

João Vítor Pereira Ôlas

Desenvolvimento de um sistema robótico flexível para
utilização em farmácias

Dissertação de Mestrado

em Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial

Professor Doutor António Ferrolho



Aos meus pais, à minha esposa e ao meu filho.

*"A diferença entre o possível e o impossível
está na vontade humana."*

Louis Pasteur

RESUMO

Atualmente, o mercado da automatização dos armazéns de medicamentos para farmácias tem vindo a proliferar. Cada vez mais farmácias, um pouco por todo o mundo, os usam com reconhecidos proveitos. A evolução tecnológica, por um lado, e o aumento das unidades implementadas, por outro, tem levado a um decréscimo dos preços, que por sua vez leva a mais unidades vendidas e, conseqüentemente, a mais concorrência, mais investigação e mais evolução tecnológica.

A tecnologia usada assenta na automação fixa, com software e hardware desenvolvidos especificamente para este fim, de que se destaca o robô cartesiano, construído de raiz para este fim.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de armazenamento de medicamentos para utilização em farmácias com base em automação mais flexível, como seja a robótica. Utilizando robôs já existentes no mercado para utilização industrial, foram desenvolvidas várias ferramentas de software e hardware com o intuito de permitirem a integração e o controlo destes robôs manipuladores, de atuadores, de sensores e de um computador com funções HMI. Foram também concebidos sistema de alarmes e de registo de estatísticas, de intrusão e de nível de *stock*.

Para além do trabalho proposto, esta Dissertação proporciona ainda uma visão geral dos sistemas mais vendidos na Europa, confirma a versatilidade dos robôs manipulares industriais e realiza também uma estimativa da capacidade máxima de um armazém para utilização com estes robôs.

ABSTRACT

Nowadays, the market of medicine storehouse automation for pharmacies has been proliferating. More and more pharmacies all over the world have been using it profitably. Technological developments, on the one hand, and the increase of other implemented units, on the other hand, have led to a decrease in prices, which in turn leads to more units being sold and therefore to more competitiveness, more research and technological development.

This technology relies on fixed automation with software and hardware specifically designed for this purpose, highlighting the Cartesian robot which was built up from scratch for this purpose.

This study aimed to develop a system of medicine storage based on flexible automation such as robotics, in order to be used by pharmacies. We developed several software tools and hardware by using robots already applied on the industrial market, in order to enable the integration and control of these handling robots, actuators, sensors and a computer with HMI functions. We designed an alarm and stats tracking system, an intrusion system and also a stock level system.

In addition to the proposed work, this thesis also provides an overview of the bestselling systems in Europe, confirms the versatility of industrial handling robots and also carries an estimate of the maximum capacity and cost of building a storehouse to be used by these robots.

PALAVRAS CHAVE

WebWare SDK

Robótica

Monitorização

Controlo

Robô

Armazém

Medicamentos

Visual Basic

RAPID

Farmácia

KEY WORDS

WebWare SDK

Robotic

Monitoring

Control

Robot

Storehouse

Medicines

Visual Basic

RAPID

Pharmacy

AGRADECIMENTOS

É com muita satisfação que expresso aqui o meu sincero agradecimento a todos aqueles que, direta ou indiretamente, tornaram a realização deste trabalho possível.

Em primeiro quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor António Manuel Pereira Ferrolho, pela sua disponibilidade, pela orientação e pelos incentivos dados durante a realização do trabalho de mestrado.

Quero também agradecer ao Departamento de Engenharia Electrotécnica da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viseu, todas as facilidades concedidas na realização da parte prática deste trabalho, nomeadamente o acesso ao Laboratório de Automação e Controlo e os recursos disponibilizados para a realização da parte prática do trabalho.

Agradeço a todos os docentes do Mestrado em Engenharia Electrotecnicia – Energia e Automação Industrial, em especial ao diretor de curso, Professor Doutor Paulo Moisés Almeida da Costa, pela sua dedicação e profissionalismo na implementação e coordenação deste mestrado.

Aos meus colegas de mestrado, pelos momentos de entusiasmo partilhados em conjunto.

Ao Dr. Tiago Saraiva, sócio-gerente da Farmácia Viriato em Viseu, agradeço o tempo disponibilizado, as explicações pormenorizadas, as respostas sinceras e as facilidades concedidas no acesso ao armazém robotizado desta farmácia.

Finalmente, um agradecimento muito especial à minha família pela compreensão tida durante todo este período. Em especial, quero agradecer à minha esposa, Carla, pelo suporte e apoio e ao meu filho Tiago pela falta de tempo e indisponibilidade da minha parte.

Para todos os que aqui não foram mencionados, que contribuíram para a concretização desta Dissertação, o meu profundo e sentido agradecimento.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE QUADROS	xvii
ABREVIATURAS E SIGLAS	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura da Dissertação	2
2. Estado da arte.....	3
2.1 Introdução	3
2.2 Principais fabricantes	6
2.3 Visita à Farmácia Viriato - Viseu	7
2.4 Resumo do Capítulo.....	9
3. Hardware	11
3.1 Introdução	11
3.2 Desenvolvimento e integração do hardware	11
3.2.1 Armazém	12
3.2.2 Dispensador de Medicamentos.....	13
3.2.3 Robô	14
3.2.4 Computador	15
3.2.5 Alarmes e sinalização	16
3.2.6 Comunicação Computador-Robô	16
3.3 Simulação e demonstração de capacidade máxima	17
3.4 Estimativa e comparação de custos.....	19
3.5 Resumo do capítulo	21
4. Software.....	23
4.1 Introdução	23
4.2 Distribuição e localização do Software.....	24

4.3	Software de comunicação computador-robô.....	24
4.3.1	Comandos utilizados	25
4.4	Software desenvolvido para o robô	26
4.4.1	Modo manual do programa “FarmaciaOlas.prg”	26
4.4.2	Modo automático do programa “FarmaciaOlas.prg”	28
4.4.3	Programa “Alarmes.prg”	29
4.5	Base de dados “farmaciaolas.mdb”	31
4.6	Software desenvolvido para o computador	32
4.6.1	Janela “Painel Inicial”	33
4.6.2	Janela “Painel Técnico”	34
4.6.3	Janela “Painel Farmácia”	36
4.6.4	Ficheiros de registo gerados.....	38
4.6.5	Aplicativo de instalação	39
4.7	Testes e ensaios	40
4.8	Resumo do capítulo	41
5.	Conclusões	43
5.1	Introdução.....	43
5.2	Principais dificuldades encontradas	43
5.3	Sumário conclusivo	44
5.4	Perspetiva de desenvolvimentos futuros	45
	Referências.....	47
	Apêndice 1	51
	Apêndice 2	53
	Apêndice 3	55
	Apêndice 4	57
	Anexo 1	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Ilustração de um robô cartesiano [3]	4
Figura 2-2: Braço robótico da marca Rowa instalado na Farmácia Viriato	7
Figura 2-3: Armazém da marca Rowa instalado na Farmácia Viriato	7
Figura 2-4: Sistemas de armazenamento da marca Rowa instalados na Farmácia Viriato	8
Figura 3-1: <i>Layout</i> do Hardware	12
Figura 3-2: Vistas do Armazém.....	12
Figura 3-3: Objetos usados na simulação das caixas de medicamentos.....	13
Figura 3-4: Dispensador de medicamentos	13
Figura 3-5: Robô ABB IRB-1400	14
Figura 3-6: Controlador e consola do robô ABB IRB-1400	14
Figura 3-7: Volume de trabalho e diagrama de carga do robô IRB-1400	15
Figura 3-8: Computador HP Compaq dc7900.....	15
Figura 3-9: Sensor de presença, botoneira e Baliza de sinalização sonora e luminosa.....	16
Figura 3-10: Comunicação Computador-Robô	17
Figura 3-11: Primeira simulação de um armazém no software “RobotStudio”	17
Figura 3-12: Segunda simulação de um armazém no software “RobotStudio”	18
Figura 4-1: Distribuição e localização do software	24
Figura 4-2: Fluxograma da sub-rotina “Main” do “FarmaciaOlas.prg”	26
Figura 4-3: Fluxograma da sub-rotina “rServePedido” do programa “FarmaciaOlas.prg”	27
Figura 4-4: Fluxograma da sub-rotina “rServir” do programa “FarmaciaOlas.prg”	28
Figura 4-5: Fluxograma do programa “Alarmes.prg”	29
Figura 4-6: Fluxograma das sub-rotinas “rParagem” “rRegistaAlarme” e “rArranque”	30
Figura 4-7: Volume de trabalho do robô	30
Figura 4-8: Exemplo do ficheiro “Registo de alarmes.txt”	31
Figura 4-9: Esquema da base de dados “farmaciaolas.mdb”	32
Figura 4-10: Fluxograma geral do software “Farmácia Ôlas”	32
Figura 4-11: Fluxograma do “Painel Inicial”	33
Figura 4-12: “Painel Inicial” e “Painel de visualização do Armazém”	33
Figura 4-13: Fluxograma do “Painel Técnico”.....	34
Figura 4-14: “Painel de login” de acesso ao “Painel Técnico”	34
Figura 4-15: Separador “Hardware” do “Painel Técnico”	35
Figura 4-16: “Painel Técnico”	36
Figura 4-17: Separador “Pedidos” do “Painel Farmácia”	37
Figura 4-18: Separador “Registo de Pedidos Anteriores” do “Painel Farmácia”	37
Figura 4-19: Separadores “AlarmesStock+Estatísticas” e “Armazém“ do “Painel Farmácia”	38
Figura 4-20: Fluxograma do “Painel Farmácia”.....	38
Figura 4-21: Ficheiros de alarmes de <i>stock</i> e de estatísticas diárias do dia 25-06-2012	39
Figura 4-22: Instalação do software “Farmácia Ôlas”	39

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3-1: Estimativa de custos de um armazém com capacidade para 1920 caixas.....	19
Quadro 3-2: Estimativa de custos de um dispensador de medicamentos.....	19
Quadro 3-3: Estimativa de custos do sistema simulado na figura 3-11.....	20
Quadro 3-4: Estimativa de custos do sistema simulado na figura 3-12.....	20
Quadro 4-1: Tempos para servir medicamentos.....	41

ABREVIATURAS E SIGLAS

IPV	Instituto Politécnico de Viseu
ESTGV	Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu
DEE	Departamento de Engenharia Eletrotécnica da ESTGV
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
HMI	Human Machine Interface
DLL	Dynamic-link library
RAPID	Linguagem de programação de robôs da ABB
WOBJ	Objeto de trabalho
FEFO	First Expire, First Out
FIFO	First In, First Out

1. Introdução

Neste capítulo, apresentam-se os aspetos que motivaram a elaboração desta Dissertação de mestrado e os objetivos que a orientaram. Por último faz-se um resumo dos conteúdos de cada um dos capítulos incluídos neste trabalho.

1.1 Motivação

Nos últimos anos, a automatização das farmácias com os modernos sistemas de armazenamento robotizados tem registado um significativo progresso, existindo cada vez mais farmácias a implementá-los. Por um lado, permite libertar espaço que poderá ser aproveitado para acomodar e acondicionar mais produtos e serviços que poderão maximizar as receitas. São óbvios os benefícios decorrentes da automatização da gestão das farmácias, tanto para os pacientes como para os funcionários. O farmacêutico ganha tempo para outras tarefas, como, por exemplo, esclarecer dúvidas ou informar os clientes.

Embora pareça, à partida, que a introdução da automatização nas farmácias possa conduzir à redução do pessoal, não é isso que acontece porque, o objetivo é que o pessoal possa dedicar-se a outras tarefas, como a venda cruzada, que tendem a impulsionar as receitas [1].

A motivação deste trabalho resultou da necessidade de desenvolver um sistema de armazenamento robotizado para farmácias, utilizando tecnologia já existente para a produção industrial, como sejam, as capacidades e flexibilidade dos sistemas robotizados, capaz de competir no mercado, em preço, capacidades e performance.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de armazenamento robotizado e flexível para possível utilização em farmácias, que permita:

- o armazenamento das embalagens de medicamentos;
- a gestão do armazém de medicamentos;
- a entrega automática de medicamentos ao farmacêutico.

De forma a alcançar este objetivo, foram necessárias as seguintes tarefas:

- Conceber hardware para o armazém e para a entrega dos medicamentos;
- Desenvolver ferramentas de software para o robô capazes de gerir todos os movimentos do robô, tais como, a manipulação de caixas de medicamentos e entrega destas ao farmacêutico;
- Desenvolver software para o robô capaz de gerir os alarmes de segurança e de intrusão;
- Conceber uma ferramenta de software para o computador capaz de monitorizar, controlar e comunicar com o robô, gerir as existências no armazém, registar todos os medicamentos servidos, registar os alarmes de *stock* e funcionar como HMI.

1.3 Estrutura da Dissertação

Este capítulo introdutivo apresentou a motivação que esteve na origem deste trabalho, bem como os objetivos a serem alcançados. O capítulo 2 apresenta uma visão geral sobre o que existe já ao nível dos equipamentos automatizados e robotizados para utilização em farmácias e alguns dos principais fabricantes. Neste capítulo também é relatada a visita realizada à Farmácia Viriato em Viseu. O capítulo 3 descreve o desenvolvimento e implementação de todo o hardware utilizado, bem como a sua utilidade. É também realizada uma estimativa, no software “RobotStudio”, da capacidade máxima de um armazém para um sistema que utiliza o robô IRB-1400 da ABB. O capítulo 4 descreve todo o software desenvolvido para o robô e para o computador, bem como o software da ABB, “WebWare SDK 3.2” utilizado na comunicação computador-robô. O capítulo 5 apresenta alguns dos principais obstáculos encontrados, bem como as soluções encontradas para os ultrapassar. Ainda neste capítulo são apresentadas as conclusões relativas ao trabalho desenvolvido e enumeram-se algumas perspetivas para desenvolvimento futuro.

Para além dos capítulos referidos, a dissertação é ainda constituída por quatro apêndices, um anexo e pelo “Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas””. Nos apêndices 1 e 2 encontram-se os códigos dos programas desenvolvidos para o robô. Nos apêndices 3 e 4 estão os ficheiros de programação do software desenvolvido para o computador e do seu aplicativo de instalação. No Anexo 1 estão as características do robô IRB-1400 da ABB.

2. Estado da arte

2.1 Introdução

Desde os tempos mais remotos, que o Homem tem vindo a desenvolver tecnologias com o propósito de aumentar o seu bem-estar. Inicialmente o objetivo foi o de deixar de ser o Homem a executar as tarefas mais penosas ou com maior exigência física. A tecnologia evoluiu muito ao longo dos séculos e hoje somos uma sociedade verdadeiramente tecnológica, invadindo todas as áreas, incluindo a diversão, a cultura, a educação, etc., de forma que já não conseguimos viver sem ela.

A tecnologia é, na maioria dos casos, a automatização de um processo. Esta tem como alguns dos principais objetivos, tornar os processos mais competitivos, ou seja, torná-los:

- mais seguros;
- mais rápidos;
- mais fiáveis;
- com maior qualidade do produto final;
- com melhor gestão da informação (dados) do processo;
- com menores custos de produção e de gestão;
- menos exigentes fisicamente.

A automação é uma técnica que aplica sistemas mecânicos, elétricos, eletrónicos, informáticos (hardware e software), na operação e controlo dos sistemas de produção. A automação pode ser classificada como: fixa, programável ou flexível.

A automação fixa é caracterizada pela rigidez da configuração do equipamento, pois uma vez projetada determinada configuração de controlo, não é mais possível a sua alteração sem

modificação do hardware. Este tipo de tecnologia só se justifica em produtos de elevado volume de produção.

Na automação programável o equipamento é projetado com a capacidade de se ajustar a alterações da sequência de fabrico quando se pretende alterar o produto final. Este equipamento em relação ao de automação fixa é mais genérico e tem uma taxa de produção inferior, é mais flexível e é mais adequado à produção tipo lote. Este tipo de automação é controlada por programas onde ao fim da produção tipo lote o sistema pode ser reprogramado. São exemplos da automação programável as máquinas de comando numérico e algumas aplicações de robôs industriais.

A automação flexível é uma extensão da automação programável. Neste caso o sistema pode produzir várias combinações de produtos sem necessidade de os organizar em lotes separados. Existe uma capacidade de ajustamento dos programas a diferentes produtos e de ajustamento do hardware sem que se tenha que parar a produção. A alteração do software é normalmente realizada *off-line* num nível hierárquico superior e é transmitida ao computador do processo via rede [2].

Nesta ordem de ideias, os armazéns automatizados para farmácias enquadram-se na automação fixa, utilizando um ou mais robôs cartesianos dedicados, como o ilustrado na figura 2-1. Ou seja, são projetados e concebidos para esta tarefa, não sendo possível a sua utilização noutras aplicações sem que haja alterações profundas ao nível do software e do hardware.

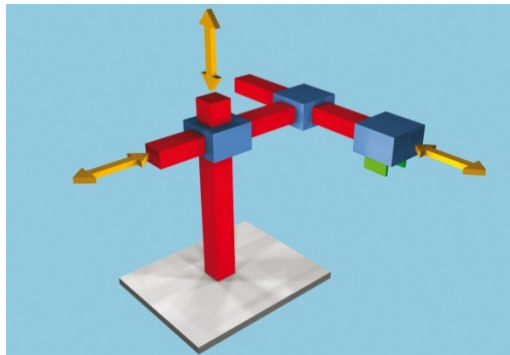


Figura 2-1: Ilustração de um robô cartesiano [3]

De uma forma global, o hardware destes sistemas automatizados para farmácias é composto por:

- 1 armazém com prateleiras de várias alturas;
- 1 (ou mais) robô cartesiano controlado por um autómato;
- 1 computador com “MS-DOS”;
- 1 computador com “Windows XP”;
- vários computadores na área de atendimento, com funções HMI;
- variado hardware, tais como: sistemas elétricos, sistemas de comunicação, tapetes rolantes, elevadores, descidas, diversos sensores, variados atuadores, etc.

Estes sistemas são geridos por software com uma hierarquia bem definida. Ao nível mais baixo, num autómato, está o programa que controla os movimentos do robô e o restante hardware, como sejam vários tipos de sensores e de atuadores. No nível intermédio, existe um programa em “MS-DOS” que faz a gestão dos pedidos e da base de dados do armazém. No nível superior está o programa, em “Windows XP” com as funções HMI e interligação com o software de faturação.

De seguida e de forma sucinta, apresentam-se as principais características, vantagens e desvantagens dos sistemas mais vendidos no mercado.

Principais funções realizadas pelo sistema:

- Armazenar um medicamento;
- Dispensar um medicamento.

Sistema de introdução:

- Sistema Semiautomático, com necessidade de intervenção humana, ao nível:
 - leitura da referência do medicamento por código de barras;
 - introdução da validade do medicamento por parte do utilizador;
 - armazenamento, pelo braço robotizado.
- Sistema automático, caracterizado por:
 - os medicamentos são colocados diretamente num tapete rolante, que os transporta;
 - manuseamento da embalagem por um braço robotizado, com leitura automática do código de barras;
 - armazenamento, pelo braço robotizado do armazém.

Tipos de armazenamento:

- Caótico - arrumação das embalagens onde existe espaço disponível nas prateleiras;
- Organizado - as embalagens são arrumadas no armazém de acordo com critérios e regras bem definidas.

Tipos de dispensa:

- FEFO - com validade mais próxima do fim, primeiro a sair.
- FIFO - primeiro a entrar primeiro a sair.

Tipo de extração:

- Descida em espiral ou em rampa;
- Tapete rolante;
- Janela;
- Elevador;
- Sistema de ar comprimido.

Ao nível da segurança existem:

- Botão para parar;
- Alarme;
- Câmaras de vigilância;
- Gerador de energia.

Vantagens:

- Rentabilidade de espaço;
- Controlo total sobre o *stock* e sua validade;
- Maior disponibilidade para o atendimento personalizado;
- Maior rapidez na dispensa de uma receita;
- Velocidade elevada do robô, cerca de 1m/s;
- O robô pode ir buscar 2 ou 3 embalagens de uma só vez;
- Assistência e controlo remoto, por ligação via internet com os fabricantes.

Desvantagens:

- Possíveis problemas no funcionamento:
 - Queda de embalagens durante a dispensa;
 - Bloqueio do sistema MS-DOS implica paragem por completo do robô;
 - Desalinhamento do Braço Robotizado.
- Varias revisões por ano: peças de desgaste rápido, calibração, etc.

2.2 Principais fabricantes

Os fabricantes europeus destes sistemas robotizados para farmácias são: Rowa (www.rowa.de) e Apostore (www.apostore.de).

Existem outros fabricantes menos conhecidos e com menos presença no mercado. São eles: Mach4 (www.mach4.de), RxSafe (rxsafe.com), Tecnilab Group (www.tecnilab.com) e Swisslog (www.swisslog.com).

Na internet existem referências a um sistema português de nome “Farmafriend”, sendo mencionado que a empresa distribuidora e comercializadora é a “HRobotics”. Não existe nenhuma alusão ao nome do fabricante e não foi encontrado nenhum *site* na internet. Em 2010 é referido também que já existiam 3 farmácias em Portugal com este sistema instalado, em Vila Nova de Gaia, Barcelos e Carregado, sem qualquer indicação acerca dos seus nomes [4].

2.3 Visita à Farmácia Viriato - Viseu

No dia 19 de Janeiro de 2012, juntamente com o Orientador, Prof. Dr. António Ferrolho, realizou-se uma visita à Farmácia Viriato, sito na Av. da Bélgica, 150R/C – 3510-159 Viseu.

O anfitrião, Dr. Nuno Tiago Sardinha Figueiredo Saraiva, mostrou as instalações e explicou todo o funcionamento do sistema implementado nesta farmácia. Esse sistema é o modelo “VMAX” da marca alemã “ROWA” com um braço robótico, ilustrado na figura 2-2, com 11,5 metros de comprimento e capacidade para 14 mil medicamentos. No dia da visita o armazém, ilustrado na figura 2-3, continha 11700 embalagens. O tipo de armazenamento usado é a arrumação caótica.



Figura 2-2: Braço robótico da marca Rowa instalado na Farmácia Viriato

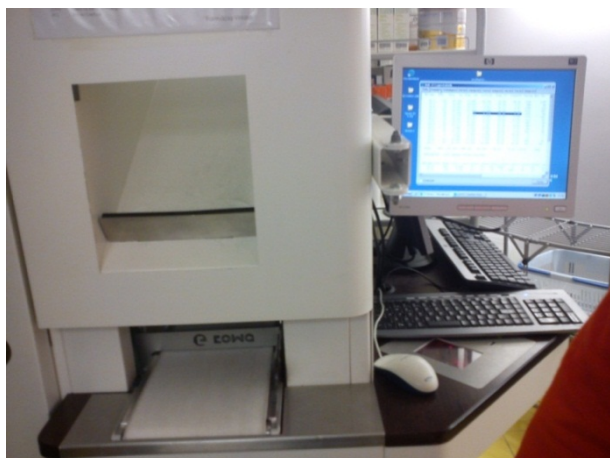


a)

b)

Figura 2-3: Armazém da marca Rowa instalado na Farmácia Viriato

Ao nível do armazenamento, está equipado com os dois sistemas: semiautomático e automático, ilustrados nas fotos a) e b), respetivamente, da figura 2-4.



a) Sistema semiautomático



b) Sistema automático

Figura 2-4: Sistemas de armazenamento da marca Rowa instalados na Farmácia Viriato

Ao nível informático, o sistema é composto, na zona do armazém, por um computador com “MS-DOS”, responsável pela comunicação, monitorização e controlo do autómato¹ e outro com “Windows XP”, responsável pela comunicação com o software HMI e de faturação e pela ligação à internet (ligação ao fabricante e à rede nacional de farmácias). Nesta farmácia existem mais 4 computadores na área de atendimento de clientes e alguns na zona administrativa.

O custo deste sistema em 2009 foi de 165 mil euros mais impostos. A manutenção é também contratada do tipo “total”², com um custo de 500 euros mensais, que inclui a manutenção curativa e preventiva, esta realizada 4 vezes por ano.

Durante a conversa com o gerente desta farmácia, Dr. Tiago, destacaram-se duas ideias importantes. Transcrevem-se de seguidas as duas perguntas e respostas mais marcantes.

Pergunta A: “Quais as principais vantagens da utilização deste tipo de sistemas?”

Resposta A: “Tempo de atendimento.”

Pergunta B: “Quantos funcionários foram dispensados com a instalação deste sistema?”

Resposta B: “Mais um! Um técnico para operar o sistema.”

¹ Responsável pelos movimentos do robô cartesiano e pela gestão de restante hardware.

² Manutenção curativa e preventiva, com todos os custos associados incluídos, tais como: deslocações, mão-de-obra, peças, etc.

No caso concreto desta farmácia, foi contratado um colaborador para desempenhar as seguintes funções:

- responsável pelo funcionamento do sistema robotizado;
- efetuar a comunicação com a empresa que instalou o equipamento, responsável pela assistência e manutenção do mesmo;
- gestão de stocks de medicamentos.

No entanto, as farmácias que adquirem estes sistemas robotizados podem optar por converter um dos seus colaboradores. Assim, qualquer colaborador com conhecimentos na área da informática e com formação técnica adequada poderá desempenhar as funções descritas.

2.4 Resumo do Capítulo

Neste capítulo foi abordado o estado da arte ao nível dos sistemas robotizados de armazenamento de medicamentos para farmácias. Foram enunciados os fabricantes mais conhecidos. Por fim, foi relatada a visita realizada à Farmácia Viriato em Viseu, descrevendo o funcionamento do seu sistema robotizado (software e hardware) da marca Rowa.

3. Hardware

3.1 Introdução

Neste capítulo é descrito todo o hardware utilizado, é relatado como foi construído ou alterado e aplicado, é ilustrada a sua localização e a sua aparência. Por fim, são realizadas duas simulações, no software “RobotStudio”, com o intuito de perceber qual a capacidade máxima de um armazém para utilizar em conjunto com o robô IRB-1400 da ABB.

3.2 Desenvolvimento e integração do hardware

A primeira fase do projeto foi o desenvolvimento de todo o hardware necessário. Todo o trabalho foi realizado no Laboratório de Automação e Robótica do DEE-ESTGV, doravante simplesmente designado por Laboratório. O hardware utilizado neste trabalho foi:

- 4 armazéns de medicamentos;
- 1 dispensador de medicamentos;
- 1 robô ABB IRB-1400 (ABB);
- 1 computador (HP);
- 2 sensores presença;
- 1 botoneira com 2 botões de pressão;
- 1 baliza de sinalização.

Cada posição tem uma lotação de 12 medicamentos, para “caixas paralelepipedais” e 20 medicamentos para “caixas cilíndricas”. Os objetos usados na simulação das caixas de medicamentos estão ilustrados na figura 3-3.



Figura 3-3: Objetos usados na simulação das caixas de medicamentos

3.2.2 Dispensador de Medicamentos

O dispensador de medicamentos foi construído e aplicado com materiais já existentes no Laboratório. Os materiais escolhidos foram o acrílico e o alumínio, de acordo com os já existentes neste Laboratório, por forma a maximizar a sua integração visual.

A placa de acrílico e as calhas de alumínio foram cortados na Oficina de Mecânica da ESTGV. De seguida, as várias partes da estrutura foram agrupadas com rebites. Por fim, foi colocada no local pretendido, através da fixação a uma estrutura já existente no Laboratório. O resultado final é ilustrado nas figuras 3-4 a) e b).

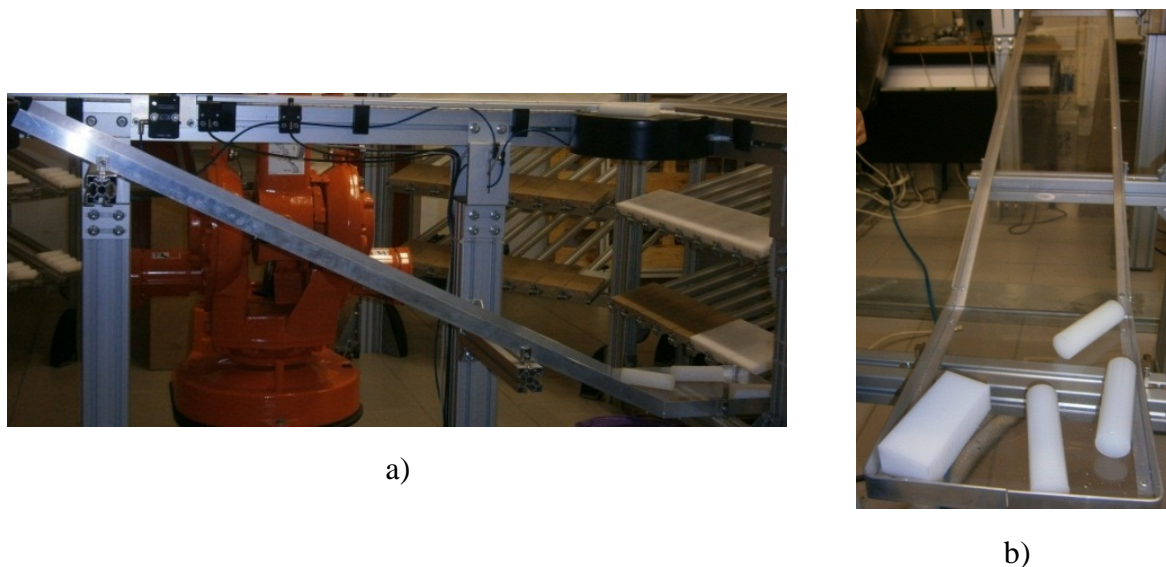


Figura 3-4: Dispensador de medicamentos

3.2.3 Robô

O robô utilizado, IRB-1400 da ABB, está ilustrado nas figuras 3-5 e 3-6. Este já existia no Laboratório, destacando-se de seguida as seguintes características:

- 6 eixos;
- Controlador S4C+ system;
- "path-following": + 0.05 mm;
- Velocidade máxima: 2,1m/s;
- Alcance máximo: 1,44m;
- Capacidade carga: 5Kg mais uma carga suplementares de 18 kg no braço superior para equipamento de processo;
- 4 saídas e 4 entradas analógicas;
- 16 saídas e 16 entradas digitais.

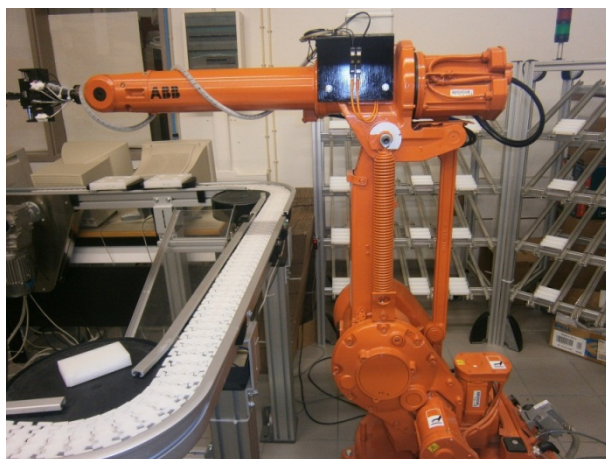


Figura 3-5: Robô ABB IRB-1400



a)



b)

Figura 3-6: Controlador e consola do robô ABB IRB-1400

A figura 3-7 ilustra o volume de trabalho e diagrama de carga deste robô [5].

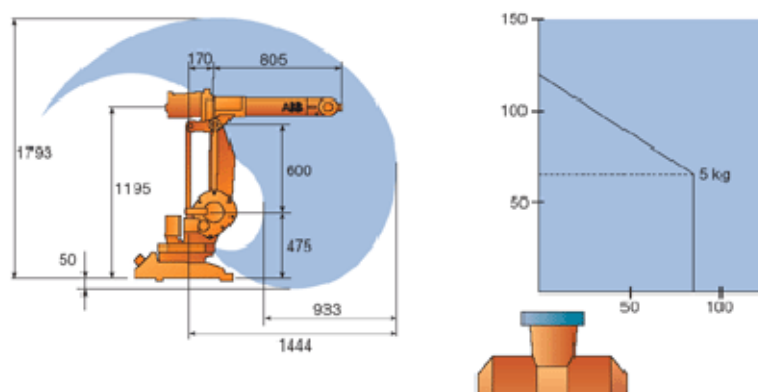


Figura 3-7: Volume de trabalho e diagrama de carga do robô IRB-1400

3.2.4 Computador

Inicialmente foi usado um computador “DELL GX270”, posteriormente, foi usado um “HP Compaq dc7900”, ilustrado na figura 3-8, com as principais características:

- Processador: Intel Core 2 Duo CPU E8400 3.00Ghz;
- Memória RAM: 3.46GB;
- Disco: HDD 100GB.

O software mais relevante instalado neste computador é:

- Microsoft Windows XP – SP3;
- Microsoft Office 2007;
- ABB WebWare SDK 3.2;
- Visual Studio 2003.



Figura 3-8: Computador HP Compaq dc7900³

³ Fonte: <http://www.comtecservice.com/index.php?page=detail&id=35> [5-7-2012]

A substituição do primeiro computador efetuou-se por dois motivos, o primeiro teve a ver com a licença do software “WebWare SDK” e o segundo com a baixa performance deste hardware. As instalações do software neste computadores já datava de 2003, pelo que, havia momentos que deixavam dúvidas sobre o seu correto funcionamento. Por outro lado, o compilador da linguagem “Visual Basic 2003” requeria maior performance do que aquela que o computador permitia. Por tudo isto, e porque a licença do software “WebWare SDK” da ABB só funciona no computador para a qual foi requerida, foi solicitada uma nova licença à ABB, já para o segundo computador, ultrapassando desta forma as questões anteriores.

3.2.5 Alarmes e sinalização

Como podemos observar na figura 3-9, para o sistema de alarmes e sinalização, o hardware utilizado foi:

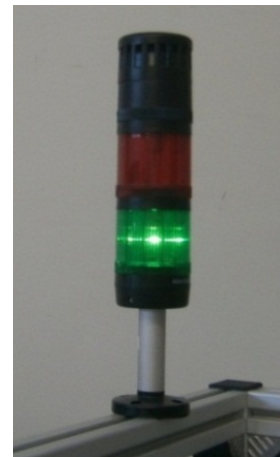
- 1 botoneira com 3 botões⁴;
- 2 sensores de presença;
- 1 baliza de sinalização sonora e luminosa.



a) Sensor de presença



b) Botoneira



c) Baliza de sinalização

Figura 3-9: Sensor de presença, botoneira e Baliza de sinalização sonora e luminosa

A descrição da utilidade e do funcionamento do sistema de alarmes está descrito, mais à frente, no subcapítulo 4.4.3 Programa ”Alarmes.prg”.

3.2.6 Comunicação Computador-Robô

A figura 3-10 ilustra a forma de ligação e comunicação entre o computador e o robô. Para efetuar esta comunicação, foi usada a rede TCP/IP já existente no Laboratório. Esta rede tem

⁴ O terceiro botão, de cor branca, na parte inferior não é usado. Ficou unicamente como reserva.

como objetivo interligar os equipamentos do Laboratório, sendo que não tem ligação física à rede da ESTGV, o que facilita ao nível da utilização de endereços IP fixos, e evita também a “infecção” com vírus informáticos dos equipamentos existentes neste Laboratório.

Neste trabalho, o único equipamento que, impreterivelmente, necessita de um endereço IP fixo é robô IRB-1400, e este é: 192.168.1.8⁵.

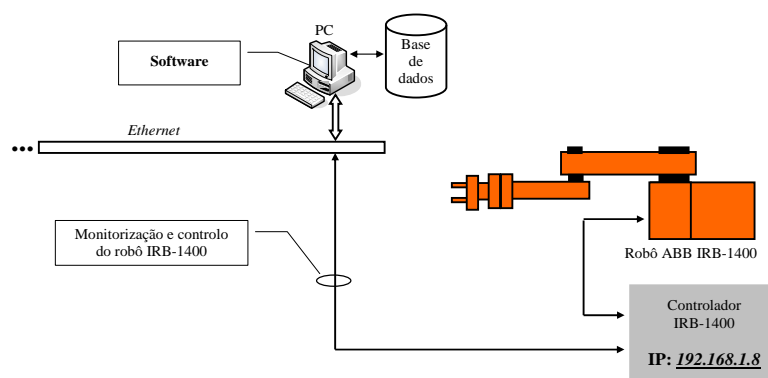


Figura 3-10: Comunicação Computador-Robô

3.3 Simulação e demonstração de capacidade máxima

Com o propósito de perceber qual a capacidade máxima de um armazém construído para maximizar as capacidades do robô IRB-1400, foram realizadas duas simulações de um *layout* no software da ABB, “RobotStudio 5.14”⁶.

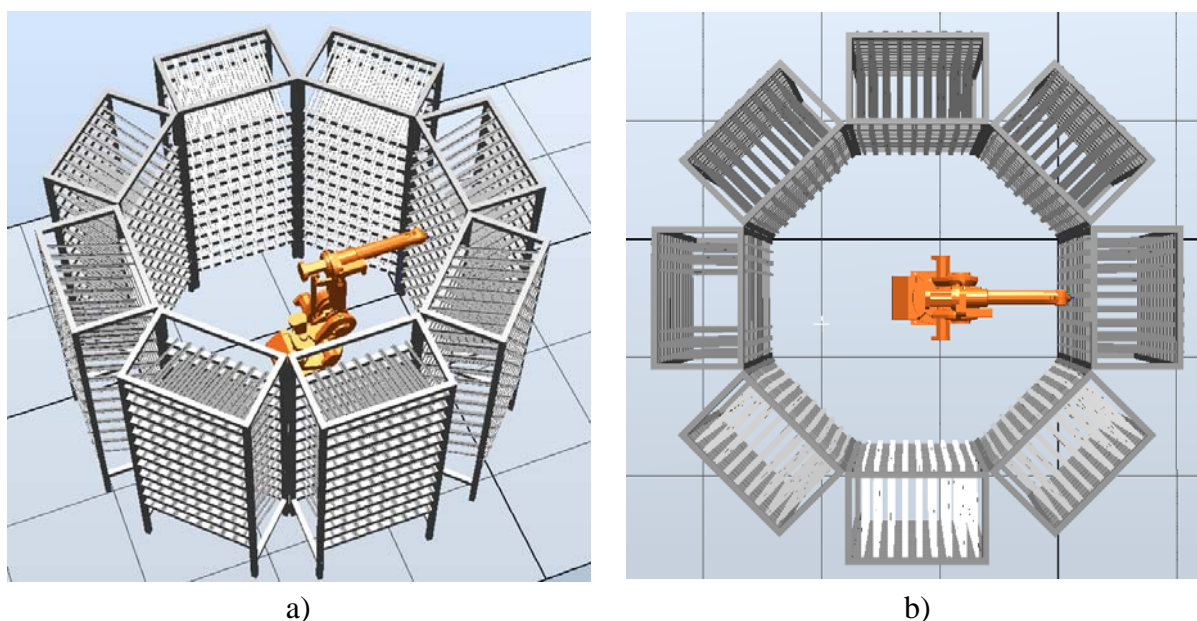


Figura 3-11: Primeira simulação de um armazém no software “RobotStudio”

⁵ Mais informações de como pode ser configurado o IP do Robô, consultar o ponto 4.2.1 Configuração do IRB-1400 do Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas”.

⁶ Versão de utilização gratuita durante 30 dias.

Como se pode verificar na figura 3-11, na primeira simulação foram criados 8 armazéns. Todos os armazéns estão no volume de trabalho do robô, no entanto, por limitações de juntas, o robô não chega a todas as posições do armazém localizado nas suas costas. De seguida, apresentam-se os cálculos em duas etapas. Nos 7 armazéns com 12 filas cada, 8 posições em cada fila e 20 caixas de medicamentos em cada posição, resulta uma capacidade de 13440 caixas. No outro armazém, existem 12 filas com 4 posições cada e 20 caixas em cada posição, do que resulta mais 960 caixas de capacidade. No total, os 8 armazéns somam uma capacidade de 14400 caixas de medicamentos.

Pode afirmar-se que esta capacidade calculada, para a primeira simulação, fica acima da capacidade dos sistemas mais pequenos existentes no mercado, cerca de 8000 embalagens, e na média dos sistemas mais comercializados, cerca de 14000 embalagens.

Como se pode verificar na figura 3-12, na segunda simulação foi utilizado um eixo horizontal para movimentar o robô com o objetivo de aumentar o seu volume de trabalho, que por sua vez permite aumentar significativamente a capacidade total do armazém. Nesta simulação continua a existir um armazém, localizado nas costas do robô, onde este não chega a todas as suas posições. Nesta simulação foram criados 16 armazéns. Nos 15 armazéns com 12 filas cada, 8 posições em cada fila e 20 caixas de medicamentos em cada posição resulta em 28800 caixas de capacidade. No outro armazém, temos 12 filas com 4 posições cada e 20 caixas em cada posição, do que resulta mais 960 caixas de capacidade. Os 16 armazéns somam uma capacidade total de 29760 caixas de medicamentos.

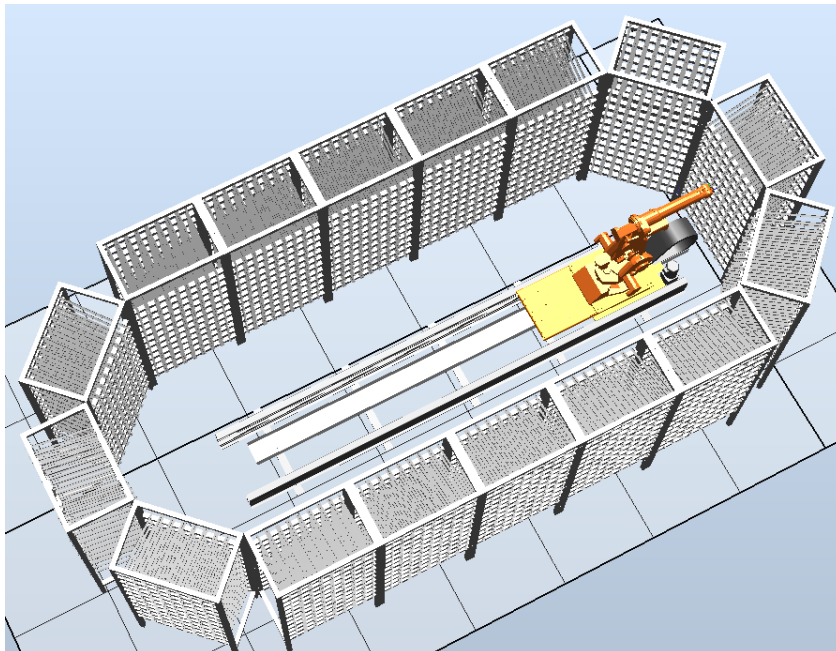


Figura 3-12: Segunda simulação de um armazém no software “RobotStudio”

Assim, podemos concluir que esta solução possui uma capacidade de armazenamento muito superior à média dos armazéns comercialmente disponíveis no mercado.

3.4 Estimativa e comparação de custos

Com o intuito de realizar uma comparação custos entre um sistema comercialmente disponível no mercado e um sistema baseado neste trabalho, vai-se realizar uma estimativa de custos para os sistemas simulados nas figuras 3-11 e 3-12.

Os quadros 3-1 e 3-2 orçamentam o custo de um armazém individual com capacidade para 1920 caixas e um dispensador de medicamentos, respetivamente.

Quadro 3-1: Estimativa de custos de um armazém com capacidade para 1920 caixas

Quantidade	Descrição	Custo
13	Metros de perfil em alumínio 4,5x4,5 cm	200 euros
22	Metros de perfil em alumínio 4,5x2,5 cm	160 euros
22	Metros de perfil em alumínio em “L”	45 euros
12	Cantos p/ perfil 4,5x4,5 cm	25 euros
4	Cantos de fixação no chão	10 euros
	Parafusos e porcas	10 euros
6	Horas de mão-de-obra	150 euros
	Total	600 euros

Quadro 3-2: Estimativa de custos de um dispensador de medicamentos

Quantidade	Descrição	Custo
3	Metros de perfil em alumínio em “L”	7 euros
6	Cantos p/ perfil 4,5x4,5 cm	13 euros
4	Cantos de fixação no chão	10 euros
	Acrílico	20 euros
	Parafusos e porcas	5 euros
3	Horas de mão-de-obra	75 euros
	Total	130 euros

De seguida, os quadros 3-3 e 3-4 realizam uma estimativa de custos para um sistema simulado na figura 3-11 e um sistema simulado na figura 3-12, respetivamente.

Quadro 3-3: Estimativa de custos do sistema simulado na figura 3-11

	Quantidade	Descrição	Custo
Hardware	1	Robô IRB-1400 da ABB	20000 euros
	8	Armazéns individuais (quadro 3-1)	4800 euros
	1	Dispensador de medicamentos (quadro 4-2)	130 euros
	1	Baliza de sinalização sonora e luminosa	53 euros
	2	Sensores de presença	100 euros
	1	Computador	500 euros
	1	Switch	40 euros
	20	Horas de mão-de-obra	500 euros
Software	120	Horas de programação em “RAPID”	6000 euros
	360	Horas de programação em “Visual Basic”	18000 euros
	1	Licença do Programa “webWare SDK 4.9”	6200 euros
	1	Licença do SO “Windows XP”	200 euros
	1	Licença do Programa Access (Office)	200 euros
Total			51423 euros

Quadro 3-4: Estimativa de custos do sistema simulado na figura 3-12

	Quantidade	Descrição	Custo
Hardware	1	Robô IRB-1400 da ABB	20000 euros
	1	Eixo linear horizontal	15000 euros
	16	Armazéns individuais (quadro 3-1)	9600 euros
	1	Dispensador de medicamentos (quadro 4-2)	130 euros
	1	Baliza de sinalização sonora e luminosa	53 euros
	2	Sensores de presença	100 euros
	1	Computador	500 euros
	1	Switch	40 euros
	36	Horas de mão-de-obra	900 euros
Software	200	Horas de programação em “RAPID”	10000 euros
	360	Horas de programação em “Visual Basic”	18000 euros
	1	Licença do Programa “webWare SDK 4.9”	6200 euros
	1	Licença do SO “Windows XP”	200 euros
	1	Licença do Programa Access (Office)	200 euros
Total			80923 euros

Como é referido no subcapítulo 2.3 o modelo “VMAX” da marca alemã “ROWA” instalado na Farmácia Viriato situada em Viseu, com 11,5 metros de comprimento e capacidade para 14 mil medicamentos, em 2009 custou cerca de 200 mil euros.

O quadro 3-3 estima um custo de 51423 euros para um sistema equivalente, com capacidade para 14400 caixas de medicamentos. Pode-se então afirmar que é possível construir um sistema baseado neste trabalho, ainda que este não tenha todas as funcionalidades do sistema

comercial, com um custo de cerca de 1/4 do valor de um sistema equivalente existente no mercado.

O quadro 3-3 estima um custo de 80923 euros para um sistema com capacidade para 29760 caixas de medicamentos. Pode-se então afirmar que é possível construir um sistema baseado neste trabalho, ainda que este não tenha todas as funcionalidades do sistema comercial, com cerca do dobro da capacidade e com um custo inferior a 1/2 do valor de um sistema equivalente existente no mercado.

3.5 Resumo do capítulo

No âmbito deste capítulo foi descrito todo o hardware utilizado. Foi relatado como foi construído o dispensador de medicamentos, como foi alterado o armazém e como todo o hardware foi aplicado. Foi esquematizada a forma de interligação e comunicação das várias partes integrantes. Foi também ilustrada a localização e a sua aparência. Foram também realizadas duas simulações com o intuito de perceber qual a capacidade máxima de um armazém para utilizar em conjunto com o robô IRB-1400 da ABB. E por fim demonstrou-se que é possível desenvolver sistemas baseados neste trabalho com maior capacidade e com custos bastante mais baixos.

4. Software

4.1 Introdução

Com o objetivo de criar um sistema de armazenamento robotizado para utilização em farmácias, foram desenvolvidos vários programas para o robô e para o computador.

Para o robô foram desenvolvidos em linguagem “RAPID” da ABB, os programas “FarmaciaOlas.prg” e “Alarmes.prg”, com o objetivo de manipular caixas de medicamentos armazenadas num armazém, utilizando toda a versatilidade de manobra deste, e gerir a segurança dos equipamentos e das pessoas, ao nível do hardware, respetivamente.

Para o computador, em linguagem de programação “Visual Basic” da Microsoft, foi desenvolvido o programa “Farmácia Ôlas.exe”, com os objetivos de efetuar:

- a monitorização e controlo do robô, através de comandos disponibilizados pelo software “WebWare SDK” da ABB;
- a gestão de *stocks* do armazém, através da ligação a uma base de dados exterior ao software;
- as funções HMI;
- o registo dos alarmes de *stock* e estatísticas, visualmente e em ficheiro.

Foi também criada a base de dados “farmaciaolas.mdb” em “Microsoft Access”, com o objetivo de acondicionar as informações relativas ao armazém.

Neste capítulo, são descritos todos os programas desenvolvidos e por fim faz-se uma síntese de todos os testes e ensaios realizados para assegurar o bom funcionamento do sistema, encontrar *bugs* e efetuar a sua correção.

4.2 Distribuição e localização do Software

A figura 4-1 ilustra a distribuição e a localização do software no computador e no controlador do Robô IRB-1400 da ABB.

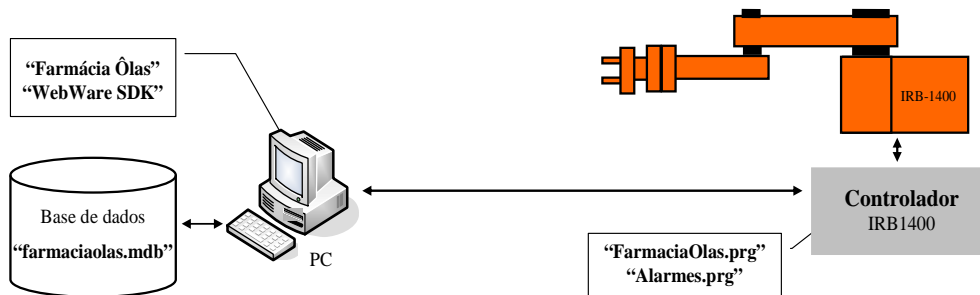


Figura 4-1: Distribuição e localização do software

Os programas “FarmaciaOlas.prg” e “Alarmes.prg” estão, forçosamente, localizados no disco do controlador do robô na pasta “FarmaciaOlas”.

No computador, o software “WebWare SDK 3.2” da ABB deve estar instalado, não necessitando de licença, já que, esta instalação só é necessária, para que seja efetuado o registo no “Windows XP” das DLL’s necessárias⁷. A base de dados “farmaciaolas.mdb” está, impreterivelmente, localizada na pasta “C:\FarmaciaOlas\”. O programa “Farmácia Ôlas” e as suas DLL’s podem estar localizados numa qualquer pasta do disco.

No entanto, foi programado e compilado um instalador deste software, que cria as pastas necessárias e coloca todos os ficheiros (executáveis, DLL’s e base de dados) na localização correta dentro do disco do computador, criando ainda atalhos no “ambiente de trabalho” e no “menu iniciar” do sistema operativo “Windows XP”⁸.

4.3 Software de comunicação computador-robô

A comunicação computador-robô assenta sobre o controlo “Helper” do software “WebWare SDK 3.2”. Este disponibiliza comandos de monitorização e controlo sobre programas e suas variáveis existentes no disco do controlador do robô.

⁷ No ponto 4.2.4 Instalação do software “WebWare SDK 3.2” do Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas”, está descrita a forma como efetuar a instalação deste software da ABB.

⁸ No ponto 4.2.6 Instalação do software “Farmácia Ôlas” do Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas”, está descrita a forma como efetuar a instalação deste software “Farmácia Ôlas”.

4.3.1 Comandos utilizados

De seguida estão listados e descritos todos os comandos utilizados na programação em “Visual Basic”, com a respetiva descrição.

S4ProgramBoolVarRead É utilizado para ler uma variável tipo booleana, de um programa tipo RAPID [6]

S4ProgramBoolVarWrite É utilizado para escrever numa variável tipo booleana, num programa tipo RAPID [6]

S4ProgramNumVarRead É utilizado para ler uma variável tipo numérica inteira, de um programa tipo RAPID [6]

S4ProgramNumVarWrite É utilizado para escrever numa variável tipo numérica inteira, num programa tipo RAPID [6]

S4ProgramVariableRead É utilizado para ler uma variável que represente estruturas ou *arrays* (tipo de variáveis RAPID), num programa tipo RAPID [6]

S4ProgramVariableWrite É utilizado para escrever numa variável que represente estruturas ou *arrays* (tipo de variáveis RAPID), num programa tipo RAPID [6]

S4ProgramLoad É utilizado para carregar um programa RAPID em memória (prepara-lo para ser executado), a partir do sistema de arquivo local do controlador [6]

S4Run É utilizado para ligar os motores do robô. [6]

S4Standby É utilizado para desligar os motores do robô [6]

S4Start É utilizado para iniciar a execução de um programa RAPID que tenha sido carregado com sucesso na memória do controlador [6]

S4Stop É utilizado para parar a execução de um programa RAPID [6]

RobotPanel Control É um painel de botões que apresenta e permite modificar os estados de funcionamento robô [6]

RobotState Control Exibe os estados atuais do robô [6]

4.4 Software desenvolvido para o robô

Inicialmente o programa “FarmaciaOlas.prg”, foi programado com o objetivo de gerir todos os movimentos do robô através de menus na consola do robô, ao qual se chamou “modo manual”. Para a utilização deste modo executa-se a rotina “Main”. Posteriormente foi programada a sub-rotina “rServir” com o objetivo de fazer a comunicação com o computador, ao qual se chamou “modo automático”. Ou seja, é possível pedir medicamentos em modo automático, através do computador, ou em modo manual, através da consola do robô.

Também foi programado o programa “Alarmes.prg”, com o objetivo de gerir a segurança dos equipamentos e pessoas, ao nível do hardware.

Todos códigos dos programas implementados em linguagem de programação RAPID encontram-se nos Apêndices 1 e 2, localizados no CD que integra esta Dissertação.

4.4.1 Modo manual do programa “FarmaciaOlas.prg”

As figuras 4-2 e 4-3 ilustram o funcionamento do programa “FarmaciaOlas.prg” em modo manual. A primeira ilustra o fluxograma funcional da sub-rotina “Main”, e a segunda ilustra o funcionamento da sub-rotina “rServePedido”. Esta última é uma sub-rotina comum aos dois modos de funcionamento.

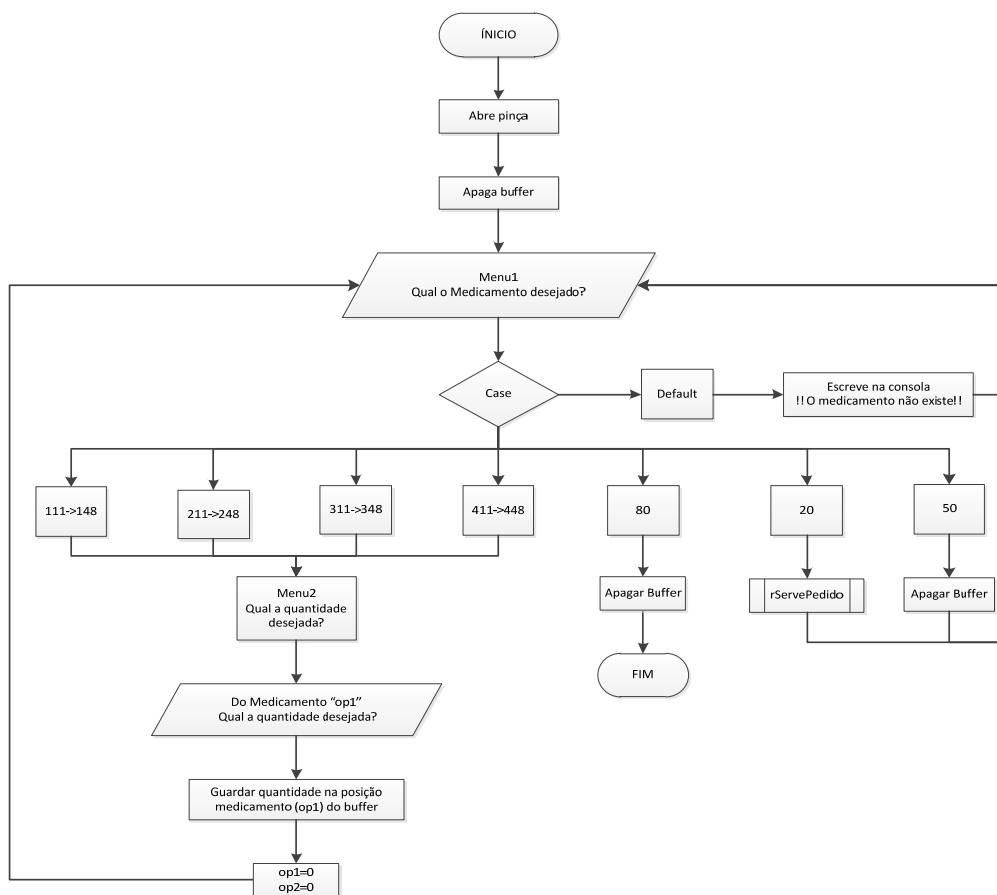


Figura 4-2: Fluxograma da sub-rotina “Main” do “FarmaciaOlas.prg”

Como se pode verificar na figura 4-2, o funcionamento da rotina “Main” é o seguinte: ao iniciar o robô abre o *gripper* (ferramenta em forma de pinça com dois dedos) e apaga o *buffer* (onde serão guardados os pedidos a serem servidos), de seguida escreve no ecrã da consola a mensagem “Qual o medicamento desejado?”. Caso seja inserido um código de posição de um medicamento que não existe, é escrito no ecrã “O medicamento não existe!”. Se for inserido um código válido, é escrito no ecrã, por exemplo: “Do medicamento 111, qual a quantidade desejada?”. Depois de inserida quantidade, pode-se repetir o processo anterior e pedir mais medicamentos. Caso não se pretenda mais nenhum medicamento, pode-se servir os pedidos inseridos introduzindo o código 20 ou apagar todos os dados que foram introduzidos até aqui, inserindo o código 80.

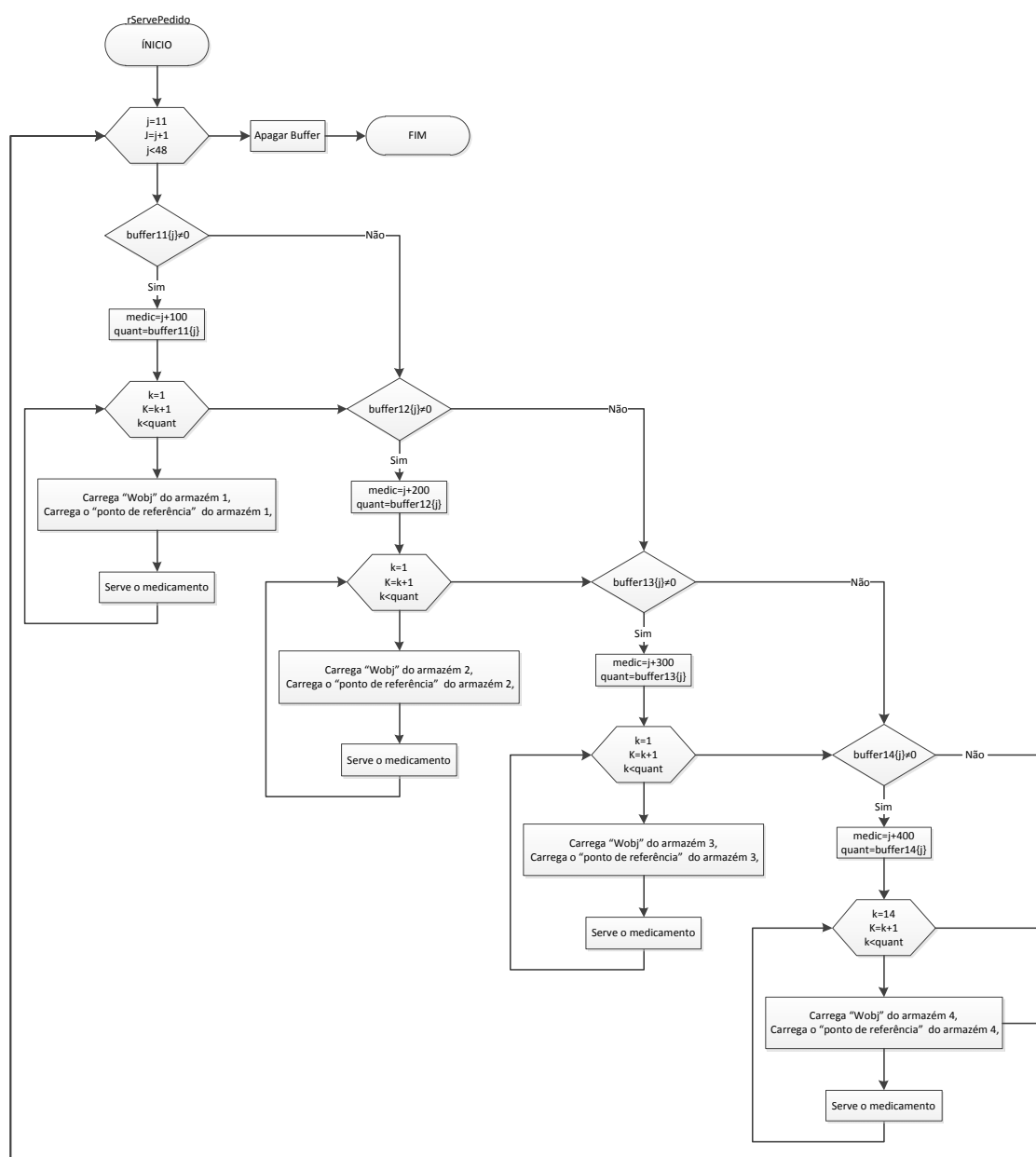


Figura 4-3: Fluxograma da sub-rotina “rServePedido” do programa “FarmaciaOlas.prg”

Depois de se ordenar ao robô que sirva o que foi pedido, a sub-rotina “rServePedido”, ilustrada na figura 4-3, começa por percorrer o *buffer* até encontrar quantidades diferentes de zero. De seguida carrega o sistema de coordenadas associado ao objeto de trabalho (WOBJ) e o “ponto de referência” do armazém onde está o medicamento pretendido servindo as quantidades pedidas de cada medicamento.

Esta sub-rotina é usada tanto no modo manual como no modo automático descrito de seguida.

4.4.2 Modo automático do programa “FarmaciaOlas.prg”

Em conjunto, as duas figuras 4-3 e 4-4, ilustram o funcionamento do programa “FarmaciaOlas.prg” em modo automático. A figura 4-4 ilustra o fluxograma funcional da sub-rotina “rServir”, e a figura 4-3 ilustra o funcionamento da sub-rotina “rServePedido”.

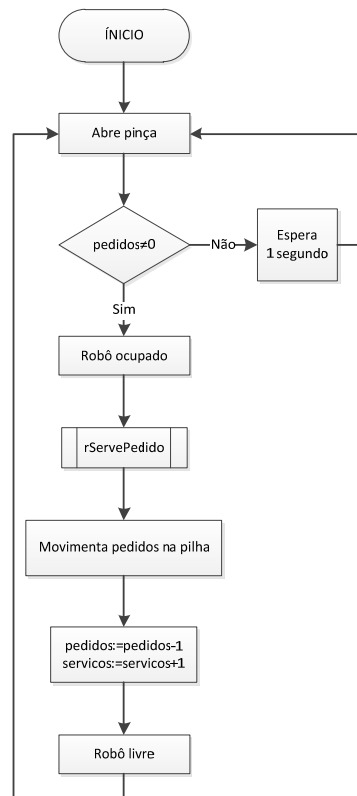


Figura 4-4: Fluxograma da sub-rotina “rServir” do programa “FarmaciaOlas.prg”

Como se pode verificar na figura 4-4, o funcionamento da rotina “rServir” é o seguinte: ao iniciar apaga o *buffer*. De seguida verifica se existe algum pedido vindo do computador e se não existir, espera um segundo e repete o processo. Se existir um ou mais pedidos, altera uma variável para representar que o robô está ocupado, serve todos os medicamentos pedidos através da sub-rotina “rServePedido”, explicada anteriormente no ponto 4.4.1. Por fim, movimenta os pedidos na pilha, decrementa o número de pedidos, incrementa o número de serviços já efetuados e altera uma variável para representar que o robô está livre, voltando para o início desta sub-rotina.

4.4.3 Programa “Alarmes.prg”

O programa “Alarmes.prg”, que tem com objetivo gerir a segurança dos equipamentos e pessoas, ao nível do hardware. Este programa está em funcionamento como “multitask” no controlador do robô. Ou seja o controlador está a processar multitarefas, sendo o programa “FarmaciaOlas.prg” a tarefa principal e o programa “Alarmes.prg”, a tarefa secundária⁹.

As duas figuras 4-5 e 4-6 ilustram o fluxograma funcional do programa “Alarmes.prg”. A primeira ilustra o fluxograma funcional da sub-rotina “Main”, e a segunda ilustra o funcionamento das sub-rotinas “rParagem” “rRegistaAlarme” e “rArranque”.

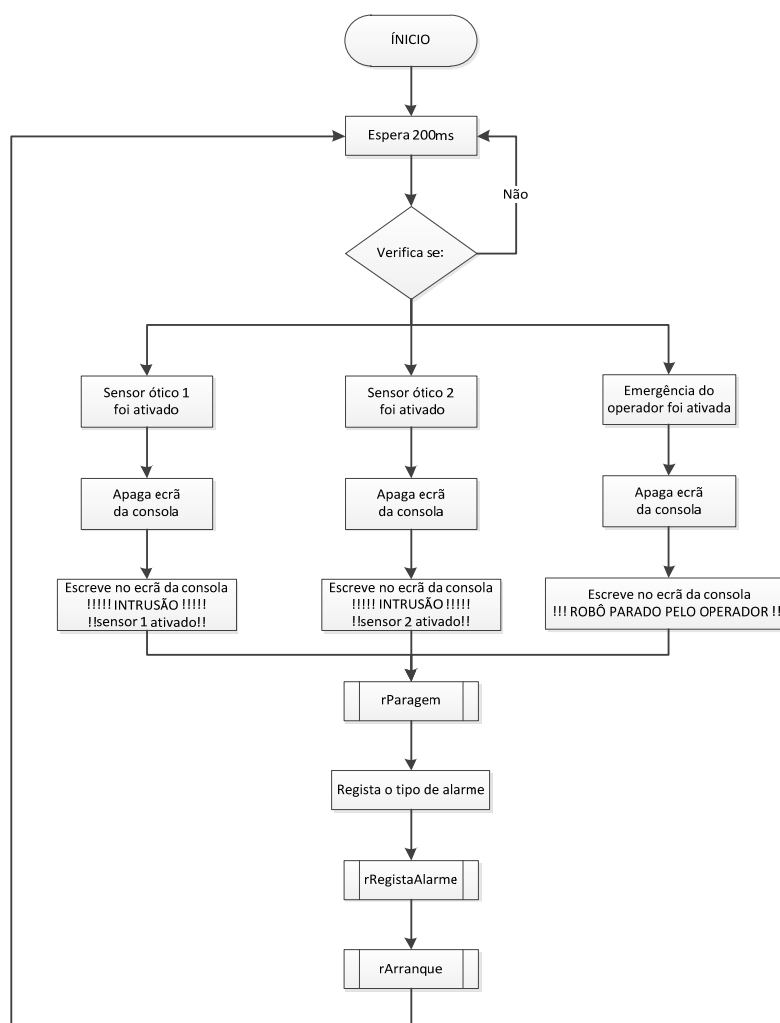


Figura 4-5: Fluxograma do programa “Alarmes.prg”

Como se pode verificar na figura 4-5 e 4-6, o funcionamento da rotina “Main” do programa “Alarmes.prg”, é o seguinte: ao iniciar espera 200 milissegundos e verifica se está pressionado o botão de emergência, ilustrado na figura 3-9 b) ou se existe algum sensor atuado, porque ocorreu uma invasão do volume de trabalho do robô, ilustrado na figura 4-7.

⁹ As indicações para a ativação de “multitasks” podem ser observadas no ponto 4.2.3 Ativação dos alarmes de intrusão no volume de trabalho do robô, do Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas”.

Em caso negativo repete o processo, nos outros casos, apaga o ecrã da consola, e escreve nela o tipo de alarme detetado. De seguida, através da sub-rotina “rParagem”, provoca a paragem do robô e liga os alarmes sonoro e luminoso da baliza de sinalização, ilustrada na figura 3-9 c). Guarda em variável o tipo de alarme e regista, em ficheiro, o tipo de alarme, a data e a hora da ocorrência. Por fim, através da sub-rotina “rArranque” espera que operador verifique o sistema e pressione o botão OK, ilustrado na figura 3-9 b). Quando este é atuado, desliga os alarmes sonoro e luminoso da baliza de sinalização, ilustrada na figura 3-9 c), e inicia de novo os movimentos do robô.

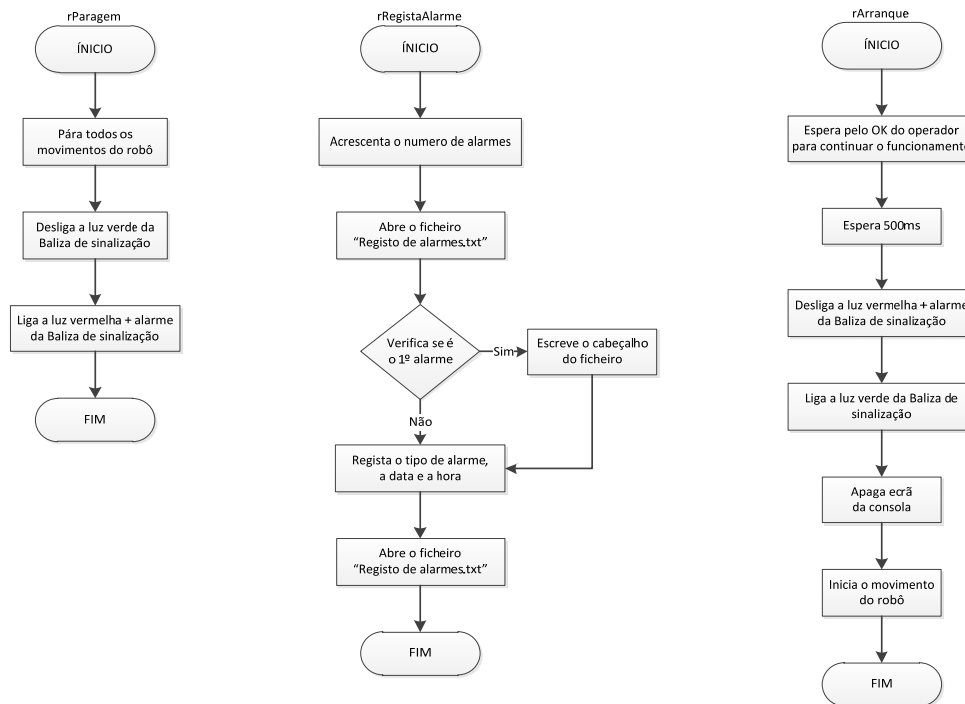


Figura 4-6: Fluxograma das sub-rotinas “rParagem” “rRegistaAlarme” e “rArranque”

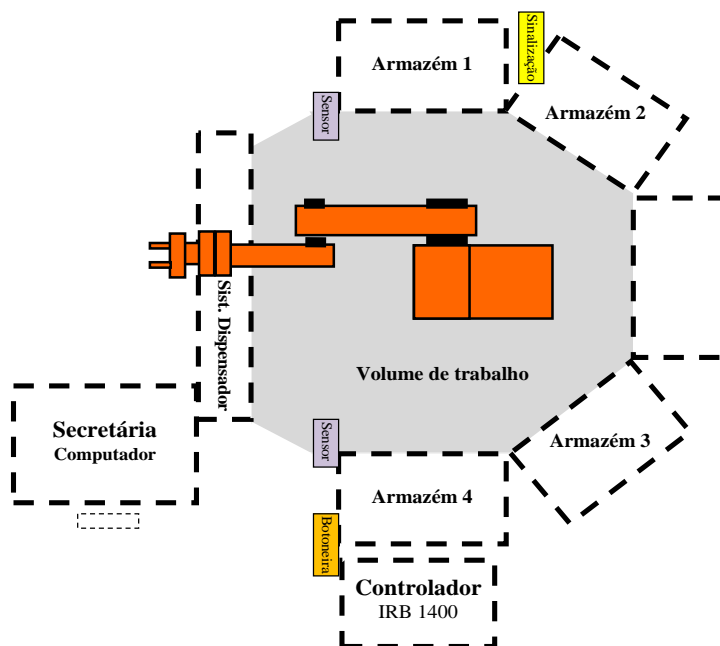
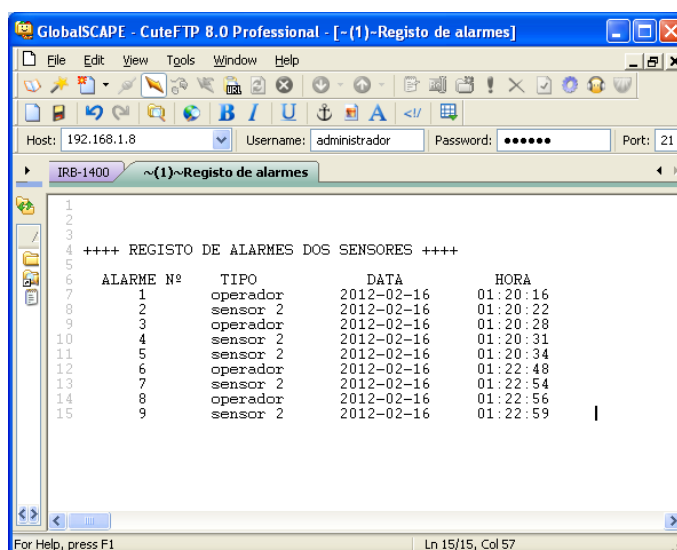


Figura 4-7: Volume de trabalho do robô

A figura 4-8 mostra o ficheiro “Registo de alarmes.txt” localizado no disco do controlador do robô na pasta “FarmaciaOlas”, onde são registados todos os alarmes, contendo as seguintes informações:

- número do alarme;
- tipo de alarme;
- data do alarme;
- hora do alarme.



```

GlobalSCAPE - CuteFTP 8.0 Professional - [-(1)-Registo de alarmes]
File Edit View Tools Window Help
Host: 192.168.1.8 Username: administrador Password: ***** Port: 21
IRB-1400 ~-(1)-Registo de alarmes
1
2
3
4 ++++ REGISTO DE ALARMES DOS SENSORES ++++
5
6 ALARME Nº TIPO DATA HORA
7 1 operador 2012-02-16 01:20:16
8 2 sensor 2 2012-02-16 01:20:22
9 3 operador 2012-02-16 01:20:28
10 4 sensor 2 2012-02-16 01:20:31
11 5 sensor 2 2012-02-16 01:20:34
12 6 operador 2012-02-16 01:22:48
13 7 sensor 2 2012-02-16 01:22:54
14 8 operador 2012-02-16 01:22:56
15 9 sensor 2 2012-02-16 01:22:59
For Help, press F1 Ln 15/15, Col 57

```

Figura 4-8: Exemplo do ficheiro “Registo de alarmes.txt”

4.5 Base de dados “farmaciaolas.mdb”

A base de dados “farmaciaolas.mdb”, ilustrada na figura 4-9, foi criada no “Microsoft Access 2000” mas pode ser aberta ou utilizada em qualquer outra versão. Esta base de dados deve estar, impreterivelmente, localizada na pasta “C:\FarmaciaOlas\”, e tem como principal objetivo o de acondicionar as informações relativas ao armazém, tais como: Nome do medicamento; posição do medicamento no armazém; quantidade mínima de *stock*¹⁰; quantidade virtual¹¹; quantidade real¹² e quantidade diária¹³.

¹⁰ quantidade a partir da qual o sistema deve gerar alarmes de *stock* mínimo.

¹¹ quantidade que efetivamente vai existir no armazém quando todos os pedidos em curso forem satisfeitos.

¹² quantidade efetivamente existente no armazém.

¹³ quantidade que efetivamente foi retirada do armazém durante uma sessão de utilização do software.

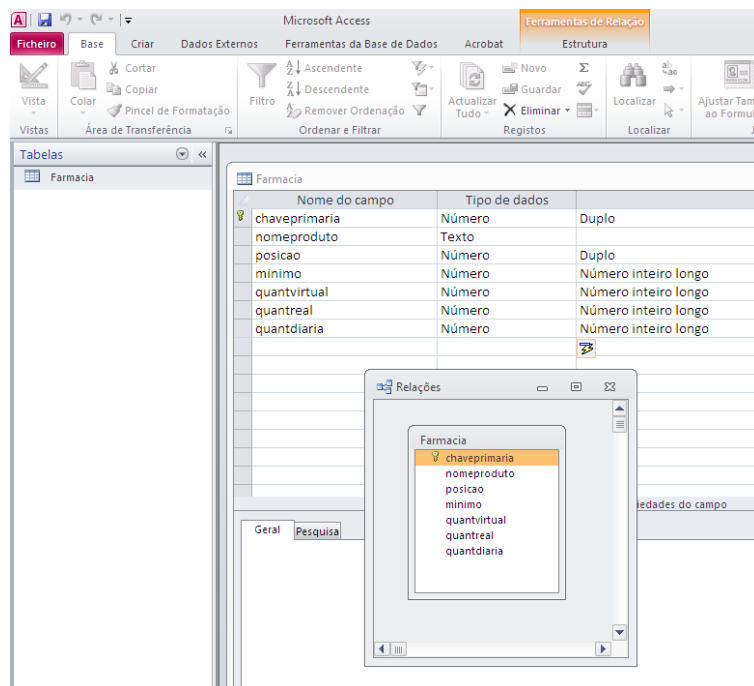


Figura 4-9: Esquema da base de dados “farmaciaolas.mdb”

4.6 Software desenvolvido para o computador

O programa desenvolvido para o computador foi programado em linguagem de programação “Microsoft Visual Basic”. Inicialmente foi usada a versão 6, mas a necessidade de utilização de multitarefas, não disponível nesta, levou à migração para a versão 2003.

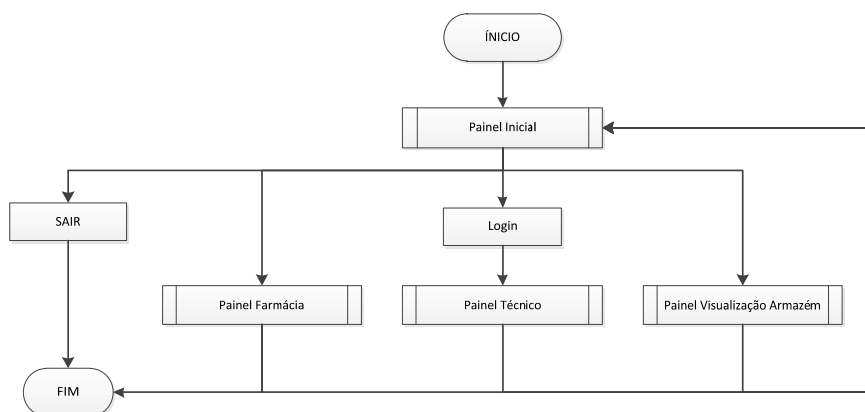


Figura 4-10: Fluxograma geral do software “Farmácia Ôlas”

A figura 4-10 mostra o fluxograma funcional geral do software “Farmácia Ôlas”. O funcionamento simplista deste é o seguinte: quando é iniciado aparece o “Painel Inicial”. Deste pode-se fechar o programa ou navegar para um dos três painéis: “Painel de visualização do Armazém”, “Painel Farmácia” ou “Painel Técnico”. Para aceder a este último painel é necessário efetuar o *login*.

Nos subcapítulos seguintes ilustra-se e descreve-se mais em pormenor o funcionamento deste.

4.6.1 Janela “Painel Inicial”

Como se pode verificar na figura 4-12 a), o “Painel Inicial”, relembra as principais instruções a serem seguidas a cada utilização. A figura 4-11 ilustra o fluxograma funcional, deste painel pode-se navegar para o “Painel de visualização do Armazém”, para o “Painel Técnico”, para o “Painel Farmácia” ou fechar o programa.

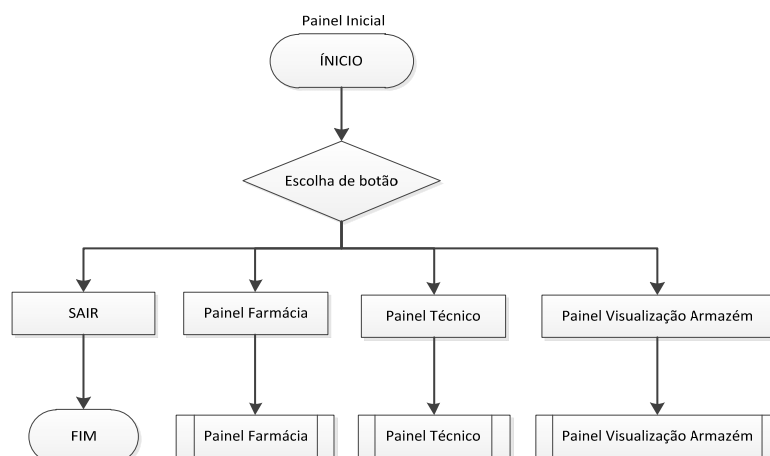


Figura 4-11: Fluxograma do “Painel Inicial”



Figura 4-12: “Painel Inicial” e “Painel de visualização do Armazém”

A figura 4-12 b) ilustra o “Painel de visualização do Armazém”, que pode ser acedido através do botão Armazém, onde devemos verificar se as quantidades efetivamente existentes no armazém coincidem com as da base de dados e corrigi-las se necessário.

4.6.2 Janela “Painel Técnico”

A figura 4-13 ilustra o fluxograma geral do “Painel Técnico”. Pode verificar-se que deste só é possível navegar para o “Painel Inicial”. Neste fluxograma podemos verificar as funções implementadas em cada separador.

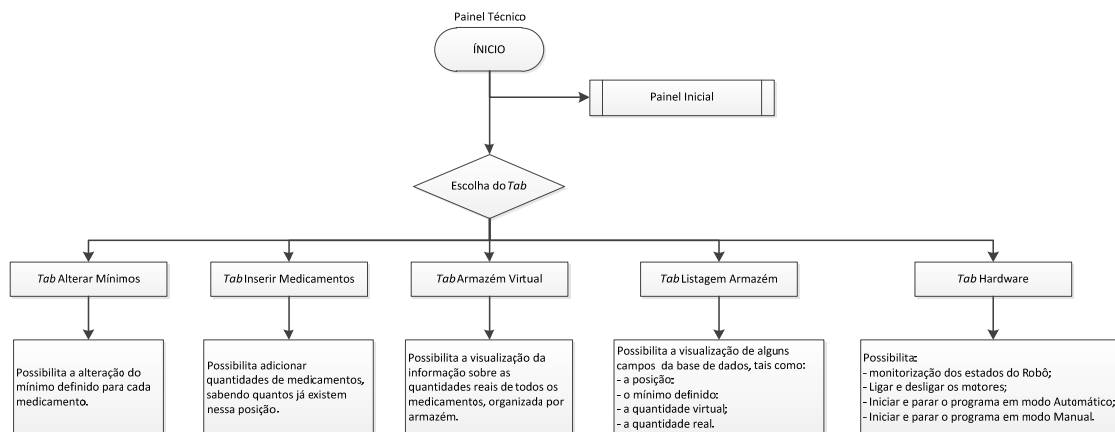


Figura 4-13: Fluxograma do “Painel Técnico”

A figura 4-14 ilustra a proteção existente para aceder ao “Painel Técnico”. O *Username* e *Password* são “olas” nas duas situações.

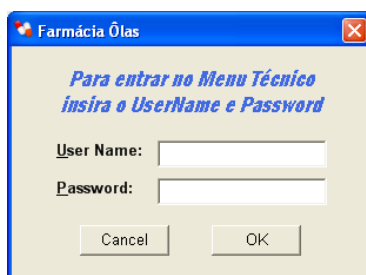


Figura 4-14: “Painel de login” de acesso ao “Painel Técnico”

Como podemos verificar na figura 4-15 a), inicialmente no separador “Hardware” do “Painel Técnico”, só é visível a monitorização do robô e os comandos “Desligar Motores” e “Ligar Motores”. Na figura 4-15 b) podemos confirmar que depois de ligados os motores é possível operar em modo manual ou em modo automático.

A figura 4-15c), avisa que em modo manual não se deve parar o programa com o robô em movimento, porque este pode ficar numa posição da qual não existe uma trajetória sem obstáculos até à posição inicial, logo o robô terá de ser movimentado pelo operador através do *joystick* existente na consola de programação deste. A figura 4-16 d) mostra que, em modo manual ou em modo automático, só é possível parar o programa no modo manual, ficando escondidos todos os outros comandos.



Figura 4-15: Separador “Hardware” do “Painel Técnico”

A figura 4-16 ilustra os restantes separadores do “Painel Técnico”. Como podemos ver na figura 4-16 a), no separador “Listagem Armazém”, podemos percorrer alguns campos da base de dados, tais como: a posição, o mínimo definido, a quantidade virtual e quantidade real. O separador “Armazém Visual”, ilustrado na figura 4-16 b), mostra visualmente a informação sobre as quantidades reais de todos os medicamentos, organizada por cada um dos quatro armazéns. As figuras 4-16 c) e 4-16 d) ilustram os separadores “Inserir Medicamentos” e “Alterar Mínimos”. Nestes é possível adicionar quantidades de medicamentos, sabendo quantos já existem nessa posição, e é possível alterar o mínimo definido para cada medicamento. Nestes separadores, não é possível:

- repetir medicamentos;
- inserir uma quantidade de medicamentos superior à capacidade daquela posição;
- seleccionar o medicamento, mas não a quantidade ou o novo mínimo.

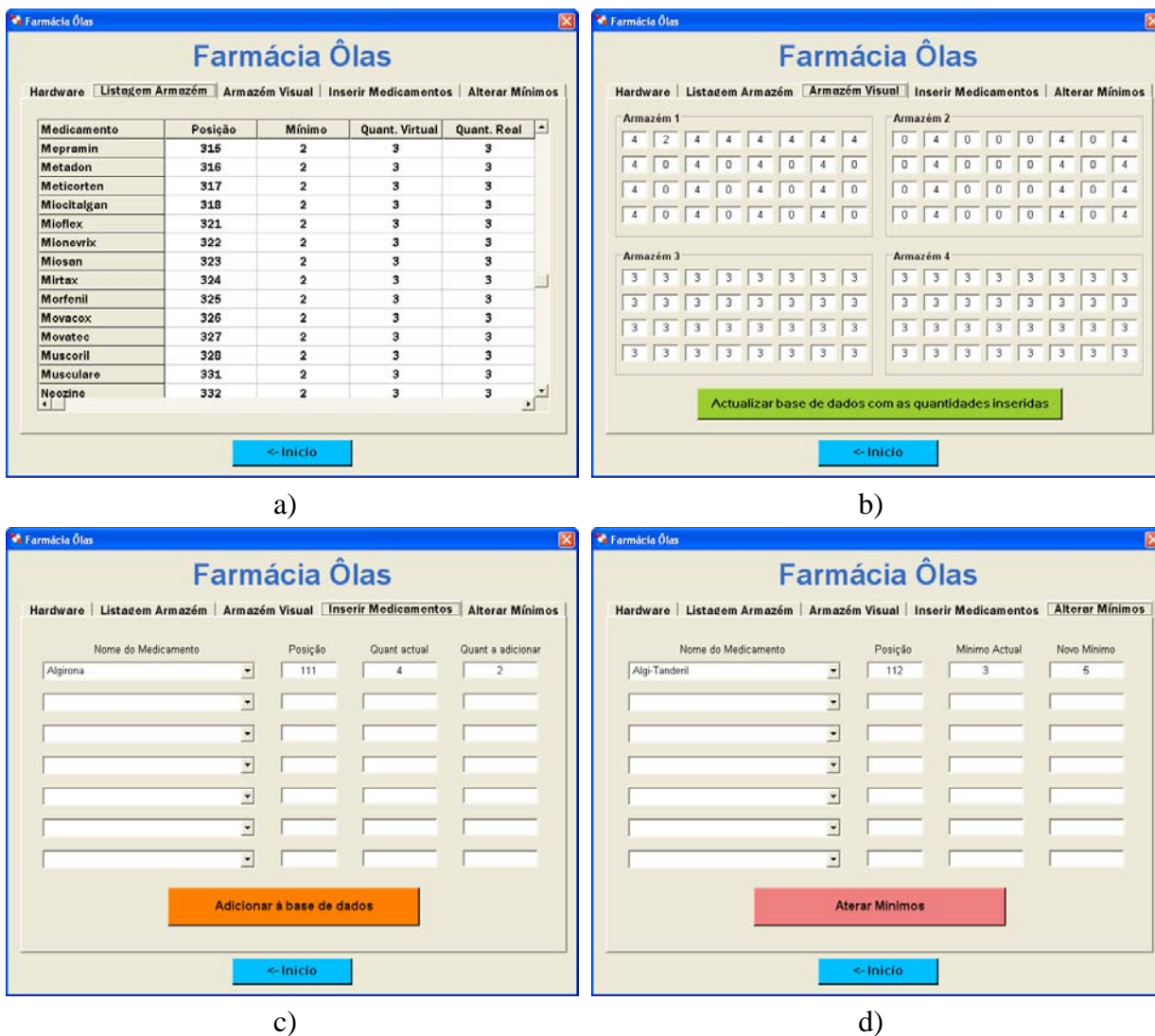


Figura 4-16: “Painel Técnico”

4.6.3 Janela “Painel Farmácia”

A figura 4-17 ilustra o separador “Pedidos” do “Painel Farmácia”, onde podemos realizar pedidos de medicamentos, visualizando a posição no armazém e o *stock* virtual. Em cada pedido, não é possível:

- repetir medicamentos;
- pedir um medicamento com *stock* zero;
- pedir uma quantidade maior do que a que existe;
- seleccionar o medicamento, mas não a quantidade.



Figura 4-17: Separador “Pedidos” do “Painel Farmácia”

A figura 4-18 mostra o separador “Registo de Pedidos Anteriores” do “Painel Farmácia”. Nele podemos visualizar os três últimos pedidos, e também verificar se estes já foram, ou não, servidos com sucesso.



a)

b)

Figura 4-18: Separador “Registo de Pedidos Anteriores” do “Painel Farmácia”

Na figura 4-19 a) podemos visualizar o separador “Alarmes *Stock* + Estatísticas” do “Painel Farmácia”, onde estão registados os alarmes gerados por *stock* abaixo do mínimo definido, e também todos os medicamentos, e respetivas quantidades, servidos durante esta sessão de utilização do software.

Como podemos ver na figura 4-19 b), o separador “Armazém” do “Painel Farmácia”, podemos percorrer alguns campos da base de dados, tais como: a quantidade virtual, a quantidade real e a quantidade já servida de cada medicamento durante esta sessão de utilização do software.

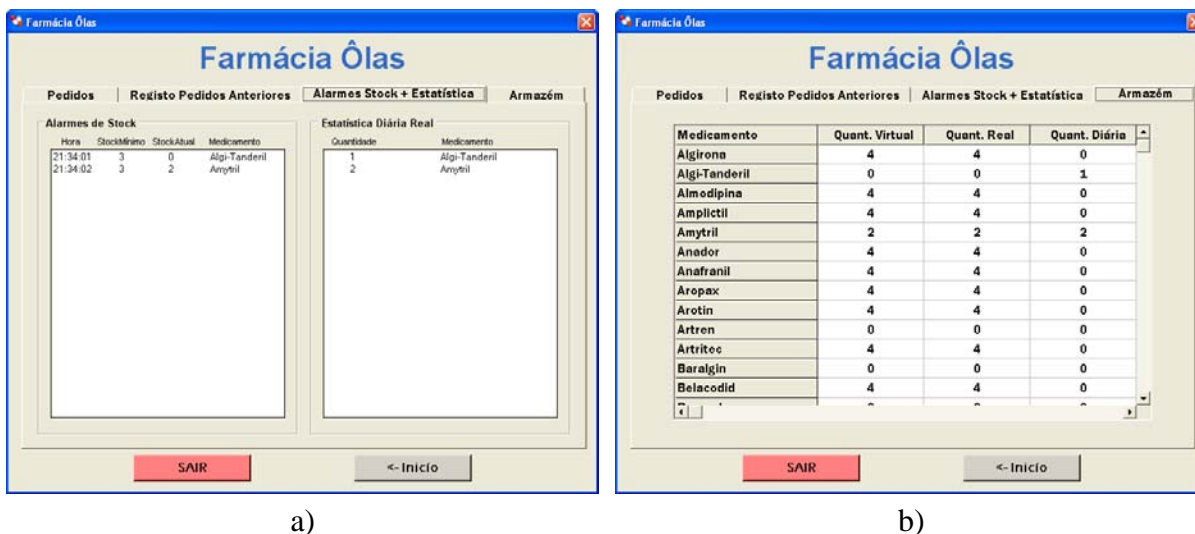


Figura 4-19: Separadores “AlarmesStock+Estatísticas” e “Armazém” do “Painel Farmácia”

A figura 4-20 ilustra o fluxograma geral do “Painel Farmácia”. Pode verificar-se que, a partir deste painel, é possível fechar o software e navegar para o “Painel Inicial”. Neste fluxograma podemos verificar as funções implementadas em cada separador.

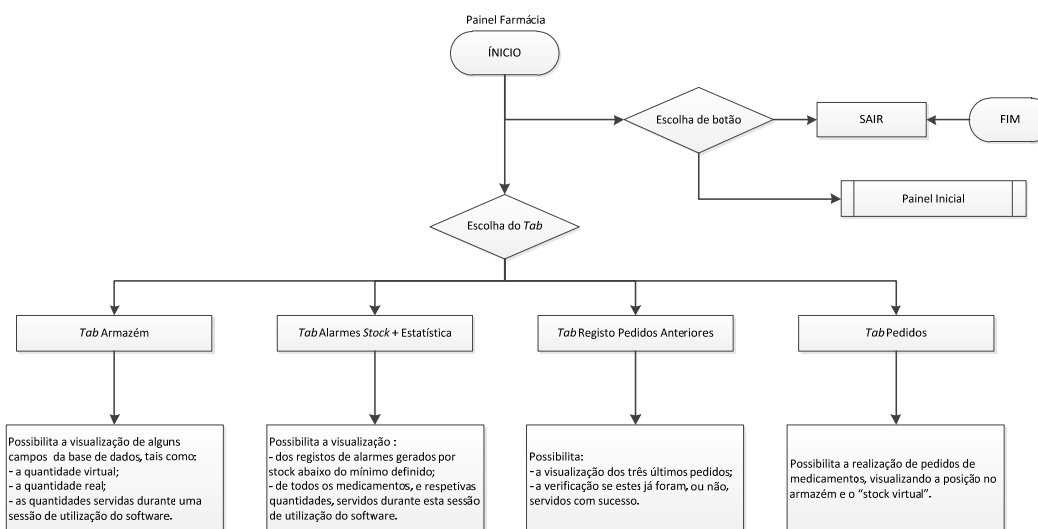


Figura 4-20: Fluxograma do “Painel Farmácia”

4.6.4 Ficheiros de registo gerados

Na pasta “C:\FarmaciaOlas\Alarmes_Stock\” são guardados os ficheiros de registo dos alarmes de *stock* gerados. É gerado um ficheiro por sessão de utilização do software.

Como exemplo, a figura 4-21 a) mostra o ficheiro “Alarmes_Stocks_2012_06_25.txt”, onde foram guardados os alarmes de *stock* do dia 25 de Junho de 2012. Esta sessão foi iniciada às 21h33 e encerrada às 21h37.

The image shows two Notepad windows side-by-side. The left window, titled 'Alarmes_Stocks_2012_06_25 - Bloco de notas', contains a table of stock alarms. The right window, titled 'Estatísticas_2012_06_25 - Bloco de notas', contains a table of daily statistics.

Hora	Stock Mínimo	Stock Atual	Medicamento
---- Abertura: 2012_06_25 21:33:39 ----			
21:34:01	3	0	Alg1-Tander11
21:34:02	3	2	Amytr11
----- Fecho: 2012_06_25 21:37:54 -----			

Quantidade	Medicamento
---- Abertura: 2012_06_25 21:33:39 ----	
1	Alg1-Tander11
2	Amytr11
----- Fecho: 2012_06_25 21:37:54 -----	

a) Alarmes de *stock*

b) Estatísticas diárias

Figura 4-21: Ficheiros de alarmes de *stock* e de estatísticas diárias do dia 25-06-2012

Na pasta “C:\FarmaciaOlas\Estatísticas\” são guardados os ficheiros de registo das quantidades servidas. É gerado um ficheiro por sessão de utilização do software. Como exemplo, a figura 4-21 b) mostra o ficheiro “Estatísticas_2012_06_25.txt”, onde foram guardadas as estatísticas do dia 25 de Junho de 2012. Esta sessão foi iniciada às 21h33 e encerrada às 21h37.

4.6.5 Aplicativo de instalação

Com o objetivo de utilizar o software “Farmácia Ôlas” noutra computador, que não aquele onde foi programado, foi concebido o aplicativo de instalação “Setup_FarmaciaOlas”, no software “Microsoft Visual Basic 2003”.

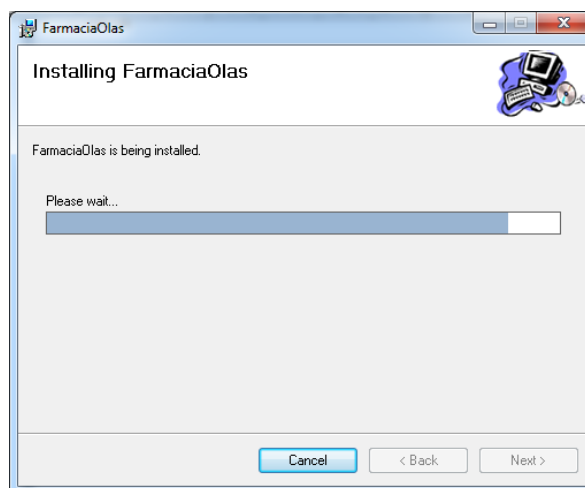


Figura 4-22: Instalação do software “Farmácia Ôlas”

Este aplicativo cria as pastas necessárias e coloca todos os ficheiros, tais como: executáveis, DLL’s e base de dados, na localização correta no disco do computador, criando ainda atalhos no “ambiente de trabalho” e no “menu iniciar” do sistema operativo “Windows XP”¹⁴.

¹⁴ No ponto 4.2.6 Instalação do software “Farmácia Ôlas” do Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas”, está descrita a forma como efetuar a instalação deste software “Farmácia Ôlas”.

4.7 Testes e ensaios

Com o intuito de atestar a fiabilidade dos programas desenvolvidos, no final de cada etapa de programação foram realizados testes exaustivos ao seu funcionamento.

Na primeira fase, programação de todos os movimentos do robô em linguagem RAPID, foram corrigidos todos os *bugs* detetados.

Na segunda fase, programação em linguagem “Microsoft Visual Basic 6”, e com quase todos os objetivos cumpridos, os testes foram “colocados de parte” enquanto se ensaiou a compatibilidade de utilização do software “WebWare SDK 3.2” na linguagem de programação “Microsoft Visual Basic 2003”. Isto porque na primeira linguagem, como já foi referido anteriormente, não é possível programar multitarefas na versão 6 do “Microsoft Visual Basic”. Com a compatibilidade assegurada para os comandos necessários (comandos e funcionalidades não usadas não foram testadas), passou-se à fase seguinte de dotar o software “Farmácia Ôlas” de novas funcionalidades, capacidades e competências.

No final de todo o trabalho de programação em “Microsoft Visual Basic 2003”, e durante várias semanas, foram realizados testes profundos a todo o sistema. Durante este tempo, algumas dezenas de pequenos *bugs* foram encontrados. De imediato foram corrigidos, sendo que, algumas destas correções obrigaram à alteração e aperfeiçoamento do funcionamento dos programas. Também durante estes ensaios, foram programadas algumas novas funcionalidades e efetuados alguns melhoramentos. Por fim, como exposto no subcapítulo 4.6.5, Aplicativo de instalação, o software “Farmácia Ôlas” foi testado noutra computador sem sucesso. Para ultrapassar esta questão foi programado o instalador “Setup_FarmaciaOlas”¹⁵.

Foram ainda cronometrados os tempos que o robô demora a servir alguns medicamentos. A metodologia usada foi a seguinte: mediu-se o tempo que o robô demora a servir 3 vezes seguidas um medicamento da mesma posição; de seguida, repetiu-se 2 vezes o procedimento anterior; depois fez-se a média dos 3 valores obtidos anteriormente. Desta forma, obteve-se o tempo que o sistema demora a servir 3 vezes um medicamento da mesma posição. Por fim, dividiu-se o valor anterior por 3, obtendo-se o valor que o sistema demora a servir um medicamento de uma dada posição. O quadro 4-1 contém os valores calculados.

Podemos concluir que os tempos para servir medicamentos estão situados ente 4,73 e 6,60 segundos. Sendo que estes são mais rápidos que os anunciados pela marca “Rowa” para o modelo “Vmax”, entre 8 a 10 segundos [7].

¹⁵ No ponto 4.2.6 Instalação do software “Farmácia Ôlas” do Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas”, está descrita a forma como efetuar a instalação deste software “Farmácia Ôlas”.

Quadro 4-1: Tempos para servir medicamentos

Posição do Medicamento	Tempo (segundos)
111	4,90
118	5,67
135	5,77
141	6,23
148	6,43
218	5,87
224	5,57
241	6,50
248	6,60
311	5,90
333	6,00
341	6,57
348	6,47
411	5,07
418	4,73
422	5,03
441	5,87
448	5,80

4.8 Resumo do capítulo

Neste capítulo foram abordados os aspetos relacionados com os programas usados e desenvolvidos durante este trabalho.

Para que fosse possível criar todos os programas descritos neste capítulo foram usados os programas seguintes:

- RAPID da ABB;
- “Microsoft Visual Basic 6”;
- “Microsoft Visual Basic 2003”;
- “WebWare SDK 3.2” da ABB.

Para o robô foi programado o programa “FarmaciaOlas.prg” com o objetivo de controlar os seus movimentos e o programa “Alrames.prg” com o objetivo de gerir, ao nível do hardware, a segurança dos equipamentos e pessoas.

No âmbito do computador foi criada a base de dados “farmaciaolas.mdb” em “Microsoft Access”, com o objetivo de acondicionar todas informações relativas ao armazém e também foi programado o programa “Farmácia Ôlas” com os objetivos de efetuar as funções HMI, tais como:

- a monitorização e controlo do robô, através de comandos disponibilizados pelo software “WebWare SDK” da ABB;
- a gestão de *stocks* do armazém, através da ligação a uma base de dados exterior ao software;
- o registo dos alarmes de *stock* e estatísticas, visualmente e em ficheiro.

Foi também concebido o aplicativo de instalação “Setup_FarmaciaOlas” com o objetivo de utilizar o software “Farmácia Ôlas” noutra computador que não aquele onde foi programado.

Por fim, foram realizados testes para atestar a fiabilidade dos programas desenvolvidos e para cronometrar os tempos que o robô demora a servir alguns medicamentos.

5. Conclusões

5.1 Introdução

Neste capítulo são relatados alguns dos principais obstáculos encontrados, bem como as soluções encontradas para os ultrapassar. É também realizado o sumário conclusivo de trabalho desenvolvido ao longo da Dissertação e, por fim, é efetuada uma perspetiva de desenvolvimentos futuros.

5.2 Principais dificuldades encontradas

Durante o desenvolvimento desta Dissertação, existiram alguns obstáculos, que de uma forma ou de outra, foram sempre superados.

Inicialmente, aquando da revisão da literatura, encontrou-se muito pouca informação acerca destes sistemas robotizados para farmácias. Como este mercado é relativamente pequeno, as unidades são assembladas *in loco*, nas farmácias e os fabricantes não disponibilizam as informações técnicas. Esta questão foi ultrapassada aquando da visita à Farmácia Viriato em Viseu. Visita esta que se revelou muito fértil em esclarecimentos acerca do funcionamento destes sistemas. O anfitrião, Dr. Tiago mostrou e explicou todo o funcionamento, respondendo sempre a todas as perguntas. Foi possível entrar no armazém, ver de perto as prateleiras do armazém, o robô e o autómato que o controla. Foi também possível observar pedidos realizados a partir da área de atendimento, simular uma paragem do robô ficando o operador a substituí-lo manualmente e observar o armazenamento nos modos automático e semiautomático.

No que diz respeito ao hardware, realçam-se dois obstáculos. Em primeiro, a alteração dos quatro armazéns existentes no Laboratório, para que todos ficassem exatamente iguais (espelhos). As furações não tinham as mesmas distâncias e o grau de erro não poderia ser superior a cerca de um milímetro. Em segundo, a disposição destes armazéns não obedece a disposições geométricas comuns, tais como ângulos de 90° ou 180° por exemplo, e é necessário que o robô se desloque, ao mesmo tempo, em mais que um eixo, tornava-se muito difícil medir ângulos ou distâncias entre pontos que não estão no mesmo eixo, o que levaria a erros de medição com valores não aceitáveis. Esta dificuldade foi ultrapassada fazendo com que os eixos sejam deslocados e enquadrados com o armazém onde o robô se vai movimentar, utilizando a função “WOBJ” desenvolvida especialmente para o efeito pela ABB.

No que diz respeito ao software, a principal dificuldade foi o funcionamento intermitente da licença do software “WebWare SDK” da ABB. Este funcionamento descontínuo levava a que, nem sempre era possível a comunicação com o robô e o que era programado num dia poderia desaparecer no dia seguinte, já que a “abertura” do código originava erros de falta de licença. O que também não ajudou, foi o facto de que o primeiro contacto com a ABB Portugal para tentar resolver o problema foi em Março deste ano, mas só três meses depois, em Junho, é que o DEE recebeu uma nova licença. Por outro lado, o software “WebWare SDK” é para utilização na versão “Visual Basic 6”, que não permite programação em *multitasks*. Em toda a documentação acedida e em todos os contactos com a ABB, não foi possível atestar a compatibilidade com a versão seguinte, “Visual Basic 2003”. Foram então realizados testes para confirmar o funcionamento unicamente dos comandos necessários a este trabalho. De seguida a migração para a nova versão não deixou o código em “boas condições”, pelo que, existiu a necessidade de ser todo revisto e corrigido.

Por fim, e já com os objetivos propostos alcançados, o programa “Farmácia Ôlas.exe” só funcionava no computador onde tinha sido programado. Foram realizados vários testes sem sucesso. O passo seguinte foi pedir ajuda ao colega Nuno Costa do Departamento de Informática da ESTGV-IPV. A sugestão foi de programar um aplicativo de instalação que colocasse as DLLs necessárias no novo computador. Foram então programados vários instaladores, com o auxílio de vários programas, entre os quais o “Visual Basic 2003”, sem que existe-se êxito. Depois de muita pesquisa, percebeu-se que embora todas as DLLs necessárias existam no computador, algumas delas não estavam registadas no “Windows XP”. Este obstáculo foi ultrapassado com a instalação no novo computador do software “WebWare SDK 3.2”. Esta instalação, embora sem necessidade de licença, faz esse registo.

5.3 Sumário conclusivo

No final dos capítulos é realizado um resumo onde são apresentadas algumas conclusões, assim, apresenta-se a seguir uma síntese das principais conclusões desta Dissertação de mestrado.

No capítulo 2 foi abordado o estado da arte ao nível dos sistemas robotizados de armazenamento de medicamentos para farmácias, foram enunciados os fabricantes mais conhecidos e por fim, foi relatada a visita à farmácia viriato em Viseu, descrevendo o funcionamento, o software e o hardware instalados. No âmbito do capítulo 3, foi descrito todo o hardware utilizado, foi relatado como se procedeu à sua construção ou alteração e aplicação. Foi esquematizada a forma de interligação e comunicação, foi ilustrada a localização e a sua aparência e foram realizadas duas simulações, no software “RobotStudio”, com o intuito de perceber qual a capacidade máxima de um armazém para utilizar em conjunto com o robô IRB-1400 da ABB. E, por fim, foi realizado um estudo de comparação de custos entre uma solução existente no mercado com as duas soluções baseadas neste trabalho e simuladas no software “RobotStudio”. No capítulo 4 foram abordados todos os aspetos relacionados com os programas usados e desenvolvidos durante este trabalho, tais como: localização, instalação, funcionamento, capacidades, comunicação computador-robô, comunicação com a base de dados e, por fim, foram relatados todos os testes e ensaios realizados.

5.4 Perspetiva de desenvolvimentos futuros

Considerando que em qualquer trabalho, existem sempre aspetos que podem ser aprimorados, e que este não é exceção, de seguida fica uma perspetiva de desenvolvimentos futuros.

Desenvolvimento de hardware com:

- maior capacidade de armazenamento;
- possibilidade de fazer o armazenamento automático.

Desenvolvimento de programas com arquitetura descentralizada, com a possibilidade de:

- utilização em vários computadores e por vários utilizadores em simultâneo;
- utilização de base de dados partilhada;
- interligação a programas de faturação.

Desenvolvimento de monitorização e controlo (limitado) através da internet.

REFERÊNCIAS

- [1] [Online]. Available: <http://www.hostelvending.com.pt/vending/noticias/automatizacao-nas-farmacias-espanholas>. [Acedido em 11 Julho 2012].
- [2] Mariano, Sílvio; Gaspar, Pedro, Automação Industrial, Universidade da Beira Interior.
- [3] [Online]. Available: Fonte: <http://eletricidade-eletronica-telecom.blogspot.pt/2011/09/robos-cartesianos.html>. [Acedido em 12 Julho 2012].
- [4] [Online]. Available: <http://www1.ionline.pt/conteudo/57279-vai-buscar-remedios--farmacia-o-rob-entrega>. [Acedido em 12 Julho 2012].
- [5] ABB, [Online]. Available: <http://www.abb.com/product/seitp327/aebd514c0e25af94c125714c0044106a.aspx?productLanguage=pt&country=PT&tabKey=2>. [Acedido em 17 Julho 2012].
- [6] ABB, WebWare SDK - Controls Reference - Version 3.2 - Service Release 2, ABB Inc., 2003.
- [7] [Online]. Available: <http://pharma-d.com/en/products/rowa-vmx>. [Acedido em 14 Setembro 2012].
- [8] A. Ferrolho, Apontamentos das aulas de Robótica Industrial, Viseu: DEE-ESTGV-IPV.

SITES CONSULTADOS NA FASE DE PROGRAMAÇÃO

<http://www.abb.pt/> [Acedido em Fevereiro e Março de 2012]
<http://www.abb.com/> [Acedido em Fevereiro e Março de 2012]
<http://www.robotstudio.com/forum/default.asp> [Acedido em Fevereiro e Março de 2012]
<http://support.microsoft.com/?ln=pt> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://www.macoratti.net/Default.aspx> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://www.vbtutor.net/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://www.vbforums.com/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://www.portugal-a-programar.pt/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://visualbasic.freetutes.com/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://www.codelines.com/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://www.dreamincode.net/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://msdn.microsoft.com/pt-BR/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]
<http://www.vb6.us/> [Acedido em Março, Abril e Maio de 2012]

APÊNDICE 1

O código do programa “FarmaciaOlas.prg” encontra-se na pasta “Programação RAPID” do CD que integra esta Dissertação.

APÊNDICE 2

O código do programa “Alarmes.prg” encontra-se na pasta “Programação RAPID” do CD que integra esta Dissertação.

APÊNDICE 3

Os ficheiros relativos ao código do programa “FarmaciaOlas.exe” encontra-se na pasta “Programação VB” do CD que integra esta Dissertação.

APÊNDICE 4

Os ficheiros relativos ao código do programa “Setup_FarmaciaOlas.exe” encontra-se na pasta “Programação VB Setup” do CD que integra esta Dissertação.

ANEXO 1

IRB 1400

Industrial Robot

Your best performer

The IRB 1400 gives you fast and reliable work cycles that boost productivity. The robot is well-proven in arc welding, material handling and process applications, with a total of 10,000 installations since 1992. It delivers plenty of performance for the money, ensuring short payback times.

The handling capacity is 5 kg, plus a unique 18 kg supplementary load on the upper arm. Superior levels of control and path-following accuracy provide excellent work quality. The ability to adjust process speed and position means you achieve optimum manufacturing accuracy with little or no rejects.

IRB 1400 is known for its stiff and robust construction. This translates into low noise levels, long intervals between routine maintenance and long service life. The robot has a large working area and long reach. The compact design, very slim wrist and high performance operation even in difficult and restricted locations.



Main Applications

- Arc welding
- Assembly
- Glueing/Sealing
- Machine tending
- Material handling



IRB 1400 Industrial Robot

Technical Data

Specification

Robot	Handling capacity 5 kg	Reach of 5th axis 1.44 m
Supplementary load	on axis 3 on axis 1	18 kg 19 kg
Number of axes	Robot manipulator External devices	6 6
Integrated signal supply	12 signals on upper arm	
Integrated air supply	Max. 8 bar on upper arm	

Performance

Position repeatability	0.05 mm (average result from ISO test)	
Movements	IRB 1400	
Max. TCP velocity	2.1 m/s	
Continuous rotation of axis 6		

Electrical Connections

Supply voltage	200-600 V, 50/60 Hz	
Rated power, Transformer rating	4 kVA/7.8 kVA with external axes	

Physical

Robot mounting	Floor
Dimensions	
Robot base	620 x 450 mm
Weight	
Robot	225 kg
Environment	
Ambient temperature	
Robot unit	5 - 45°C
Relative humidity	Max. 95%
Degree of protection	Class D (dry) for welding, machining etc.
Noise level	Max. 70 dB (A)
Emmission	EMC/EMI-shielded

Data and dimensions may be changed without notice.

Working range and load diagram

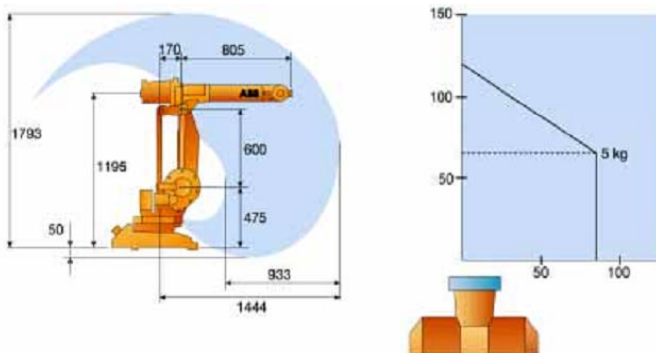


ABB Limited
 Plot Nos. 5 & 6, II Phase, Peenya Industrial Area
 Bangalore 560 058
 Tel: +91-80-2294 9507 - 08
 Fax: +91-80-2839 6537
 www.abb.co.in

Separador

Separador

Manual do Utilizador do Software “Farmácia Ôlas”

Este documento é parte integrando da dissertação de mestrado intitulada:

“Desenvolvimento de um sistema robótico flexível para utilização em farmácias.”

Autor: *João Ôlas*

Orientador: *Prof. Doutor António Ferrolho*

2012

“A insatisfação é a principal motivadora do progresso.”
Thomas Edison

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ABREVIATURAS E SIGLAS	vii
1. Introdução.....	1
2. Descrição do sistema	3
2.1 Constituição	3
2.2 Funcionamento.....	4
3. Antes da primeira utilização	5
3.1 Precauções.....	5
3.2 Configurações necessárias	5
3.2.1 Configuração do IRB-1400	6
3.2.2 Programas no controlador do robô IRB-1400	6
3.2.3 Ativação dos alarmes de intrusão no volume de trabalho do robô.....	7
3.2.4 Instalação do software “WebWare SDK 3.2”	8
3.2.5 Criação do “Alias”	9
3.2.6 Instalação do software “Farmácia Ôlas”	11
4. Utilização do software “Farmácia Ôlas”	13
4.1 Janela “Painel Inicial”	14
4.2 Janela “Painel Técnico”	14
4.3 Janela “Painel Farmácia”	16
4.4 Ficheiros de registo gerados.....	18
5. Seguranças e alarmes de hardware	19
6. Conclusões.....	21
Referências	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Layout do hardware	4
Figura 2-2: Suporte físico de comunicação e localização do software.....	4
Figura 3-1: Configurar o IP do IRB-1400	6
Figura 3-2: Ativação da <i>multitask</i> “Alarmes.prg”	7
Figura 3-3: Instalação do software “WebWare SDK 3.2” (Passo 1).....	8
Figura 3-4: Instalação do software “WebWare SDK 3.2” (Passo 2).....	9
Figura 3-5: Como criar um novo “Alias” (Passo 1)	9
Figura 3-6: Como criar um novo “Alias” (Passo 2)	10
Figura 3-7: “Alias” configurado	10
Figura 3-8: Monitorização da comunicação Computador - Robô, no “Interlink Monitor”	10
Figura 3-9: Instalação do software “Farmácia Ôlas”	11
Figura 4-1: Executar o Software “Farmácia Ôlas”	13
Figura 4-2: Painel Inicial e Painel de visualização do Armazém	14
Figura 4-3: Painel de login para acesso à Painel Técnico	14
Figura 4-4: <i>Tab</i> “Hardware” do Painel Técnico	15
Figura 4-5: Painel Técnico	16
Figura 4-6: <i>Tab</i> “Pedidos” do Painel Farmácia	17
Figura 4-7: <i>Tab</i> “Registo de Pedidos Anteriores” do Painel Farmácia	17
Figura 4-8: <i>Tabs</i> “Alarmes <i>Stock</i> + Estatísticas” e “Armazém “ do Painel Farmácia.....	18
Figura 4-9: Ficheiros de alarmes de <i>stock</i> e de estatísticas diárias do dia 25-06-2012	18
Figura 5-1: Sensor de presença, botoneira e baliza de sinalização sonora e luminosa.....	19
Figura 5-2: Volume de trabalho do robô	20
Figura 5-3: Exemplo do ficheiro “Registo de alarmes.txt”	20

ABREVIATURAS E SIGLAS

IPV	Instituto Politécnico de Viseu
ESTGV	Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu
DEE	Departamento de Engenharia Eletrotécnica da ESTGV
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
DLL	Dynamic-link library
SO	Sistema operativo

1. Introdução

Este manual do utilizador pretende ajudar o leitor a compreender melhor o trabalho desenvolvido no âmbito da Dissertação de Mestrado “Desenvolvimento de um sistema robótico flexível para utilização em farmácias”. Neste manual são apresentados os aspetos técnicos relativamente ao software e hardware desenvolvidos. O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido por João Ôlas, aluno do Mestrado em Eng.^a Eletrotécnica – Energia e Automação Industrial”, lecionado pelo DEE – ESTGV – IPV, durante o ano de 2012.

Pretende também que o utilizador fique apto a instalar o conjunto, hardware e software, “Farmácia Ôlas”, beneficiando de todas as suas potencialidades na sua utilização.

Este documento foi dividido em seis capítulos. Neste capítulo inicial são feitas algumas considerações sobre este manual. O capítulo 2 descreve a constituição e localização do hardware e o funcionamento do software. O capítulo 3 percorre todos os passos necessários para se poder usar o software “Farmácia Ôlas”. O capítulo 4 explica como pode ser usado o software “Farmácia Ôlas” com todas as suas potencialidades. O capítulo 5 expõe o funcionamento das seguranças e alarmes ao nível do hardware. Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões relativas a este manual.

2. Descrição do sistema

2.1 Constituição

O como se pode verificar na figura 2-1, o sistema é composto por software e hardware. No software estão incluídos os seguintes programas e ficheiros:

- FarmaciaOlas.prg;
- Alarmes.prg;
- Farmaciaolas.mdb;
- Farmácia Olas.exe e DLL's.

No que diz respeito ao hardware, este é constituído por:

- 4 armazéns de medicamentos;
- 1 dispensador de medicamentos;
- 1 robô ABB IRB-1400 (ABB);
- 1 computador (HP);
- 2 sensores presença;
- 1 botoneira com 2 botões de pressão;
- 1 baliza de sinalização.

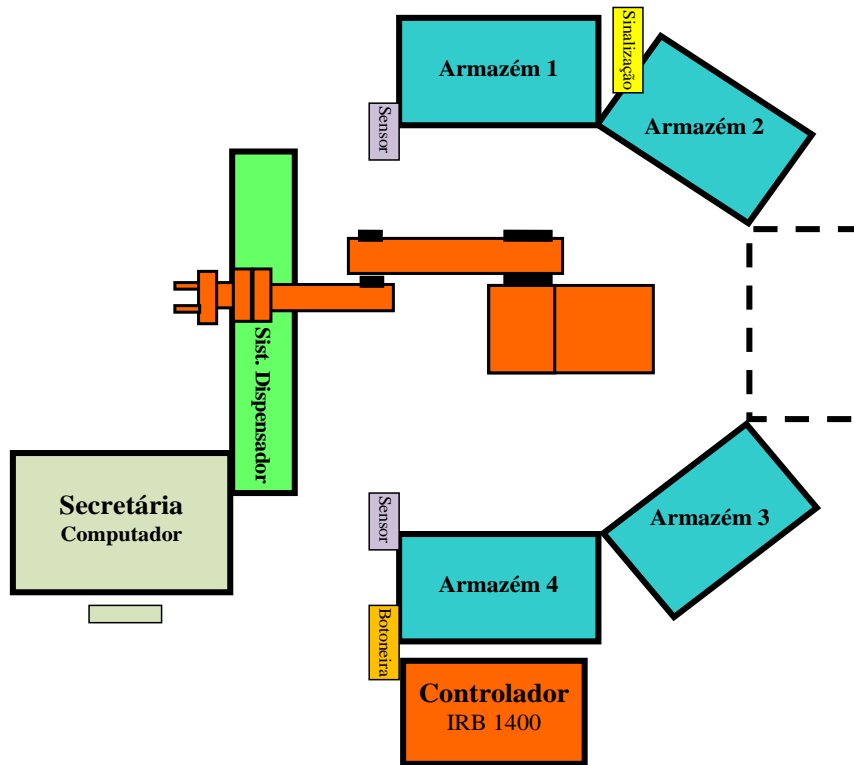


Figura 2-1: Layout do hardware

2.2 Funcionamento

Como se pode verificar na figura 2-2, no controlador do robô IRB-1400, existe o programa “FarmaciaOlas.prg” responsável pela sua movimentação e o programa “Alarmes.prg” responsável pela gestão e registo dos alarmes de intrusão. Na mesma figura podemos verificar que no computador está o Software “Farmácia Ôlas”, responsável pela gestão da base de dados e pela monitorização e controlo do robô IRB-1400 através de uma rede TCP/IP.

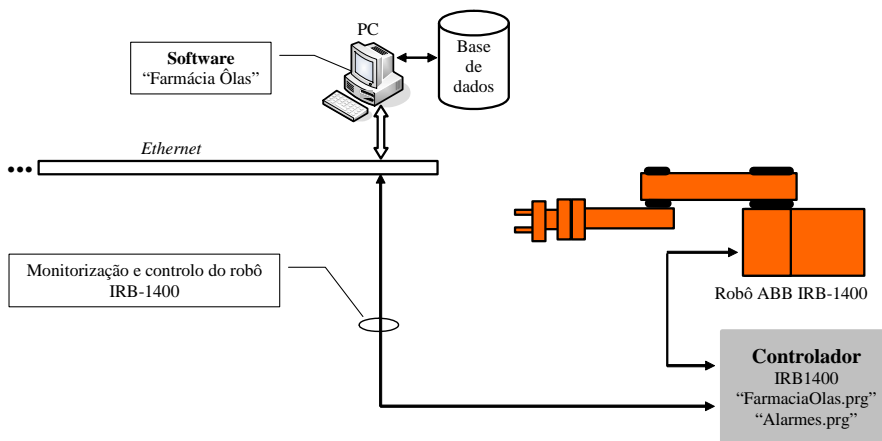


Figura 2-2: Suporte físico de comunicação e localização do software

3. Antes da primeira utilização

3.1 Precauções

O utilizador deve ter em atenção que é usado um robô, pelo que deverão ser tomadas medidas de modo a evitar acidentes, tais como:

- Em funcionamento, não deverão entrar pessoas no volume de trabalho do robô;
- Mesmo com o sistema parado, só poderão entrar pessoas no volume de trabalho do robô depois de verificar se os botões de emergência estão pressionados.

Antes de colocar o sistema em funcionamento deve ser verificado:

- Se o robô está em condições de funcionar;
- Se não existe nenhum obstáculo no seu volume de trabalho;
- Se existe ar comprimido com pressão suficiente.

3.2 Configurações necessárias

Para que o sistema funcione corretamente é necessário realizar as seguintes configurações:

1. O IRB-1400 tem de ter um endereço IP.
2. Existir um determinado conjunto de programas numa determinada diretoria do controlador, tais como: “FarmaciaOlas.prg” e Alarmes.prg”.
3. Ativar a multitask “Alarmes.prg”.
4. Instalar no computador com SO “Windows XP”, o software “WebWare SDK 3.2”.
5. Criar um “Alias” no computador, usando o “Interlink Configuration” (Sem um “Alias” devidamente configurado, o software não consegue comunicar com o robô).
6. Instalar o Software “Farmácia Ôlas” no computador com SO “Windows XP”.

3.2.1 Configuração do IRB-1400

Nesta secção apresentam-se os procedimentos necessários para atribuir um endereço IP ao robô. Através da janela **Miscelânea** (☰), escolher a opção **Service** e pressionar **Enter**. De seguida fazer um **X-Start** através da opção **Restart** do menu **File**. Quando aparecer a mensagem da figura 3-1 c) digitar 159 e pressionar **X-Start** [1].

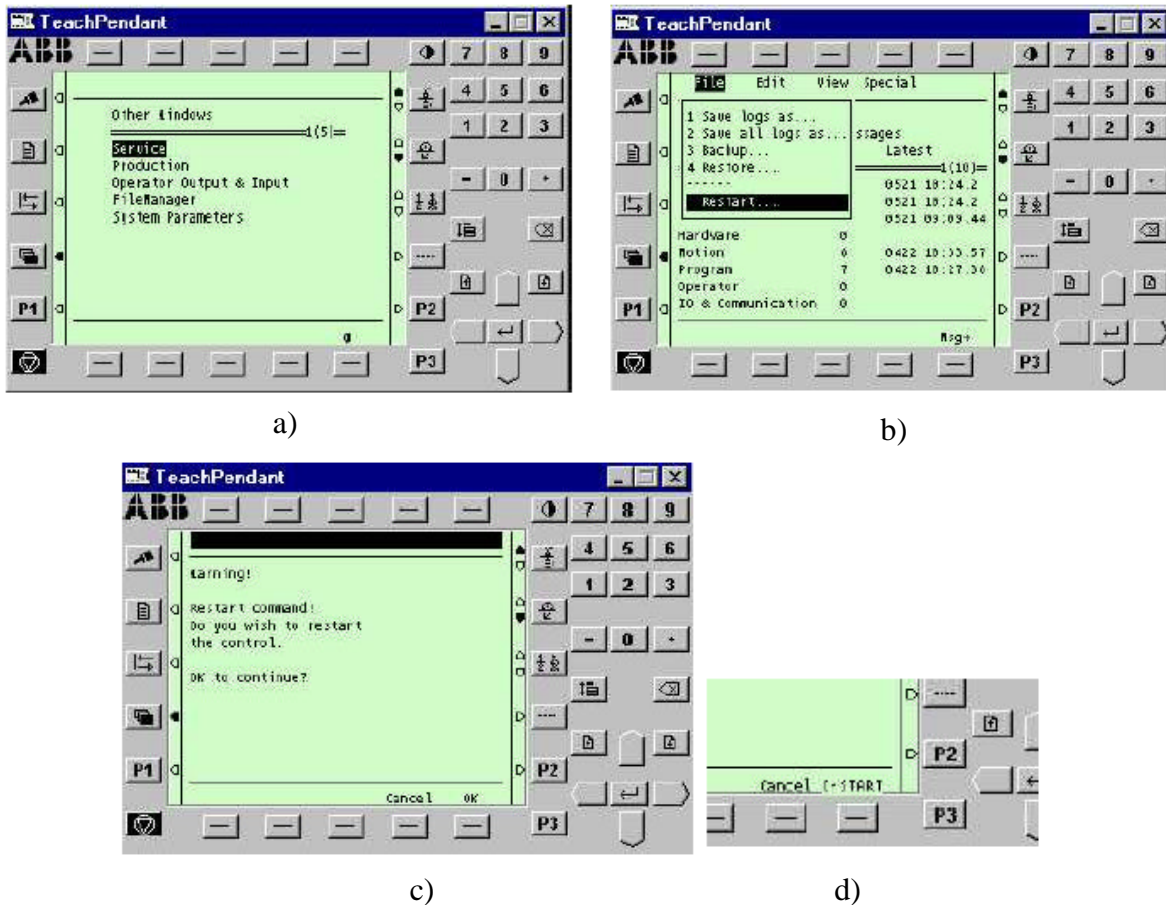


Figura 3-1: Configurar o IP do IRB-1400

Quando o controlador reiniciar deve-se escolher a opção **Network Settings** e de seguida **LAN Settings**. Agora é só atribuir um IP e uma máscara de rede ao robô:

IP address: 192.168.1.8
Subnet mask: 255.255.255.0

Para reiniciar o sistema operativo do controlador pressionar **OK** para sair, seleccionar o sistema operativo e pressionar novamente **OK** [1].

3.2.2 Programas no controlador do robô IRB-1400

Os programas “FarmaciaOlas.prg” e “Alarmes.prg” devem estar presentes no controlador do robô, na diretoria “/hd0a/14-26430/FarmaciaOlas/”.

3.2.3 Ativação dos alarmes de intrusão no volume de trabalho do robô

Nesta secção serão apresentados os procedimentos necessários para a ativação dos alarmes de intrusão no volume de trabalho do robô.

Na consola de programação, clicar em **Miscelânea System Parameters>Topics>Controler>Types>7-Tasks**, aparece a figura 3-2 a). Clicar em **Add** para adicionar uma nova **Task**. Nesta janela, preencher o primeiro campo com o nome a dar à **task**: “FarmaciaOlas.prg”, o segundo com o número da **task**: “Alarmes.prg”. Os restantes campos são preenchidos como mostra a figura 3-2 b). No final terminar com **OK**.

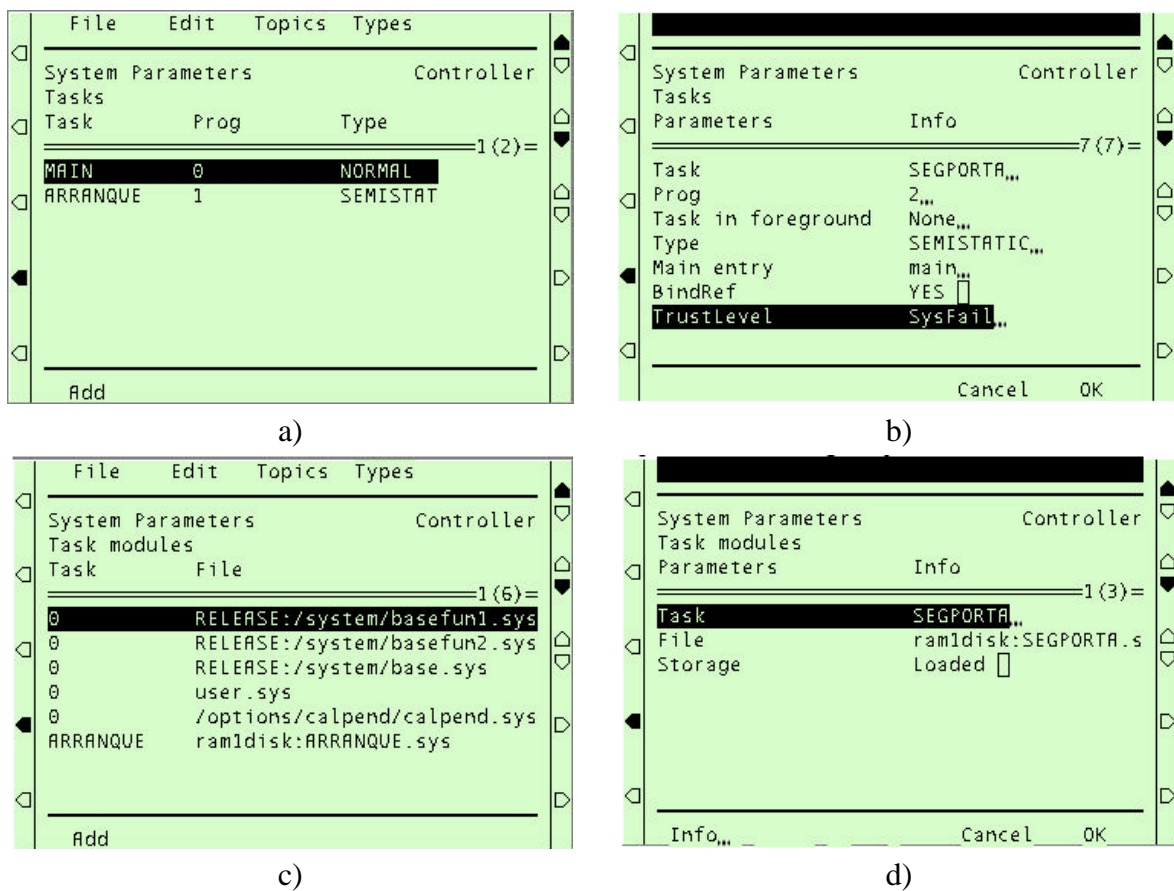


Figura 3-2: Ativação da *multitask* “Alarmes.prg”

No seguimento, copiar o módulo de programa da **task** criada para o disco do Robô. Deve-se memorizar o nome que demos quer ao ficheiro, quer ao módulo.

De seguida, clicar em **System Parameters>Topics>Controler>Types >6-Task modules**, aparecerá a seguinte a figura 3-2 c), clicar em **Add**, direcionando a **task** criada para o ficheiro colocado no disco do Robô para o respetivo módulo de trabalho.

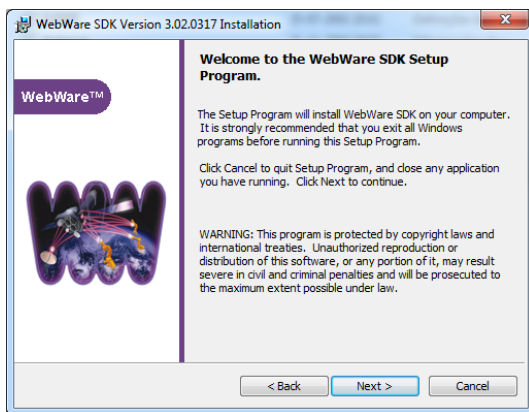
Na figura 3-2 d), o primeiro campo **Task**, é direcionado para a **task** que vamos configurar, já criada, e o segundo campo indicará ao sistema a direção de busca do ficheiro de trabalho, que é “HOME:/FarmaciaOlas/Alarmes.prg”. Finalmente o espaço **Storage**, seleccionar **Loaded**,

seguido de um **RESTART**, e caso o módulo de trabalho não tenha erros, a rotina “Alarmes.prg” estará a funcionar em *Multitask*.

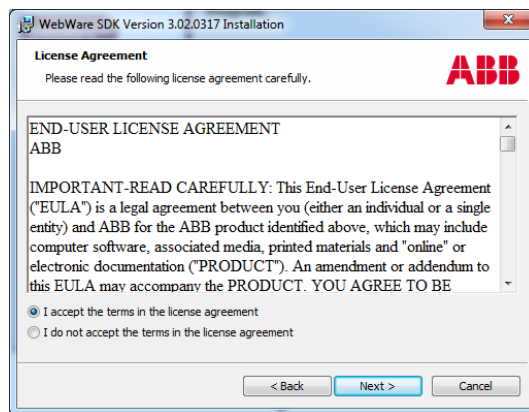
3.2.4 Instalação do software “WebWare SDK 3.2”

A instalação do “WebWare SDK 3.2” é necessária para a configuração do “Alias”, com responsabilidade na comunicação com o robô, e registro das DLL’s necessárias ao funcionamento do software “Farmácia Olas”.

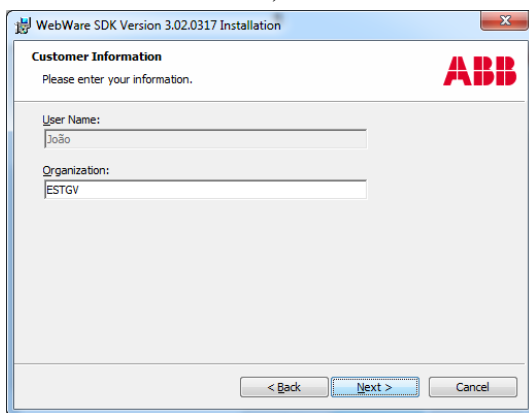
A partir do CD, executa-se o *Setup*, seguindo sempre os passos da figura 3-3.



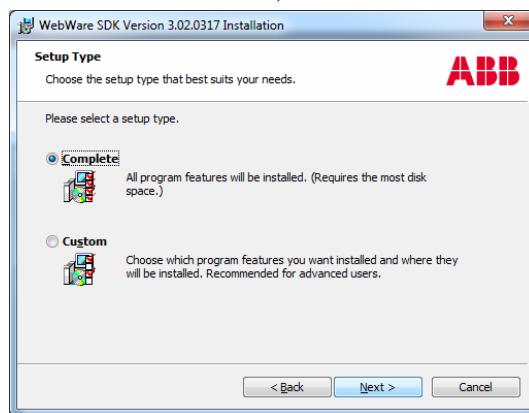
a)



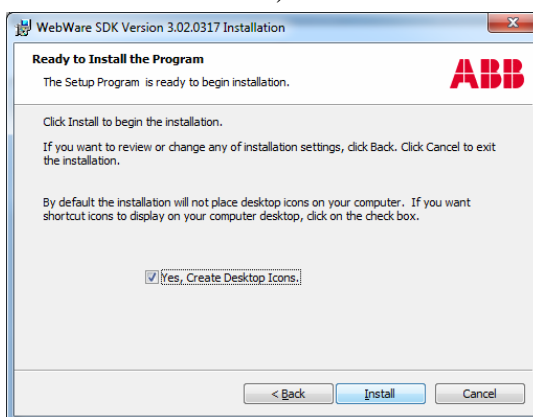
b)



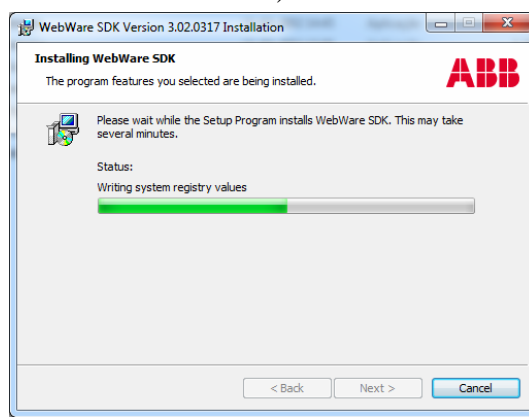
c)



d)



e)



f)

Figura 3-3: Instalação do software “WebWare SDK 3.2” (Passo 1)

Por fim, vai aparecer a figura 3-4 a) para iniciar um “License Request”. Não sendo necessária a licença, fazer **Cancel**, seguido de **Finish**.

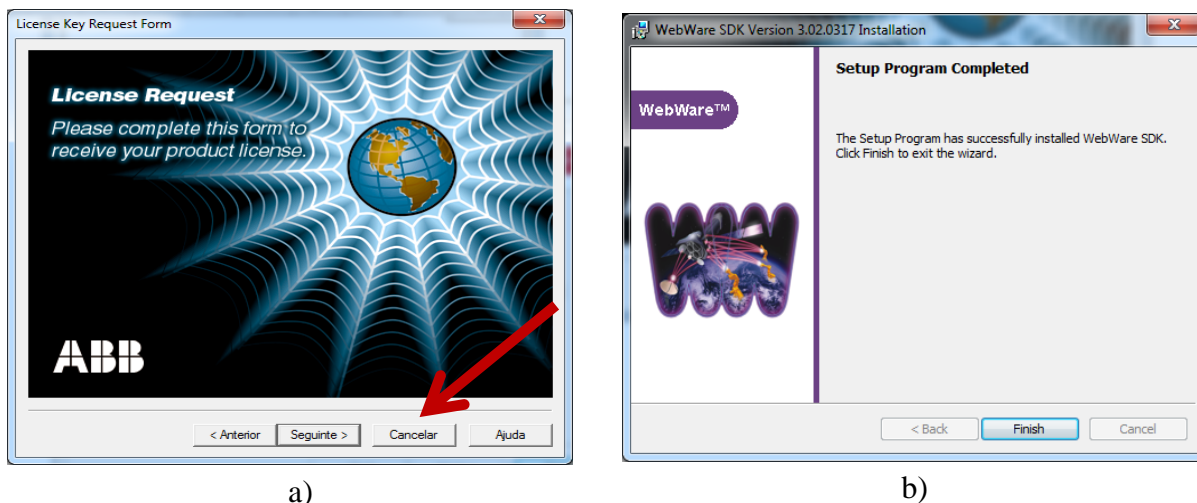


Figura 3-4: Instalação do software “WebWare SDK 3.2” (Passo 2)

3.2.5 Criação do “Alias”

Para criar um novo “Alias” devemos utilizar o utilitário “Interlink Configuration”. Como ilustrado na figura 3-5, através do menu **Tools** escolher a opção **Add New Robot** [2].

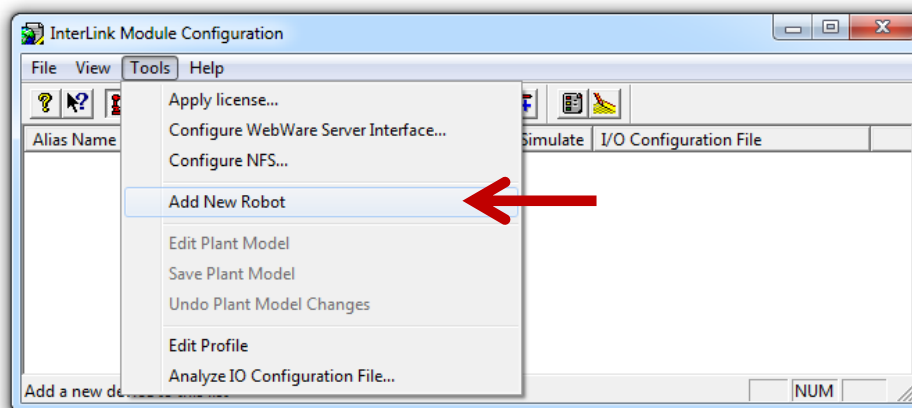


Figura 3-5: Como criar um novo “Alias” (Passo 1)

Na figura 3-6 a) dar o nome “IRB-1400” para o **Alias** e para o **Profile**, atribuir o endereço IP, 192.168.1.8, que foi configurado no robô. Selecionando o **Edit Profile**, aparece a figura 3-6 b), onde se pode definir as propriedades do “Alias”, e se deve desativar o modo de simulação [2].

3 - Antes da primeira utilização

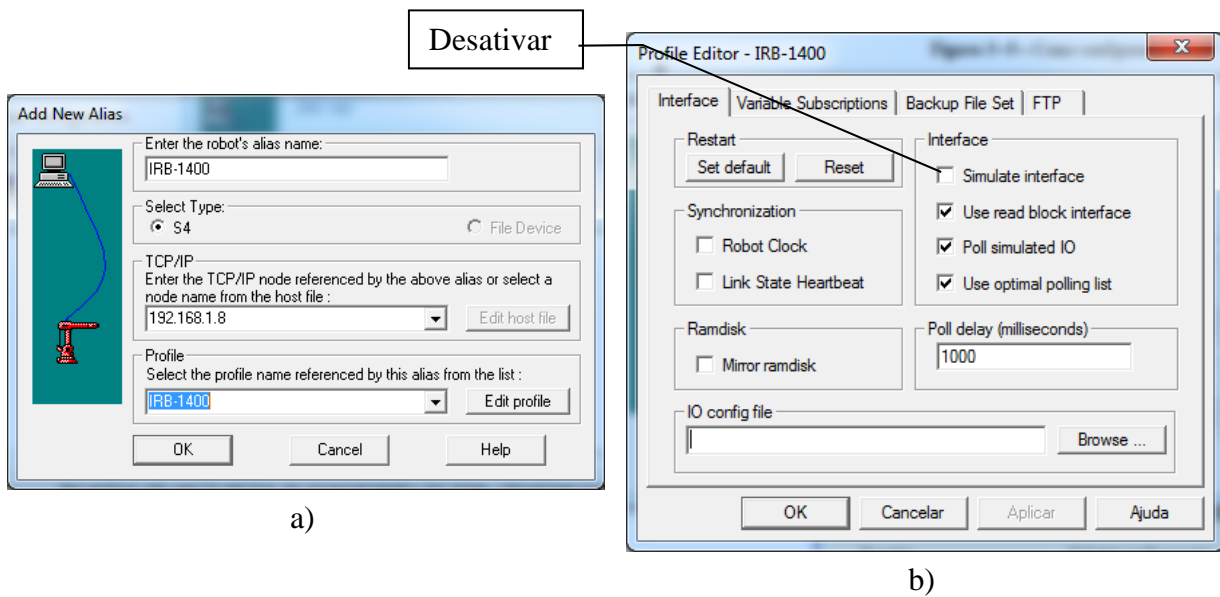


Figura 3-6: Como criar um novo “Alias” (Passo 2)

Como se pode verificar na figura 3-7, o “Alias” está agora criado e configurado.

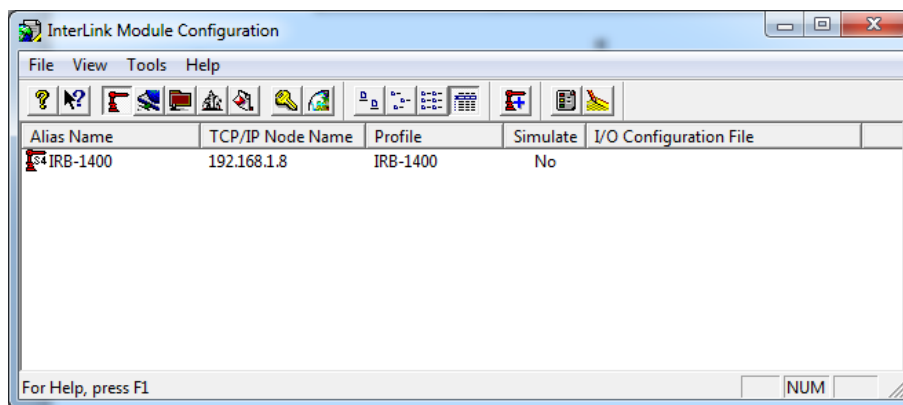


Figura 3-7: “Alias” configurado

A figura 3-8 mostra como se pode saber o estado atual da comunicação com o robô, utilizando o utilitário “Interlink Monitor”.

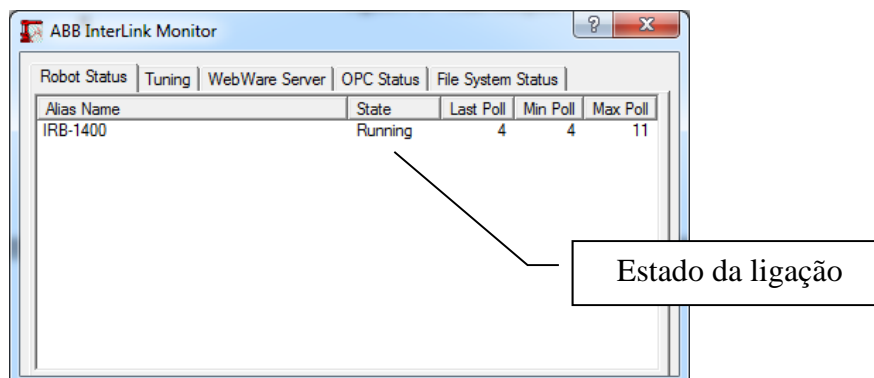


Figura 3-8: Monitorização da comunicação Computador - Robô, no “Interlink Monitor”

3.2.6 Instalação do software “Farmácia Ôlas”

Para instalar o software “Farmácia Ôlas” no computador, devemos executar o aplicativo de instalação “Setup_FarmaciaOlas.exe”, seguindo sempre os passos da figura 3-9.

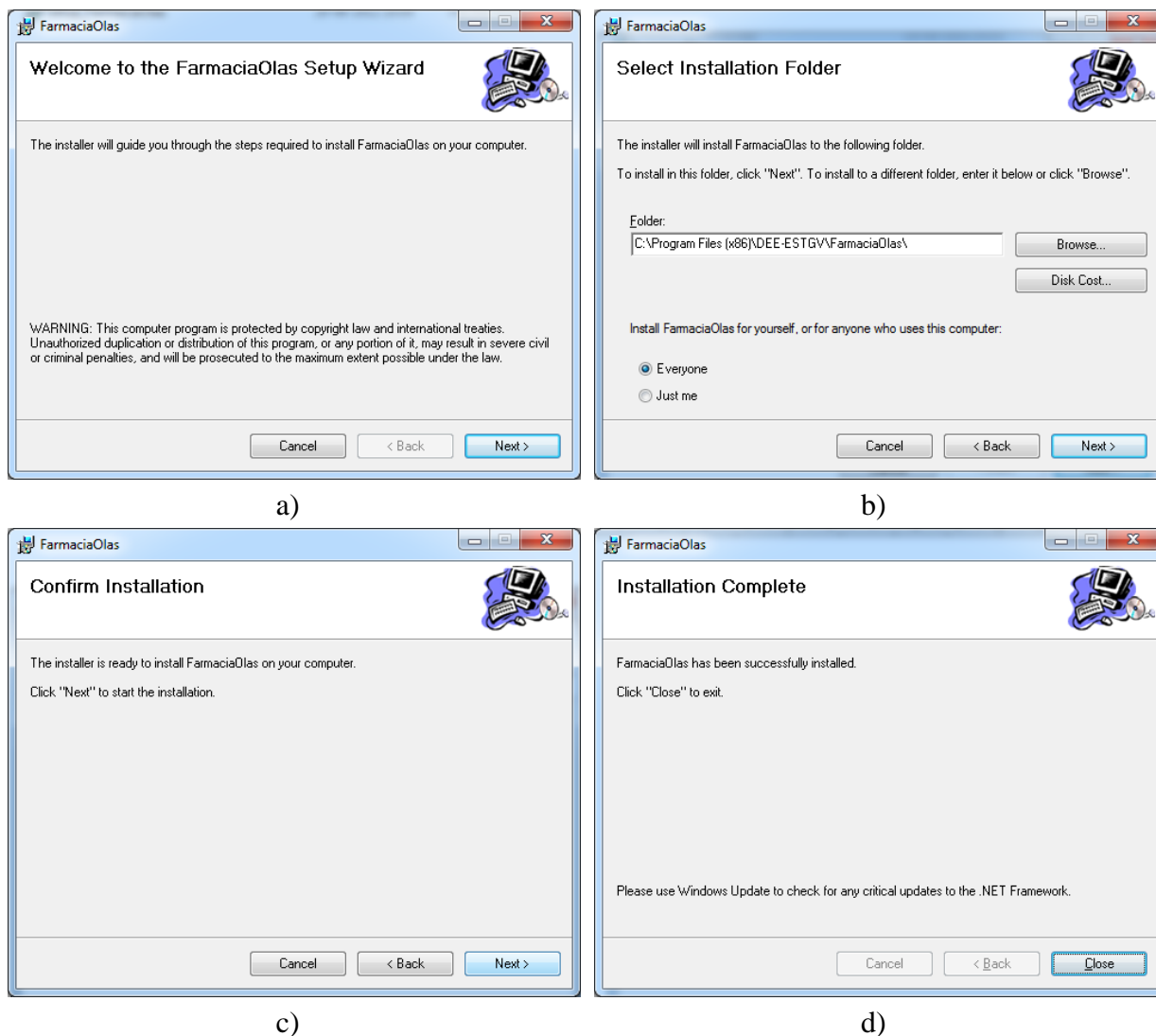


Figura 3-9: Instalação do software “Farmácia Ôlas”

Depois de realizadas todas as instalações dos programas apresentados anteriormente, devemos verificar se o “NET Framework 1.1” está instalado. Caso não esteja, este deve ser instalado utilizando o “Windows Update”.

A partir deste momento o software “Farmácia Ôlas” pode ser utilizado.

4. Utilização do software “Farmácia Ôlas”

Sempre que iniciar uma utilização do software “Farmácia Ôlas” deve-se verificar se que:

- não existe nenhum obstáculo no volume de trabalho do robô;
- as quantidades existentes no armazém coincidentes com a base de dados;
- existe ar comprimido com pressão suficiente (6Bar);
- não existe nenhum obstáculo no seu volume de trabalho.

No robô deve-se efetuar os seguintes passos:

- desativar botões de emergência;
- colocar em modo automático;
- ligar os motores.

Depois de verificadas todas as condições anteriores, e como é ilustrado na figura 4-1, através do botão “Iniciar” do “Windows XP” ou do atalho no ambiente de trabalho, iniciar o software “Farmácia Ôlas”.

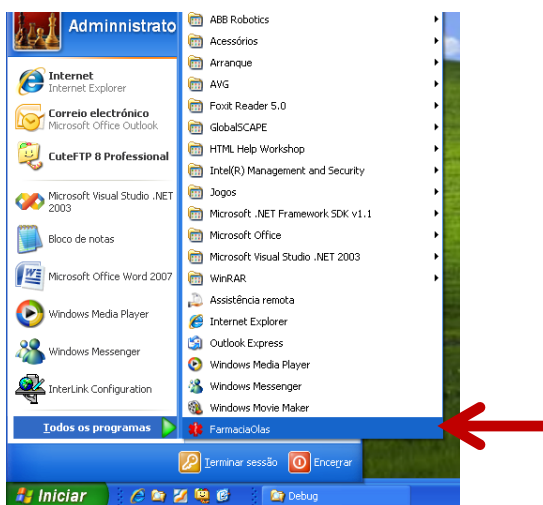


Figura 4-1: Executar o software “Farmácia Ôlas”

4.1 Janela “Painel Inicial”

A figura 4-2 a) mostra o “Painel Inicial” que relembra as principais instruções a serem seguidas a cada utilização. Neste painel, através do botão “Armazém” aceder ao “Painel de visualização do Armazém”, ilustrado na figura 4-2 b), onde se deve verificar se as quantidades existentes no armazém coincidentes com a base de dados.



a) b)
 Figura 4-2: Painel Inicial e Painel de visualização do Armazém

De volta ao “Painel Inicial”, pode-se navegar para o “Painel Técnico” ou para o “Painel Farmácia”.

4.2 Janela “Painel Técnico”

A figura 4-3 ilustra a proteção existente para entrar no “Painel Técnico”, portanto é necessário introduzir o Username e Password, que são “olas” nas duas situações.

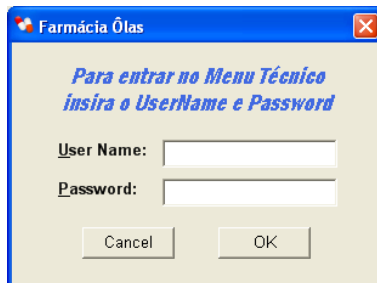


Figura 4-3: Painel de login para acesso ao Painel Técnico

Como se pode verificar na figura 4-4 a), inicialmente no *tab* “Hardware” do “Painel Técnico”, só é visível a monitorização do robô e os comandos “Desligar Motores” e “Ligar Motores”. Na figura 4-4 b) pode-se verificar que depois de os motores estarem ligados é possível operar em modo manual ou em modo automático.

Como mostra a figura 4-4 c), em modo manual não se deve parar a execução do programa com o robô em movimento, porque este pode ficar numa posição da qual não existe uma trajetória sem obstáculos até à posição inicial, logo o robô terá de ser movimentado com o *joystiq*. Como é ilustrado na figura 4-4 d), em modo manual ou em modo automático, só é possível parar o programa no modo atual, todos os outros comandos não estão visíveis.



Figura 4-4: Tab “Hardware” do Painel Técnico

A figura 4-5 ilustra os restantes *tabs* do “Painel Técnico”. Como se pode ver na figura 4-5 a), No *tab* “Listagem Armazém”, pode-se percorrer alguns campos da base de dados, tais como: a posição, o mínimo definido, a quantidade virtual¹ e quantidade real². O *tab* “Armazém Virtual”, ilustrado na figura 4-5 b), mostra visualmente a informação sobre as quantidades reais de todos os medicamentos, organizada por armazém. Nas figuras 4-5 c) e d), é possível adicionar quantidades de medicamentos, sabendo quantos já existem nessa posição, e também é possível alterar o mínimo definido para cada medicamento. Nestes *tabs*, não é possível:

¹ Quantidade que efetivamente vai existir no armazém quando todos os pedidos em curso forem satisfeitos.

² Quantidade realmente existente no armazém.

repetir medicamentos, inserir uma quantidade de medicamentos superior à capacidade daquela posição ou seleccionar o medicamento, mas não o novo mínimo ou quantidade.

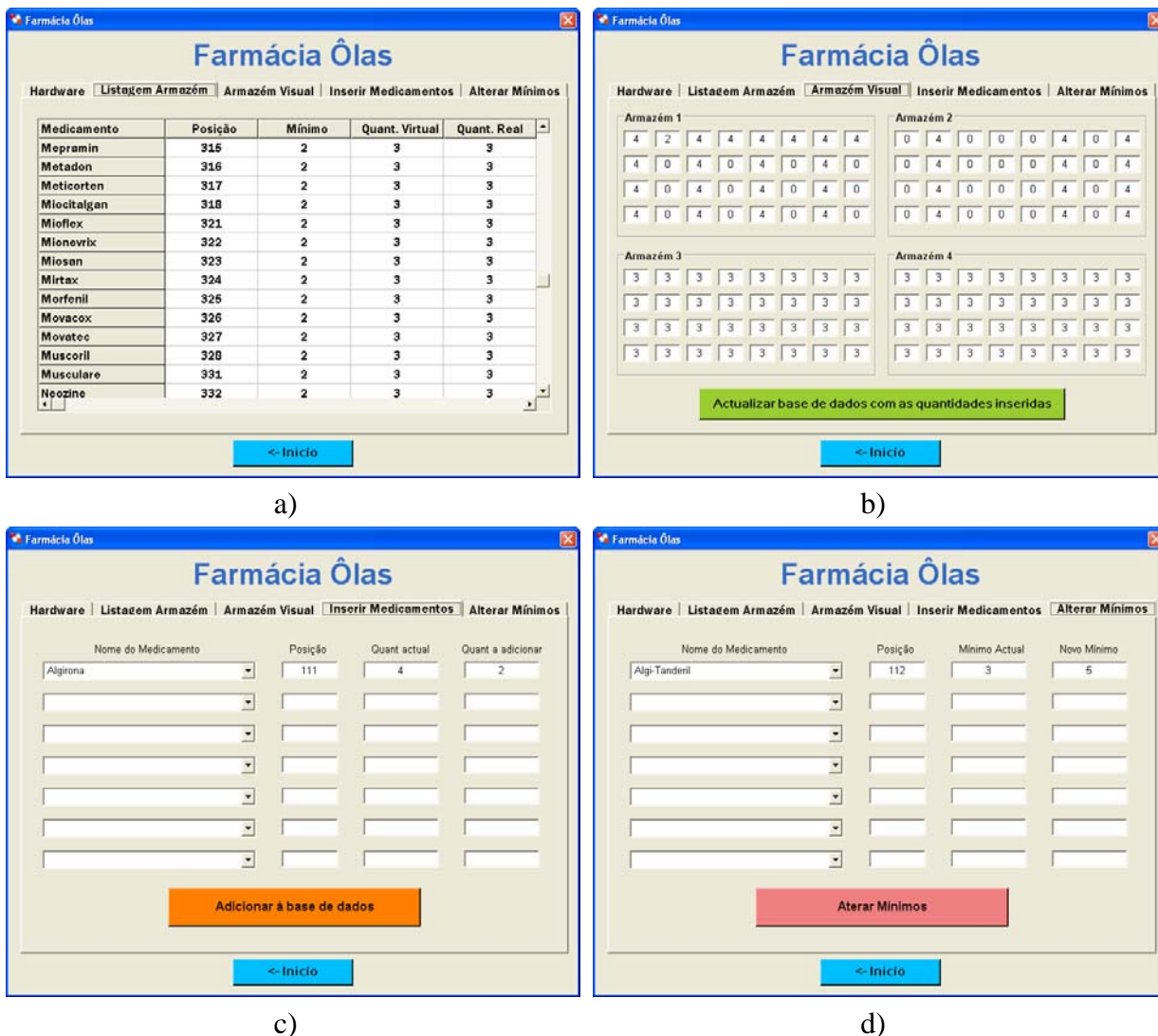


Figura 4-5: Painel Técnico

4.3 Janela “Painel Farmácia”

A figura 4-6 ilustra o *tab* “Pedidos” do “Painel Farmácia”, onde se pode realizar pedidos de medicamentos, visualizando a posição no armazém e o “stock virtual”. Em cada pedido, não é possível: repetir medicamentos, pedir um medicamento com *stock* zero, pedir uma quantidade maior do que a que existe ou seleccionar o medicamento, mas não a quantidade.



Figura 4-6: Tab “Pedidos” do Painel Farmácia

A figura 4-7 mostra o tab “Registo de Pedidos Anteriores” do “Painel Farmácia”. Nele pode-se visualizar os três últimos pedidos, figura 4-7 a), e também verificar se estes já foram, ou não, servidos com sucesso, figura 4-7 b).



Figura 4-7: Tab “Registo de Pedidos Anteriores” do Painel Farmácia

Na figura 4-8 a) pode-se visualizar o tab “Alarmes Stock + Estatísticas” do “Painel Farmácia”, onde estão registados os alarmes gerados por *stock* abaixo do mínimo definido, e também todos os medicamentos, e respetivas quantidades, servidos durante esta sessão de utilização do software.

Como se pode verificar na figura 4-8 b), o tab “Armazém” do “Painel Farmácia”, pode-se percorrer alguns campos da base de dados, tais como: a quantidade virtual, a quantidade real e a quantidade já servida de cada medicamento durante esta sessão de utilização do software.

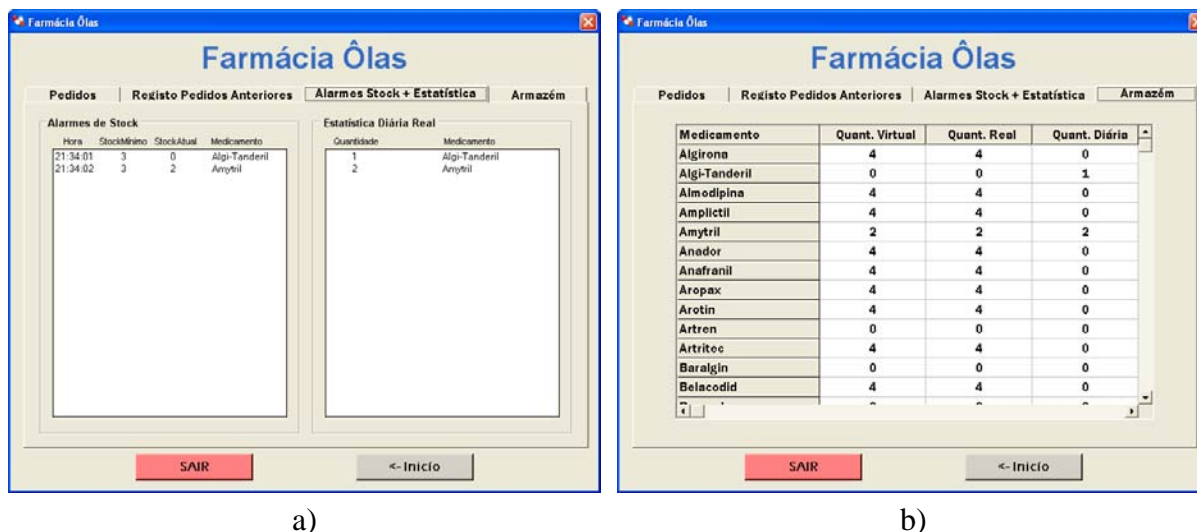


Figura 4-8: Tabs “Alarmes Stock + Estatísticas” e “Armazém” do Painel Farmácia

4.4 Ficheiros de registo gerados

Na pasta “C:\FarmaciaOlas\Alarmes_Stock\” são guardados os ficheiros de registo dos alarmes de *stock* gerados. É gerado um ficheiro por cada sessão de utilização do software. Como exemplo, a figura 4-9 a) mostra o ficheiro “Alarmes_Stocks_2012_06_25.txt”, onde foram guardados os alarmes de *stock* do dia 25 de Junho de 2012. Esta sessão foi iniciada às 21h33 e fechada às 21h37.

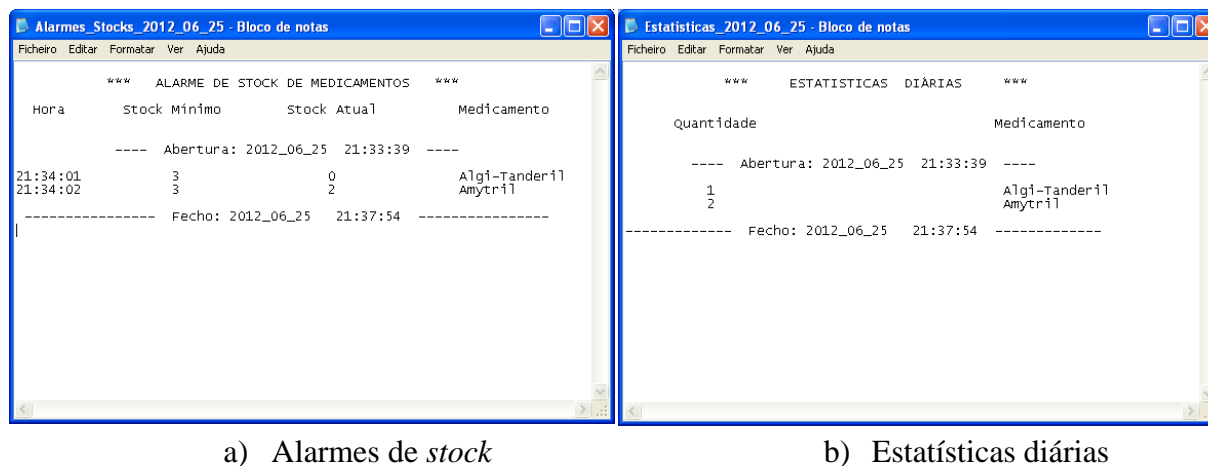


Figura 4-9: Ficheiros de alarmes de *stock* e de estatísticas diárias do dia 25-06-2012

Na pasta “C:\FarmaciaOlas\Estatísticas\” são guardados os ficheiros de registo das quantidades servidas. É gerado um ficheiro por sessão de utilização do software. Como exemplo, a figura 4-9 b) mostra o ficheiro “Estatísticas_2012_06_25.txt”, onde foram guardadas as estatísticas do dia 25 de Junho de 2012. Esta sessão foi iniciada às 21h33 e fechada às 21h37.

5. Seguranças e alarmes de hardware

Este capítulo pretende informar acerca das seguranças dos equipamentos e pessoas implementadas.

Relativamente ao funcionamento, sempre que um dos dois sensores, ilustrados na figura 5-1 a), detete uma invasão do volume de trabalho do robô, representada na figura 5-2, como área cinzenta, ou o operador pressione o botão de emergência, de cor vermelha, da botoneira ilustrada na figura 5-1 b), o robô pára imediatamente, e são acionadas as sinalizações sonora e luminosa vermelha da baliza de sinalização ilustrada na figura 5-1 c).

O operador, depois de verificar a desobstrução do volume de trabalho do robô e/ou outras anomalias, pode colocar de novo o robô em andamento, pressionado o botão de OK, de cor verde, da botoneira, ilustrada na figura 5-1 b). Imediatamente são desligadas as sinalizações sonora e luminosa vermelha, e é acionada a sinalização luminosa verde do baliza de sinalização, ilustrada na figura 5-1 c), indicando que não existem alarmes ativos.



a) Sensor de presença



b) Botoneira



c) Baliza de sinalização

Figura 5-1: Sensor de presença, botoneira e baliza de sinalização sonora e luminosa

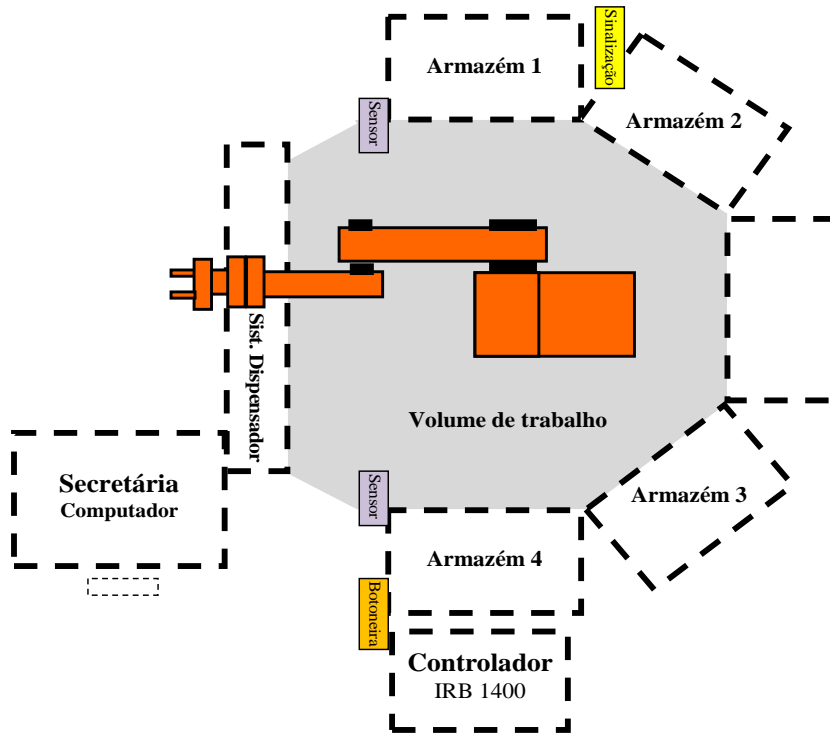


Figura 5-2: Volume de trabalho do robô

A figura 5-3 mostra o ficheiro “Registo de alarmes.txt” localizado no disco do controlador do robô na pasta “/hd0a/14-26430/FarmaciaOlas/”, onde são registados todos os alarmes, contendo as seguintes informações:

- número do alarme;
- tipo de alarme;
- data do alarme;
- hora do alarme.

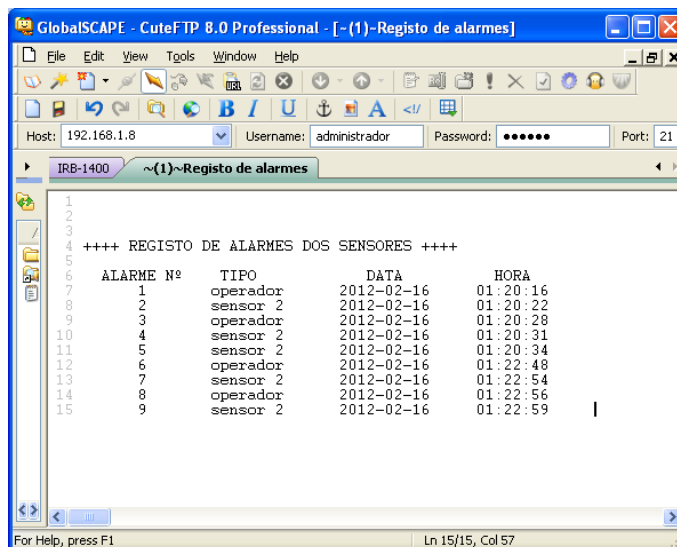


Figura 5-3: Exemplo do ficheiro “Registo de alarmes.txt”

6. Conclusões

Com este manual pretende-se que o utilizador fique apto a instalar o conjunto, hardware e software, “Farmácia Ôlas”, beneficiando de todas as suas potencialidades na sua utilização.

Este documento não dispensa a consulta do relatório desenvolvido no âmbito deste trabalho de Mestrado.

REFERÊNCIAS

- [1] ABB, WebWare SDK - Controls Reference - Version 3.2 - Service Release 2, ABB Inc., 2003.
- [2] C. Murtinheira, R. Cabral and A. Ferrolho, "Manual do utilizador da Célula Flexível de Fabrico," DEE-ESTV-IPV, Viseu, 2004.