCaixa;
offy:=CompCaixa/2;
offx:=LargCaixa/2;
caixasfila1:=1;
caixasfila2:=1;
soma:=1;
camada:=1;
posicionar:=1;
```

```
ENDPROC
```

```
TRAP PontoManut
```

## ANEXO 1

```
RepActivado:=TRUE;
pManut:=TRUE;
Sleep drop_payload3;
rPontoManut;
RAISE DROP;
ERROR
RAISE;
```

```
ENDTRAP
```

```
PROC rPontoManut()
```

```
  rVentosaOFF;
  StopMove \Quick;
  ClearPath;
  ISleep drop_payload1;
  ISleep drop_payload2;
  StartMove;
```

```
IF (pManut=FALSE) THEN
```

```
  TEST position
```

```
  CASE 1,8,2,9:
```

```
    MoveJ pAproxMesa1,velc_media,zona_livre,toolCFF;
```

```
  CASE 4:
```

```
    MoveJ pColocaPecaPallet1,velc_media,zona_larga,toolCFF;
```

```
  CASE 5:
```

```
    MoveL pColocaPecaPallet5,velc_media,zona_larga,toolCFF;
```

```
  CASE 6:
```

```
    MoveJ pColocaPecaPallet11,velc_media,zona_larga,toolCFF;
```

```
  CASE 7:
```

```
    MoveL pColocaPecaPallet9,velc_media,zona_larga,toolCFF;
```

```
    MoveJ pColocaPecaPallet11,velc_media,zona_larga,toolCFF;
```

```
  CASE 11:
```

```
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet2,0, 0,0
```

```
    \Rz:=90),velc_alta,zona_larga,toolCFF;
```

```
  CASE 12:
```

```
    MoveL RelTool(pColocaPecaPallet8,0, 0,0
```

```
    \Rz:=90),velc_alta,zona_larga,toolCFF;
```

```
  CASE 13:
```

```
    MoveL RelTool(pColocaPecaPallet6,0, 0,0
```

```
    \Rz:=90),velc_alta,zona_larga,toolCFF;
```

```
    MoveL RelTool(pColocaPecaPallet8,0, 0,0
```

```
    \Rz:=90),velc_alta,zona_larga,toolCFF;
```

```
  CASE 14:
```

```
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet7,0, 0,0 \Rz:=-
```

```
    60),velc_media,zona_larga,toolCFF;
```

```

CASE 15:
  MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet10,0, 0,0 \Rz:=-90),velc_media,zona_larga,toolCFF;
  MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet7,0, 0,0 \Rz:=-60),velc_media,zona_larga,toolCFF;
CASE 16:
  MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet9,0, 0,0 \Rz:=-90),velc_media,zona_larga,toolCFF;
  MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet10,0, 0,0 \Rz:=-90),velc_media,zona_larga,toolCFF;
  MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet7,0, 0,0 \Rz:=-60),velc_media,zona_larga,toolCFF;
ENDTEST

```

```

ENDIF

```

```

pManut3:=TRUE;
pManut4:=TRUE;
pManut5:=TRUE;

```

```

MENU20:

```

```

WHILE pManut3=TRUE DO
WaitTime 0.1;

```

```

IF (pManut4=TRUE and DI10_6=1) or pManut5=TRUE THEN

```

```

  pManut5:=FALSE;
  MoveJ pManutencao,velc_media,zona_livre,toolCFF;
  win:=23;
  TPErase;
  TPWrite"*****";
  TPWrite"**** PONTO DE MANUTENÇÃO 1 ****";
  TPWrite"* *";
  TPWrite"* Pressionar botão: *";
  TPWrite"* -Ponto de manutenção 2 *";
  TPWrite"* -Continuar paletização DI11_1 *";
  TPWrite"*****";
  WaitTime 0.1;
  pManut4:=FALSE;

```

```

ELSEIF DI10_6=1 and pManut4=FALSE THEN

```

```

  MoveJ pManutencao2,velc_media,zona_livre,toolCFF;
  win:=24;
  TPErase;
  TPWrite"*****";
  TPWrite"**** PONTO DE MANUTENÇÃO 2 ****";
  TPWrite"* *";
  TPWrite"* Pressionar botão: *";
  TPWrite"* -Ponto de manutenção 1 *";
  TPWrite"* -Continuar paletização DI11_1 *";
  TPWrite"*****";

```

## ANEXO 1

```
pManut4:=TRUE;

ELSEIF DI11_1=1 THEN
  pManut3:=FALSE;
ENDIF

ENDWHILE

MoveAbsJ home\NoEOffs,velc_media,zona_fina,tooLCFF;
IWatch drop_payload3;

ENDPROC

!:.....: Rotina trap sensores caixa do griper :.....:

TRAP gohome

  IDisable;
  ISleep drop_payload3;! ROTINA BOTONEIRA DE MANUTENÇÃO
  RepActivado:=TRUE;
  StopMove\Quick;
  ClearPath;
  ISleep drop_payload1;
  ISleep drop_payload2;
  RAISE DROP;
  ERROR
  RAISE;

ENDTRAP

PROC rRepetir()
  IEnable;
  AccSet 50, 50;
  numcaixas:=numcaixas+1;
  StartMove;

IF (DI10_8=1) and (3>=numcaixas) THEN
  ! SE ESTIVER FORA DA ZONA DA PALETE e ou TAPETE e o nº. DE CAIXAS
  INFERIOR A 3 DEIXA A CAIXA NO CHÃO

  plargcaixa:=offs(pAproxMesa1,0,300,-500);
  plargcaixa:=offs(pAproxMesa1,0,600,-500);
  win:=25;
  TPErase;
  TPWrite"*****";
  TPWrite"***** GRIPPER *****";
  TPWrite"* Caixa não detectada *";
  TPWrite"*";
  TPWrite"* A repetir ciclo de paletização *";
```

```

TPWrite"*          de caixa          *";
TPWrite"*****";
rMenuFimPal;
MoveJ pPallet5,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
MoveJ plargcaixa,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
rVentosaOFF;
WaitTime 1;
MoveJ pPallet5,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
MoveJ pAproxMesa1,velc_media,zona_livre,toolCFF;

```

```

GOTO FIMREPETIR;

```

```

ELSEIF (DI10_8=1) and (numcaixas>3) THEN

```

```

win:=26;
TPerase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** GRIPPER *****";
TPWrite"*          *";
TPWrite"*      Mais de 3 caixas soltas.      *";
TPWrite"*          *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;

```

```

ELSE

```

```

win:=27;
TPerase;
TPerase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** GRIPPER *****";
TPWrite"*          *";
TPWrite"*      Caixa não detectada      *";
TPWrite"*          *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;

```

```

ENDIF

```

```

rJanela1;
WaitTime 2;

```

```

MENU12:

```

```

IF (DI11_1=1) THEN
rVentosaOFF;

```

```

TEST position

```

```

CASE 1,8:

```

```

!      MoveJ pAproxMesa1,velc_media,zona_livre,toolCFF;

```

## ANEXO 1

CASE 2,3,9:

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 10:

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 4:

MoveJ pColocaPecaPallet1,velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 5:

MoveL pColocaPecaPallet5,velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 6:

MoveJ pColocaPecaPallet11,velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 7:

MoveL pColocaPecaPallet9,velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pColocaPecaPallet11,velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 11:

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet2,0, 0,0

Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 12:

MoveL RelTool(pColocaPecaPallet8,0, 0,0

\Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 13:

MoveL RelTool(pColocaPecaPallet6,0, 0,0

\Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

MoveL RelTool(pColocaPecaPallet8,0, 0,0

\Rz:=90),velc\_alta,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

CASE 14:

MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet7,0, 0,0 \Rz:=-

60),velc\_media,zona\_larga,toolCFF;

MoveJ pPallet5,velc\_alta,zona\_livre,toolCFF;

! MoveJ pAproxMesa1,velc\_media,zona\_livre,toolCFF;

```

CASE 15:
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet10,0, 0,0 \Rz:=-
    90),velc_media,zona_larga,toolCFF;
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet7,0, 0,0 \Rz:=-
    60),velc_media,zona_larga,toolCFF;
    MoveJ pPallet5,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
    ! MoveJ pAproxMesa1,velc_media,zona_livre,toolCFF;
CASE 16:
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet9,0, 0,0 \Rz:=-
    90),velc_media,zona_larga,toolCFF;
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet10,0, 0,0 \Rz:=-
    90),velc_media,zona_larga,toolCFF;
    MoveJ RelTool(pColocaPecaPallet7,0, 0,0 \Rz:=-
    60),velc_media,zona_larga,toolCFF;
    MoveJ pPallet5,velc_alta,zona_livre,toolCFF;
    !MoveJ pAproxMesa1,velc_media,zona_livre,toolCFF;

```

```

ENDTEST

```

```

ELSEIF (DI10_6=1) THEN

```

```

    pManut:=FALSE;
    rPontoManut;

```

```

ELSE
    GOTO MENU12;

```

```

ENDIF

```

```

FIMREPETIR:
rMenuFimPal;
IEnable;

```

```

ENDPROC

```

```

!.....

```

```

TRAP PalFimpaleta

```

```

Fim_Paletizacao:=TRUE;
rMenuFimPal;

```

```

ENDTRAP

```

```

!.....

```

```

TRAP PalFimcaixa
Fim_Caixa:=TRUE;
rMenuFimPal;

```

ANEXO 1

ENDTRAP

!:::PROGRAMA MENUS JANELAS :::

PROC rMenus()

TEST win

CASE 11:

```
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"*";
TPWrite"* Colocar Palete. *";
TPWrite"*";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 13:

```
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** SUPORTE DE PALETE *****";
TPWrite"* Certefique-se que a palete *";
TPWrite"* está vazia! *";
TPWrite"*";
TPWrite"* >> Pressionar botão verde para *";
TPWrite"* continuar. *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 14:

```
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** PALETIZAÇÃO COMCLUIDA *****";
TPWrite" ";
TPWrite" PALETE Nº:"\Num:=(paletes);
TPWrite" CAMADA Nº:"\Num:=(camada);
TPWrite" CAIXA Nº:"\Num:=caixas;
TPWrite" SUBSTITUIR PALETE ";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 15:

```
TPERase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** SUPORTE DE PALETE *****";
TPWrite"*****";
TPWrite"***** Sem Palete *****";
TPWrite"*****";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 16:

```
TPErase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** SUPORTE DE PALETE *****";
TPWrite"*****";
TPWrite"***** Com Palete *****";
TPWrite"*****";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 17:

```
TPErase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** SUPORTE DE PALETE *****";
TPWrite"*";
TPWrite"* A paleta foi substituida?";
TPWrite"*";
TPWrite"* >> Pressionar botão verde para";
TPWrite"* continuar.";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 18:

```
TPErase;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** TRANSPORTADOR DE CAIXAS *****";
TPWrite"*";
TPWrite"* Caixa não detectada";
TPWrite"*";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 19:

```
rMensagemPalete;
```

CASE 20:

```
rUltimaPalete;
```

CASE 21:

```
rUltimaCaixa;
```

CASE 22:

```
rJanela1;
```

CASE 23:

```
TPErase;
TPWrite"*****";
TPWrite"*** PONTO DE MANUTENÇÃO 1 ***";
```

ANEXO 1

```
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* Pressionar botão:             *";
TPWrite"* -Ponto de manutenção 2       *";
TPWrite"* -Continuar paletização DI11_1 *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 24:

```
TPErise;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** PONTO DE MANUTENÇÃO 2 *****";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* Pressionar botão:             *";
TPWrite"* -Ponto de manutenção 1       *";
TPWrite"* -Continuar paletização DI11_1 *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 25:

```
TPErise;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** GRIPPER *****";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* *** Caixa não detectada      *** *";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* A repetir ciclo de paletização *";
TPWrite"* de caixa                       *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 26:

```
TPErise;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** GRIPPER *****";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* Mais de 3 caixas soltas.        *";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
```

CASE 27:

```
TPErise;
TPWrite"*****";
TPWrite"***** GRIPPER *****";
TPWrite"*                               *";
TPWrite"* Caixa não detectada.            *
```

```

TPWrite"*                                     *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;

ENDTEST

ENDPROC

!::::::::::PROGRAMA LUZ VERDE ::::::::::::::::::::

PROC rLuzVerde()

    SetDO DO10_11,1;
    SetDO DO10_10,0;
    SetDO DO10_9,0;

ENDPROC

!::::::::::PROGRAMA LUZ VERMELHA ::::::::::::::::::::

PROC rLuzVermelha()

    SetDO DO10_11,0;
    SetDO DO10_10,0;
    SetDO DO10_9,1;

ENDPROC

!::::::::::PROGRAMA LUZ AMARELA ::::::::::::::::::::

PROC rLuzAmarela()

    SetDO DO10_11,0;
    SetDO DO10_10,1;
    SetDO DO10_9,0;

ENDPROC

PROC rRegistaAlarme()

IDisable;

nAlarme:=nAlarme+1;

Open "HOME:" \File:= "ProdPaletizacao.txt", FILE\Append;

```

ANEXO 1

```
IF nAlarme=1 Write file,"=====RELATORIO DA PALETIZAÇÃO
=====";
```

```
Write file,CDate()\NoNewLine;
Write file," "\NoNewLine;
Write file,CTime()\NoNewLine;
Write file," "\NoNewLine;
Write file,"PALETE Nº:"\Num:=paletes\NoNewLine;
Write file," "\NoNewLine;
Write file,"CAMADA Nº:"\Num:=camada\NoNewLine;
Write file," "\NoNewLine;
Write file,"CAIXA Nº:"\Num:=caixas;
Close file;
IEnable;
```

ENDPROC

TRAP evento

```
ISleep drop4;
WaitTime 2;
WaitUntil AIGeral=FALSE;
rMenus;
IWatch drop4;
```

ENDTRAP

!.....

ENDMODULE



## **ANEXO 2**



## ANEXO 2

### PROGRAMA DE SUPERVISÃO

%%%

VERSION:1

LANGUAGE:ENGLISH

%%%

#### MODULE ALARME\_PAL

!::::::::::DECLARAÇÕES DE VARIÁVEIS ::::::::::::::::::::

```
PERS NUM tim;
PERS NUM Alarm5:=0;
PERS NUM paletes;
PERS NUM camada;
PERS NUM caixas;
PERS BOOL MenuDados:=FALSE;
PERS BOOL sup4;
PERS BOOL zonaact:=FALSE;
PERS BOOL repeatcycle:=FALSE;
PERS BOOL ventosas:=FALSE;
PERS BOOL AlarmGeral:=FALSE;
PERS BOOL AIgeral:=FALSE;
PERS BOOL Fim_Paletizacao:=FALSE;
PERS BOOL sensorcaixa;
VAR iodev FILE;
VAR NUM nAlarme:=0;
VAR NUM menu10:=0;
VAR NUM saida:=0;
VAR NUM r_alarm:=0;
VAR BOOL menu11:=FALSE;
VAR BOOL bot:=FALSE;
VAR BOOL Alarm:=FALSE;
VAR BOOL menu1:=FALSE;
VAR BOOL menu3:=FALSE;
VAR BOOL Alarm1:=FALSE;
VAR BOOL Alarm2:=FALSE;
VAR BOOL AlarmEmerg:=FALSE;
VAR BOOL AlarmPal:=FALSE;
VAR BOOL AlarmAr:=FALSE;
VAR BOOL AlarmBar:=FALSE;
VAR BOOL AlarmCaix:=FALSE;
VAR BOOL Close1:=FALSE;
VAR BOOL Close2:=FALSE;
VAR BOOL Close3:=FALSE;
VAR BOOL Close4:=FALSE;
VAR BOOL barreira:=FALSE;
VAR INTNUM botventosas;
VAR INTNUM barreira1;
```

!\*\*\*\*\*PROGRAMA PRINCIPAL\*\*\*\*\*

PROC main()

SETDO DO11\_1,1;  
SETDO DO11\_1,0;  
CONNECT botventosas WITH rVentosa;  
ISignalDI DI10\_7,1, botventosas;  
CONNECT barreira1 WITH rBarreira;  
ISignalDI DI11\_3,1,barreira1;  
Fim\_Paletizacao:=FALSE;  
StartMove;  
rLuzVerde;

INICIOALARME:

!::::::::::::PROGRAMA ALARMES::::::::::::

WaitTime 0.01;

IF DI10\_16=0 THEN

AlGeral:=TRUE;  
AlarmEmerg:=TRUE;  
AlarmGeral:=TRUE;  
rBotEmergencia;  
r\_alarm:=4;  
rRegistaAlarme;  
GOTO INICIOALARME;

ENDIF

IF DI10\_1\_AROK=0 THEN

AlGeral:=TRUE;  
AlarmAr:=TRUE;  
AlarmGeral:=TRUE;  
rArComprimido;

GOTO INICIOALARME;

ENDIF

IF BARREIRA=TRUE THEN

AlGeral:=TRUE;  
AlarmBar:=TRUE;  
AlarmGeral:=TRUE;  
rZonaSegur;  
IWatch barreira1;

ANEXO 2

```
GOTO INICIOALARME;  
ENDIF
```

```
IF sup4=FALSE THEN
```

```
IF (DI10_10=0 or DI10_11=0 or DI10_12=0 or DI10_13=0) THEN
```

```
    AlGeral:=TRUE;  
    AlarmPal:=TRUE;  
    AlarmGeral:=TRUE;  
    rSensPalete;  
    GOTO INICIOALARME;  
ENDIF
```

```
ENDIF
```

```
!rSensPalete;
```

```
IF AlarmPal=FALSE and AlarmAr=FALSE and AlarmBar=FALSE and  
AlarmGeral=TRUE THEN
```

```
    TPerase;  
    TPWrite"*****";  
    TPWrite"*****";  
    TPWrite"***** ROBO OPERACIONAL *****";  
    TPWrite"*****";  
    TPWrite"*****";  
    WaitTime 1;  
    StartMove;  
    rLuzVerde;  
    AlarmGeral:=FALSE;  
    AlGeral:=FALSE;
```

```
ENDIF
```

```
!.....
```

```
GOTO INICIOALARME;
```

```
ENDPROC
```

```

!.....:
!.....:PROGRAMA BOTONEIRA DE ENERGÊNCIA :.....:
!.....:

```

```
PROC rBotEmergencia()
```

```
LINE1:
```

```
WHILE AlarmEmerg=TRUE DO
```

```
WaitTime 0.1;
```

```
IF (DI10_16=0 ) Then
```

```
IF ( menu1=FALSE) THEN
```

```

rLuzVermelha;
StopMove;
PulseDO DO11_1;
TPerase;
TPWrite"***** ALARME BOTONEIRA EMERGÊNCIA *****";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"*               *** Activada ***      *";
TPWrite"*           (Entrada DI10_16)         *";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"*****";
r_alarm:=1;
rRegistaAlarme;
menu1:=TRUE;
Alarm:=TRUE;

```

```
ENDIF
```

```
ELSEIF (Alarm=TRUE) and (DI10_16=1) THEN
```

```

TPerase;
TPWrite"***** ALARME BOTONEIRA EMERGÊNCIA *****";
TPWrite"*                                     *";
TPWrite"*           Espera da botoneira START   *";
TPWrite"*           após E-STOP                  *";
TPWrite"*           >>> Pressionar botão verde para *";
TPWrite"*           continuar.                  *";
TPWrite"*****";
Alarm:=FALSE;
menu1:=FALSE;

```

## ANEXO 2

```
ENDIF

IF DI11_2=1 AND DI10_16=1 THEN

    AlarmEmerg:=FALSE;

ENDIF

ENDWHILE

ENDPROC

!:::::::::::::::::::::ROTINA  SENSORES PALETE :::::::::::::::::::::::

PROC rSensPalete()

IF sup4=FALSE THEN !::::::::::::cancela o alarme durante a substituição da palete::::::::::::

    IF (DI10_10=0 or DI10_11=0 or DI10_12=0 or DI10_13=0) THEN

        IF (menu1=FALSE) THEN

            PulseDO DO11_1;
            StopMove;
            rLuzVermelha;
            Alarm1:=TRUE;
            TPErase;
            TPWrite"**** ALARME SUPORTE DA PALETE ****";
            TPWrite"*                                     *";
            TPWrite"*             *** Palete mal colocada ***             *";
            TPWrite"*             (Entradas DI10_10,11,12,13)             *";
            TPWrite"*****";
            WaitTime 1;
            rRegistaAlarme;
            menu1:=TRUE;
            r_alarm:=2;

        ENDIF

    ELSEIF (DI10_10=1 and DI10_11=1 and DI10_12=1 and DI10_13=1) and
    (Alarm1=TRUE) THEN

        TPErase;
        TPWrite"***** ALARME SUPORTE DA PALETE *****";
        TPWrite"*                                     *";
        TPWrite"*             *** Palete bem colocada ***             *";

    ENDIF

ENDIF
```

```

TPWrite"* (Entradas DI10_10,11,12,13) *";
TPWrite"*****";
WaitTime 2;
Alarm1:=FALSE;
menu1:=FALSE;
AlarmPal:=FALSE;

```

```

ENDIF
ENDIF

```

```

ENDPROC

```

```

!:::::::::: ROTINA PRESSÃO AR COMPRIMIDO ::::::::::::::::::::

```

```

PROC rArComprimido()

```

```

WHILE AlarmAr=TRUE DO

```

```

    WaitTime 0.1;

```

```

    IF (DI10_1_AROK=0) THEN

```

```

        IF (menu1=FALSE) THEN

```

```

            PulseDO DO11_1;
            StopMove;
            rLuzVermelha;
            alarm5:=1;
            tim:=0;
            Alarm2:=TRUE;

```

```

            TPErase;

```

```

            TPWrite"***** ALARME AR COMPRIMIDO *****";
            TPWrite"* *";
            TPWrite"* *** PRESSÃO BAIXA *** *";
            TPWrite"* (Entradas DI10_1_AROK) *";
            TPWrite"* *";
            TPWrite"*****";

```

```

            WaitTime 1;
            menu1:=TRUE;
            r_alarm:=3;
            rRegistaAlarme;

```

```

        ENDIF

```

```

    ELSEIF (DI10_1_AROK=1) and (Alarm2=TRUE) THEN

```

```

        Alarm2:=FALSE;

```

## ANEXO 2

```

menu1:=FALSE;
TPerase;
TPWrite"***** ALARME AR COMPRIMIDO *****";
TPWrite"*                *";
TPWrite"*    *** PRESSÃO CORRECTA ***    *";
TPWrite"*    (Entradas DI10_1_AROK )    *";
TPWrite"*                *";
TPWrite"* >> Pressionar botão verde para *";
TPWrite"*    continuar.                *";
TPWrite"*****";

ENDIF

IF DI11_2=1 AND DI10_1_AROK=1 THEN

    AlarmAr:=FALSE;

ENDIF

ENDWHILE

ENDPROC
!:::
!::: ROTINA  SENSORES ZONA DE SEGURANÇA :::
PROC rZonaSegur()

WHILE    AlarmBar=TRUE DO

    IF barreira=TRUE THEN

        PulseDO DO11_1;
        StopMove;
        rLuzVermelha;
        r_alarm:=4;
        rRegistaAlarme;
        TPerase;
        TPWrite"***** ALARME ZONA DE SEGURANÇA *****";
        TPWrite"*****";
        TPWrite"*                *** Activada ***                *";
        TPWrite"*                *";
        TPWrite"* >> Pressionar botão verde para                *";
        TPWrite"*    continuar.                *";
        TPWrite"*****";
        barreira:=FALSE;

    ELSEIF barreira=FALSE AND DI11_2=1 AND DI11_3=0 THEN

```

AlarmBar:=FALSE;

ENDIF

ENDWHILE

ENDPROC

!:::::::::: PROGRAMA MENU PALETE A PALETIZAR E CAMA:::::::::::

PROC rMensagemPalete()

```
TPerase;
TPwrite"*****";
TPwrite"***** PALETIZAÇÃO *****";
TPwrite"*****";
TPwrite" ";
TPwrite" PALETE Nº:\Num:=paletes;
TPwrite" CAMADA Nº:\Num:=camada;
TPwrite" CAIXA Nº:\Num:=caixas;
```

ENDPROC

!::::PROGRAMA MENU FIM PALETE A PALETIZAR E CAMA:::::

PROC rUltimaPalete()

```
TPerase;
TPwrite"*****";
TPwrite"* !! ACIONADO FIM DE PALETIZAÇÃO !! *";
TPwrite" ";
TPwrite" PALETE Nº:\Num:=paletes;
TPwrite" CAMADA Nº:\Num:=camada;
TPwrite" CAIXA Nº:\Num:=caixas;
TPwrite"*****";
```

ENDPROC

!::::::::::PROGRAMA MENU DADOS:::::::::::

PROC rMenuDados()

IF (MenuDados=TRUE) THEN

## ANEXO 2

```
IF (Fim_Paletizacao=TRUE) THEN
    rUltimaPalete;
ELSE
    rMensagemPalete;
ENDIF

MenuDados:=FALSE;

ENDIF

ENDPROC

!*****PROGRAMA DE ESCRITA NUM FICHEIRO*****

PROC rRegistaAlarme()

IDisable;
nAlarme:=nAlarme+1;
Open "HOME:" \File:= "AlarmePal.txt", FILE\Append;

IF nAlarme=1 Write file,"=====ALARMES NO ROBOT DE
PALETIZAÇÃO ABB=====";
write file,CDate()\NoNewLine;
Write file,"  "\NoNewLine;
Write file,CTime()\NoNewLine;
Write file,"  "\NoNewLine;

TEST r_alarm
CASE 1:
    Write file,"PARAGEM DE EMERGÊNCIA ACTIVADA Nº"\Num:=nAlarme;
CASE 2:
    Write file,"PAIETE MAL COLOCADA Nº "\Num:=nAlarme;
    Close file;
CASE 3:
    Write file,"PRESSÃO BAIXA DE AR COMPRIMIDO Nº"\Num:=nAlarme;
CASE 4:
    Write file,"PARAGEM DE EMERGÊNCIA DESACIVADA Nº"\Num:=nAlarme-1;
ENDTEST

Close file;
IEnable;
ENDPROC

!::::::::::PROGRAMA LIGAR/DESLIGAR VENTOSAS ::::::::::::::::::::
```

TRAP rVentosa

IF (ventosas=TRUE) THEN

    rVentosaOFF;  
    ventosas:=FALSE;

ELSE

    rVentosaON;  
    ventosas:=TRUE;

ENDIF

ENDTRAP

TRAP rBarreira

    barreira:=TRUE;  
    ISleep barreira 1;

ENDTRAP

!::::::::::PROGRAMA VENTOSAS ON ::::::::::::::::::::

PROC rVentosaON()

    ventosas:=TRUE;  
    !ventosa 1  
    SETDO DO10\_2,0;  
    SETDO DO10\_12,1;  
    !ventosa 2  
    SETDO DO10\_4,0;  
    SETDO DO10\_3,1;  
    !ventosa 3  
    SETDO DO10\_6,0;  
    SETDO DO10\_5,1;  
    !ventosa 4  
    SETDO DO10\_8,0;  
    SETDO DO10\_7,1;  
    WaitTime 0.5;  
    !ventosa 1  
    SETDO DO10\_2,0;  
    SETDO DO10\_12,0;  
    !ventosa 2  
    SETDO DO10\_4,0;  
    SETDO DO10\_3,0;  
    !ventosa 3

## ANEXO 2

```
SETDO DO10_6,0;  
SETDO DO10_5,0;  
!ventosa 4  
SETDO DO10_8,0;  
SETDO DO10_7,0;
```

ENDPROC

!::::::::::::PROGRAMA VENTOSAS OFF ::::::::::::::

PROC rVentosaOFF()

```
ventosas:=FALSE;  
!ventosa 1  
SETDO DO10_2,1;  
SETDO DO10_12,0;  
!ventosa 2  
SETDO DO10_4,1;  
SETDO DO10_3,0;  
!ventosa 3  
SETDO DO10_6,1;  
SETDO DO10_5,0;  
!ventosa 4  
SETDO DO10_8,1;  
SETDO DO10_7,0;  
WaitTime 0.5;  
!ventosa 1  
SETDO DO10_2,0;  
SETDO DO10_12,0;  
!ventosa 2  
SETDO DO10_4,0;  
SETDO DO10_3,0;  
!ventosa 3  
SETDO DO10_6,0;  
SETDO DO10_5,0;  
!ventosa 4  
SETDO DO10_8,0;  
SETDO DO10_7,0;
```

ENDPROC

!::::::::::::PROGRAMA LUZ VERDE ::::::::::::::

PROC rLuzVerde()

```
SetDO DO10_11,1;  
SetDO DO10_10,0;  
SetDO DO10_9,0;
```

ENDPROC

!::::::::::PROGRAMA LUZ VERMELHA ::::::::::::::::::::

PROC rLuzVermelha()

SetDO DO10\_11,0;  
SetDO DO10\_10,0;  
SetDO DO10\_9,1;

ENDPROC

!::::::::::PROGRAMA LUZ AMARELA ::::::::::::::::::::

PROC rLuzAmarela()

SetDO DO10\_11,0;  
SetDO DO10\_10,1;  
SetDO DO10\_9,0;

ENDPROC

ENDMODULE