



# **isec**

## **Engenharia**

MESTRADO EM ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

**Desenvolvimento de Aplicações  
Industriais com Automação**

Autor

**Tiago Alexandre Gonçalves Pereira**

Orientadores

**Fernando José Pimentel Lopes**

**Inácio de Sousa Adelino da Fonseca**

Coimbra, junho de 2025

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA



# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

### **Desenvolvimento de Aplicações Industriais com Automação**

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do  
grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica

Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas  
Industriais

Autor

**Tiago Alexandre Gonçalves Pereira**

Orientadores

**Fernando José Pimentel Lopes**

**Inácio de Sousa Adelino da Fonseca**

Supervisor na empresa

Coelho & Cortesão, Lda

**Engenheiro Carlos Fernando Simões Gomes Cortesão**

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA

Coimbra, junho de 2025

## DEDICATÓRIA

Mãe, apesar de não ser suficiente, quero que este relatório tenha o teu nome gravado.

Não sei como transcrever em texto tudo o que fizeste, e de certa forma ainda fazes por mim, tudo o vivenciei contigo, todas as lições que me deste, acredito que fui um dos teus privilegiados alunos os quais tiveram a sorte de te chamar professora.

Este primeiro ano sem ti foi e está a ser muito difícil de me adaptar. Simples detalhes como chegar a casa e não estares lá para me receber, não ouvir a tua gargalhada continuam a doer como no primeiro dia. Esta saudade nunca se apagará, é algo que sinto todos os dias e que vou sentir para o resto da minha vida.

Deixei esta dedicatória para o fim porque me custa a escrever e por não ter as palavras suficientes para descrever a grande mulher que tu és.

O objetivo principal deste relatório não é propriamente obter o grau de mestre, mas sim demonstrar que, apesar de estares longe, continuo a querer alcançar os meus objetivos, pois tudo o que me ensinaste a mim dão-me força para continuar.

Para ti, Graça Gonçalves, dedico-te todas estas páginas.

Descansa em paz, Mãe.



## AGRADECIMENTOS

Precisaria mais do que uma página para mencionar todas as pessoas que me ajudaram a alcançar esta etapa, porém quero deixar o meu reconhecimento e agradecimentos aos que me marcaram no meu percurso académico, a esses dirijo-me agora:

Aos meus pais, Paulo e Graça, os meus pilares, um simples obrigado não chega para agradecer a vossa enorme paciência, o vosso apoio e o incentivo infinito que me dão para que eu me supere e alcance os meus objetivos. Aos meus avós, por todas as lições de vida que tiveram o cuidado de me ensinar e que influenciam as minhas decisões.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Fernando Lopes e Professor Doutor Inácio Fonseca, quero deixar o meu agradecimento por toda a disponibilidade que tiveram comigo, por todos os ensinamentos e conselhos que me forneceram, não só nesta fase final do meu mestrado, como também ao longo do meu percurso académico. Também não posso deixar de agradecer ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, sobretudo aos professores do meu departamento, também por todas as aprendizagens que me lecionaram.

À empresa Coelho & Cortesão, especialmente ao Engenheiro Carlos Cortesão, pela oportunidade de estágio, por toda a disponibilidade e pelo meu desenvolvimento profissional.

Por fim, queria agradecer aos meus amigos do meu grupo de faculdade, o “Sobe e Desce”: ao Henrique, ao Lima, ao Luís, ao Manel, ao Rui, e ao Rodrigo. A vocês, um obrigado por me apoiarem dentro e fora da faculdade.

## RESUMO

Este Relatório de Estágio resulta do trabalho desenvolvido no estágio curricular, realizado pelo autor, aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, com especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais, sob a orientação do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, e da empresa Coelho & Cortesão, localizada em Torre de Vilela, Coimbra.

O estágio focou no desenvolvimento de sistemas industriais para a otimização de processos de produção e o desenvolvimento de um software para gestão de projetos.

O relatório é dividido em duas partes. A primeira parte, de carácter teórico, apresenta o conceito de projeto, abordando aspetos no campo da engenharia. Em seguida, é explicado como a gestão e o planeamento afetam o desenvolvimento dos projetos, incluindo objetivos, taxa de sucesso, riscos e custos. O subcapítulo seguinte, descreve os processos de definição das diretrizes do projeto, desde a recolha de informações com os clientes até ao seu desenvolvimento. O subcapítulo seguinte, é dedicado à segurança industrial, mencionando a diretiva 2006/42/CE sobre máquinas e componentes de segurança. Por fim, são discutidos os diferentes sistemas que compõem os sistemas industriais, onde também são abordadas as diferenças entre a rede convencional e a rede industrial.

A segunda parte, de carácter prático, descreve o trabalho desenvolvido na empresa, focando no sistema automático de etiquetagem e no software de apoio à gestão de projetos. No sistema de etiquetagem, são listados os requisitos e necessidades do cliente e explicado o funcionamento do sistema, bem como os processos de comunicação com o PLC e o mecanismo de etiquetagem. No software de apoio à gestão de projetos, identificam-se as dificuldades da empresa perante este tipo de gestão, com objetivo de guiar o desenvolvimento do software para responder às necessidades e requisitos específicos. Finalmente, é descrito o processo de desenvolvimento do software e exposto o seu modo de funcionamento.

**Palavras-Chave:** Automação Industrial, Gestão de Projetos, Sistemas de Automação, VB.NET.

## ABSTRACT

This Internship Report results from the work developed in the curricular internship undertaken by the author, a student of the Master's Degree in Electrical Engineering, specialising in Automation and Communications in Industrial Systems, under the guidance of the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, and the company Coelho & Cortesão, located in Torre de Vilela, Coimbra.

The internship focused on the development of industrial systems to optimise processes in industrial production and the development of software to support project management.

The report is divided into two parts. The first part of a theoretical nature, presents the concept of project, addressing aspects in the field of engineering. It is then explained how management and planning affect the development of projects, including objectives, success rate, risks and costs. In the next subchapter, it describes the processes for defining the project's guidelines, from the collection of information from customers to its development. The next sub-chapter is dedicated to industrial safety, mentioning the directive 2006/42/EC on machinery and safety components. Finally, the different systems that make up industrial systems are discussed, where the differences between the conventional network and the industrial network are also addressed.

The second part of a practical nature, deals with the work developed in the company, focusing on the automatic labelling system and the software to support project management. In the labelling system, the customer's requirements and needs are listed and the operation of the system is explained, as well as the communication processes with the PLC and the labelling mechanism. In project management support software, the company's difficulties in this type of management are identified, with the aim of guiding the development of the software to respond to specific needs and requirements. Finally, the software development process is described, and its mode of operation is exposed.

**Keywords:** Industrial Automation, Project Management, Automation Systems, VB.NET.





## Índice

Índice de figuras .....	vi
Índice de Tabelas .....	vii
Simbologia e Abreviaturas.....	viii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento do Tema .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Estrutura do Documento .....	3
2 Estado da Arte .....	5
2.1 Projeto.....	5
2.1.1 Introdução ao Projeto de Engenharia .....	6
2.2 Abordagem a um Projeto de Engenharia .....	7
2.2.1 Identificação das necessidades dos clientes .....	7
2.2.2 Identificação dos requisitos dos clientes .....	8
2.2.3 Classificação dos requisitos dos clientes .....	8
2.3 Introdução à Gestão de Projetos.....	10
2.3.1 Funções da Gestão de Projetos .....	11
2.3.2 Objetivos do Projeto .....	13
2.3.3 Sucesso do Projeto .....	14
2.3.4 Riscos do Projeto .....	16
2.3.5 Custos do Projeto .....	16
2.4 Segurança Industrial .....	18
2.4.1 Modo de implementação .....	19
2.4.2 Normas de Segurança.....	19
2.4.3 Diretiva 2006/42/CE .....	20
2.4.4 Norma 60204-1.....	21
2.4.5 Norma 13849.....	21
2.5 Automação Industrial e Sistemas de Controlo .....	22
2.5.1 Sistemas SCADA .....	22
2.5.2 Sistemas de Controlo Distribuídos .....	23
2.5.3 Sistemas Instrumentados de Segurança .....	24
2.5.4 <i>Programmable Logic Controller</i> – PLC .....	25
2.6 Rede Industrial.....	29
2.6.1 Rede Industrial vs. Rede Comercial .....	29

3	Implementação do Sistema de Etiquetagem Automático e do Software de Gestão de Material .....	33
3.1	Sistema de Etiquetagem Automático .....	33
3.1.1	Necessidades e Requisitos do Cliente .....	36
3.1.2	Software .....	37
3.1.3	Comunicação Software - Autómato .....	38
3.1.4	Deteção de paletes.....	38
3.1.5	Comunicação com o Mecanismo de Etiquetagem.....	40
3.1.6	Fluxograma do controlo de Artigos e elaboração de Etiquetas .....	41
3.1.7	Elaboração das Etiquetas.....	43
3.1.8	Atualização de Artigos.....	45
3.1.9	Leitura e verificação dos códigos de barras .....	47
3.2	Software de Gestão de Material.....	48
3.2.1	Modo de Operação.....	49
3.2.2	Requisitos da Empresa .....	50
3.2.3	Estabelecimento da Base de Dados.....	51
3.2.4	Base de Dados: Relacionamento das Ligações do Diagrama Entidade – Relacionamento .....	52
3.2.5	Estabelecimento dos níveis de acesso.....	55
3.2.6	Informação dos registos .....	56
3.2.7	Registo dos Pedidos.....	57
4	Conclusões .....	62
4.1	Trabalhos Futuros .....	64
	Referências .....	66
	Anexos .....	68
	Anexo I – Excerto do Código da Atualização de Artigo do Sistema de Etiquetagem Automático .....	68
	Anexo II – Excerto do Código da Importação e Leitura de Relatórios de Artigos do Software de Apoio à Gestão de Projetos .....	68

## Índice de figuras

Figura 1 - Diagrama de Kano. ....	9
Figura 2 - Triângulo dos Objetivos dos Projetos. ....	13
Figura 3 - Esquema de ligação do PLC. ....	25
Figura 4 - Esquema 2D do circuito do Sistema. ....	34
Figura 5 - Estrutura de Etiquetagem. ....	35
Figura 6 - Layout Inicial do Software. ....	37
Figura 7 - Funcionamento de um Sensor Fotoelétrico Retrorrefletor (Exemplo). ....	39
Figura 8 - Esquema de Ligação. ....	39
Figura 9 - Fluxograma do Funcionamento do Software. ....	41
Figura 10 - Paleta Dupla (exemplo). ....	43
Figura 11 - Exemplo de Etiqueta. ....	44
Figura 12 - Atualização de Artigos. ....	45
Figura 13 - Layout Inicial do software de Gestão de Encomendas. ....	48
Figura 14 - Representação do Modo de Operação. ....	49
Figura 15 - Diagrama Entidade – Relacionamento da Base de Dados. ....	52
Figura 16 - Registo de Artigos em Projetos (Modo Manual). ....	57
Figura 17 - Registo de Artigos não armazenados na Base de Dados (Modo Manual). .....	58
Figura 18 - Importação de um relatório do EPLAN ou do Inventor. ....	59
Figura 19 - Fluxograma do procedimento de importação de um relatório do EPLAN ou do Inventor. ....	61

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Grupos da Gestão de Projetos.....	12
Tabela 2 - Diferenças entre Rede Industrial e Rede Comercial [12]. .....	32
Tabela 3 - Especificação das Tabelas de base de dados. ....	51
Tabela 4 - Definição da Tabela de Registos.....	56

## Simbologia e Abreviaturas

ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
AR	<i>Auxiliary Relay</i>
CIO	<i>Common Input/Output Memory</i>
DM	<i>Direct Memory</i>
FINS	<i>Factory Interface Network Service</i>
GTIN	<i>Global Trade Item Number</i>
HMI	<i>Human – Machine Interface</i>
HR	<i>Holding Relay</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IED	<i>Intelligent Electronic Device</i>
IR	<i>Internal Relay</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LR	<i>Link Relay</i>
MTU	<i>Master Terminal Unit</i>
PAC	<i>Programmable Automation Controller</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SIS	<i>Sistemas Instrumentados de Segurança</i>
SP	<i>Special Relay</i>
SRP/CS	<i>Safety-Related Parts of Control Systems</i>
SSCC	<i>Serial Shipping Container Code</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
TR	<i>Temporary Relay</i>
UM	<i>Unit Memory</i>
WA	<i>Working Area</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>





# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento do Tema

Atualmente, a eficiência e controlo de processos são elementos essenciais para o crescimento de uma empresa e, conseqüentemente, para o seu destaque no mercado em que participa, porém a resposta para estes objetivos não é universal para todos os tipos de empresa: no caso das empresas do setor secundário, destaca-se a implementação de sistemas ou máquinas autónomas, ou seja, sistemas ou máquinas capazes de produzir ou executar processos de forma independente, sem intervenção constante de operadores, já no caso de empresas desenvolvedoras dos mesmos sistemas e máquinas, destaca-se a implementação de metodologias de trabalho e organização, como a implementação de sistemas de apoio para uma melhor gestão dos diferentes projetos que têm em mãos.

Neste sentido, o Estágio Curricular teve como objetivo de adquirir competências específicas ao desenvolvimento de projetos de automação industrial e à gestão de projetos de engenharia, a partir do desenvolvimento de um Sistema de Etiquetagem Automático e do desenvolvimento de um Software de Apoio à Gestão de Projetos.

O presente Estágio efetua-se no âmbito do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, com especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais, do qual se apresenta o relatório sobre os projetos desenvolvidos no estágio curricular.

O estágio curricular foi desenvolvido em parceria com a empresa Coelho & Cortesão, Lda, localizada em Torre de Vilela, Coimbra, com a duração de sensivelmente 8,5 meses.

A Coelho & Cortesão é uma empresa, fundada em 1990, focada no ramo da automação, que desenvolve e implementa sistemas autónomos de fácil manuseamento, como Paletizadores, Encartonadoras ou Sistemas Automáticos de Etiquetagem. Da sua carteira de clientes destacam-se clientes como: Clara & Gema, Dominó ou a Vista Alegre.

## 1.2 Objetivos

Com este relatório pretende-se apresentar um resumo dos conhecimentos aplicados para o desenvolvimento dos diferentes sistemas realizados num ambiente empresarial, durante o período de estágio.

Em conjunto com os orientadores, foram definidos para o estágio os seguintes objetivos:

- Acompanhar e desenvolver um sistema automático de etiquetagem.
- Desenvolver um sistema de apoio à gestão de projetos.

Ambos os sistemas tiveram fases iniciais semelhantes, a qual se destaca a análise das necessidades e requisitos dos utilizadores: no caso do sistema automático de etiquetagem é a empresa – cliente, e no caso do sistema de apoio à gestão de projetos são os projetistas e responsáveis de armazém da Coelho & Cortesão. Esta compreensão sobre as necessidades e requisitos é essencial de forma a guiar o desenvolvimento de cada projeto à resposta que cada tipo de utilizador necessita.

A segunda fase do sistema automático de etiquetagem foi a incorporação de um software, desenvolvido pelo autor, na gestão da etiquetagem do sistema, a qual levou ao desenvolvimento de protocolos de comunicação com o PLC e o mecanismo de aplicação de etiquetas.

No caso do software de gestão de apoio à gestão de projeto, a segunda fase foi constituída por várias etapas, destacando-se:

- Estabelecimento da Base de Dados que suporta o software.
- Desenvolvimento do protocolo que permite ler os relatórios de materiais, gerados por softwares de desenvolvimento que são usados na Coelho & Cortesão.
- Automatização do registo de pedidos de materiais, com base na leitura desses relatórios.

### 1.3 Estrutura do Documento

Considerou-se necessário em dividir o relatório em duas partes, o “Estado da Arte” e “Parte Prática”.

A primeira parte contém o capítulo 2 com os subcapítulos de 2.1 a 2.6:

No subcapítulo 2.1 é apresentado a definição de projeto, detalhando mais o projeto de engenharia.

No subcapítulo 2.2 é feita uma visão geral de como se deve abordar um projeto de engenharia, através da identificação dos requisitos e das necessidades da parte interessada, de forma a compreender quais são as características necessárias a desenvolver para cada projeto para assegurar o seu sucesso.

O subcapítulo do 2.3 trata da temática de Gestão de Projetos, que é responsável por controlar fatores como o risco, o sucesso e os custos dos Projetos.

No subcapítulo 2.4 é abordado a segurança industrial que é um elemento crucial no desenvolvimento de projetos de engenharia, e que obriga as empresas desenvolvedoras a cumprir normas e diretrizes, que são definidas por organizações internacionais, no desenvolvimento e manutenção de um determinado sistema ou máquina, no sentido de preservar a segurança e proteção dos operadores.

O subcapítulo 2.5 faz uma introdução geral sobre a automação industrial e sistemas de controlo, onde são apresentados os principais elementos usados no campo de automação industrial, como o PLC.

Por fim, o subcapítulo 2.6, termina o Estado da Arte com a rede industrial, descrevendo brevemente as suas especificações, através de uma comparação com a rede convencional.

A segunda parte encontra-se no capítulo 3 e é composta por dois capítulos, 3.1 e o 3.2:

O subcapítulo 3.1 é destinado ao Sistema Automático de Etiquetagem. É iniciado por detalhar as necessidades e requisitos do cliente e como o seu modelo de operação funciona, de forma recolher dados necessário para desenvolver um sistema focado em responder ao que o cliente procura e, conseqüentemente, garantir o sucesso do projeto.

Após a análise e compreensão das necessidades e requisitos do cliente, segue-se para o desenvolvimento do projeto. Este desenvolvimento contém, essencialmente, a parte que o autor contribuiu mais: o desenvolvimento do software. Este desenvolvimento explica como o software vai intervir e comunicar com os restantes elementos do sistema, como o PLC ou mecanismo de etiquetagem. Além do desenvolvimento do software, também explica o funcionamento dos principais elementos do sistema, como os sensores fotoelétricos.

O subcapítulo 3.2, é dedicado ao software de apoio à gestão de projetos. Inicialmente, são explicados quais os motivos que levaram ao seu desenvolvimento, bem como as suas funções na gestão de projetos. De seguida, parte-se para o seu desenvolvimento, como o modelo de operação e o estabelecimento da Base de Dados, criada de forma a responder aos seus futuros utilizadores.

O capítulo 4 destina-se a uma conclusão e reflexão do trabalho executado.

## 2 Estado da Arte

### 2.1 Projeto

Um projeto é uma atividade com um intervalo de tempo definido, com um plano delineado, para alcançar os objetivos pretendidos: um resultado novo, ou uma solução para um determinado problema, através do trabalho implementado nesse mesmo plano [1]. Os projetos são constituídos por várias fases que se desenvolvem progressivamente e são levados a cabo por um grupo de elementos ou uma equipa.

Os projetos geram um resultado único, que é influenciável por vários elementos e é adaptado para o planeamento estratégico de cada organização. As criações dos projetos têm geralmente como causa um requisito do mercado, uma necessidade organizacional, uma solicitação de um cliente, ou uma melhoria tecnológica.

De acordo com o Instituto de Gestão de Projetos Americano, a gestão de projetos é uma área que lida com o conhecimento, ferramentas e técnicas disponíveis de forma a corresponder às necessidades com as expectativas de cada projeto. A partir desta definição podem ser retiradas as seguintes questões:

1. Quais são os problemas a serem resolvidos durante o projeto?
2. Quais são os objetivos a alcançar?
3. Quais serão as vantagens obtidas após a conclusão do projeto?
4. O que é necessário para conseguir os objetivos pretendidos?
5. Como será avaliado o nível de implementação do plano?
6. Qual foi a eficácia da estratégia implementada?

Geralmente, cada projeto segue as seguintes fases: iniciação, planeamento, controlo, implementação e conclusão. Estas fases não são sequenciais, mas sobrepõem-se umas às outras. Em alguns casos há fases que são contínuas desde o início até ao fim do projeto.

### 2.1.1 Introdução ao Projeto de Engenharia

O projeto de engenharia, é considerado um tipo específico de projeto, que faz uso de princípios científicos, informações para o desenvolvimento de estruturas, máquinas ou sistemas que têm como objetivo desempenhar funções pré-especificadas, ou programadas, tendo em consideração o máximo de eficiência e economia possível [2].

Neste caso, a responsabilidade do projetista ou da equipa encarregada do projeto engloba todo o processo e desenvolvimento do mesmo.

Não existe uma regra clara para abordar um projeto de engenharia, vários escritores e desenvolvedores descrevem-no em etapas diferentes. Segundo Morris Asimov, o processo de desenvolvimento consiste em várias operações:

1. Definir o problema.
2. Recolher informação sobre o problema.
3. Determinar soluções.
4. Avaliar as soluções.
5. Comunicar os resultados.

De notar, que a definição do problema é um dos pontos mais críticos do projeto, visto que a sua definição irá influenciar todos os processos e operações envolvidas na gestão de cada projeto [2].

De forma a controlar todas as etapas destes tipos de projetos deve-se investir na gestão de cada projeto. A gestão de projetos engloba todos os elementos que procuram alcançar o objetivo final, o sucesso do projeto, como também alertar para elementos que o atrasam ou que o dificultam.

## 2.2 Abordagem a um Projeto de Engenharia

### 2.2.1 Identificação das necessidades dos clientes

O aumento da competitividade a nível mundial, provoca uma maior exigência na satisfação dos pedidos dos clientes. Os engenheiros e os empresários partilham a mesma intenção de responder a questões como [2]:

- Quem é o meu cliente?
- O que é que o meu cliente precisa?
- Como é que o produto desenvolvido pode satisfazer o meu cliente e gerar lucro ao mesmo tempo?

O cliente é alguém que recebe ou usufrui de um produto ou de um serviço efetuado por um indivíduo ou por uma organização.

As opiniões e requisitos dos clientes fora da rede da empresa têm uma grande importância para o desenvolvimento de serviços ou especificações de produtos novos ou outros melhoramentos a aplicar, assim como as opiniões internas das várias partes da empresa como as equipas de gestão de projeto ou a equipa de vendas. Por exemplo, na sugestão internamente de um outro material mais viável ou mais rentável para o desenvolvimento do produto.

A pesquisa das necessidades dos clientes num determinado produto ou para o desenvolvimento de um novo projeto é realizada por um conjunto de métodos formais.

Uma das formas de começar a investigação das necessidades dos clientes passa pela equipa de desenvolvimento. A partir da sua experiência, é possível identificar quais os produtos ou projetos atuais que correspondem às necessidades dos clientes ou que têm pontos de interesse que poderão ser aproveitados num novo projeto. Consequentemente, a investigação tornar-se-á mais simples relativamente à procura de conteúdo de pesquisa.

De maneira a auxiliar a recolha de informação, pode ser elaborado um documento ou inquérito de guia de pesquisa, que deve respeitar o seguinte formato:

- **Determinar o objetivo da pesquisa:** a partir de um curto parágrafo deve ser apresentado o objetivo da pesquisa e como os resultados vão ser usados.
- **Determinar o método de recolha de informação:** inquéritos ou entrevistas de formato fechado são eficazes para a recolha de informação quantitativa, já grupos de foco ou entrevistas de formato livre são úteis para recolher informações qualitativas.
- **Identificação da informação necessária:** as questões devem ser objetivas e ter o simples propósito de obter informações específicas dos tópicos necessários.

- **Ordenação de questões:** as questões devem seguir uma ordem de forma a criar um guia da informação que se pretende recolher.
- **Inquérito piloto:** antes de o inquérito ser partilhado com o cliente, deve passar por um pequeno grupo, que podem ser os elementos da equipa de projeto, de forma a avaliar as questões propostas.

### 2.2.2 Identificação dos requisitos dos clientes

Após a recolha de informações relativas às necessidades dos clientes parte-se para a identificação dos requisitos do cliente. Estas informações vão guiar a determinação das características bases do sistema a desenvolver.

Uma abordagem possível é pela parte da equipa de desenvolvimento ao entrevistar os clientes nos locais de trabalho onde o produto/sistema irá ser implementado com questões-chave, tais como:

- Quais os pontos que lhe agradam e desagradam do produto?
- Quais são os motivos de adquirir o produto?
- Que melhorias aplicaria relativamente ao produto?

No fim de recolher a informação relativa aos requisitos do cliente, parte-se para a análise dos requisitos e especificações do cliente.

A análise destes elementos é possível através de vários métodos, dentro dos quais o Diagrama de Kano, que irá ser abordado neste capítulo.

### 2.2.3 Classificação dos requisitos dos clientes

Nem todos os requisitos impostos pelos clientes são iguais, ou seja, o peso de importância dos requisitos varia de pessoa para pessoa. A equipa de design deve identificar quais são os requisitos mais importantes para assegurar o sucesso do projeto e também que correspondam com os requisitos colocados pelos clientes [2].

Esta distinção pode ser complexa de avaliar, visto que os projetos de engenharia têm de garantir a melhor performance possível em todos os produtos. Uma das soluções é o Diagrama de Kano, que é uma ferramenta de visualização para classificar os requerimentos dos clientes em categorias e que permite a sua priorização. O diagrama de Kano apresenta quatro níveis dos requisitos dos clientes: qualidades esperadas, qualidades abordadas, qualidades não abordadas e qualidades atrativas.

- **Qualidades Esperadas:** são os atributos base que se esperam estar incluídos no produto ou sistema. Estas qualidades são geralmente fáceis de identificar.
- **Qualidades Abordadas:** são atributos específicos que o cliente pretende que estejam incluídos. O cliente define o produto à volta destas especificações, logo a equipa de desenvolvimento deve ter isso em conta no momento de desenvolvimento do produto/sistema.
- **Qualidades Não Abordadas:** são atributos que não são referenciados pelo cliente, porém, na maioria dos casos, são essenciais para assegurar o sucesso do produto/projeto, não podendo ser evitados.
- **Qualidades Atrativas:** são qualidades que tornam o produto único ou exclusivo comparado com a concorrência. De notar que a ausência deste tipo de qualidades não significa que o produto/projeto não corresponde às exigências do cliente, desde que não seja possível identificar a sua falta.

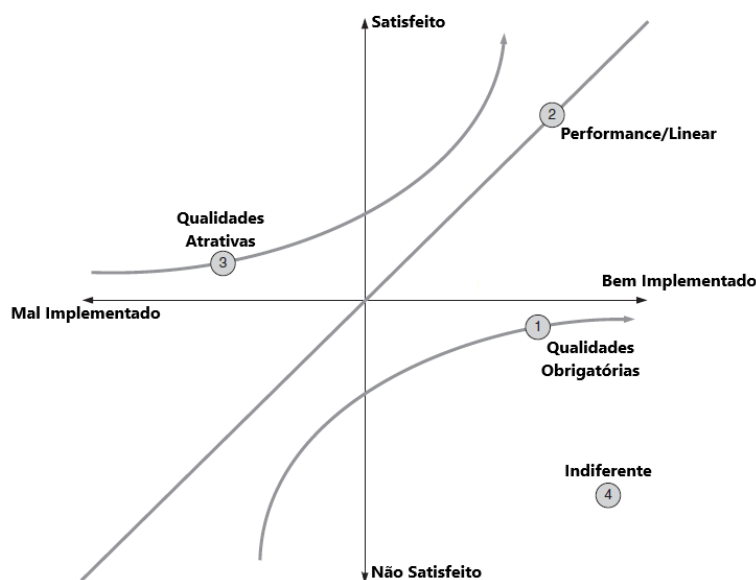


Figura 1 - Diagrama de Kano.

A Figura 1 ilustra um exemplo de um gráfico de Kano, onde o eixo horizontal representa o nível de implementação dos requisitos do cliente, e o eixo vertical representa o nível de satisfação do cliente, que varia de satisfação reduzida a satisfação elevada.

Assim, o diagrama de Kano descreve que a satisfação esperada do cliente varia com o sucesso da execução dos requisitos do cliente (eixo x), ou performance do produto/projeto. A performance indicada do lado direito do eixo horizontal representa qualidade superior à esperada, ou seja, os requerimentos do cliente foram mais do que cumpridos, já do lado esquerdo representa fraca qualidade ao ponto que não

existe performance mínima em nenhum requisito imposto pelo cliente. Também é possível verificar três tipos de relacionamentos entre a performance do produto e os requerimentos do cliente, a partir das três linhas representadas:

- **Linha 1:** inicia na região de desempenho existente, porém abaixo do adequadamente implementado (linha 2), e sobe rapidamente para o lado positivo do eixo X. Porém, apesar do crescimento da linha, a linha 1 não contribui para a satisfação positiva do cliente, ou seja, o cumprimento das exigências básicas do cliente, não irá corresponder com uma percepção positiva do cliente, relativamente à qualidade do produto.
- **Linha 2:** é a reta linear de 45° que inicia na área de ausência de performance nos requerimentos e uma baixa satisfação do cliente, e progride para alta qualidade e satisfação do cliente. Esta linha representa que os requisitos do cliente são básicos face às funções pretendidas do produto, o que, conseqüentemente, levarão à satisfação do cliente.
- **Linha 3:** Representa o aumento da performance sob os requerimentos do cliente, vai corresponder a uma melhor impressão de qualidade por parte do cliente. A melhoria de qualidade aumenta, conforme o aumento da performance do produto.

### 2.3 Introdução à Gestão de Projetos

Os departamentos associados à gestão de projetos dedicados a áreas como a engenharia, ou a defesa, surgiram por volta de 1950, devido ao aumento da exigência e da complexidade dos projetos. A causa da expansão e desenvolvimentos destas estruturas deriva da necessidade que as empresas têm de obter o maior controlo possível sobre elementos como os riscos dos projetos, de estabelecer métodos na gestão dos projetos e de melhorar a performance na monitorização dos projetos [3].

Devido à grande variedade da origem dos projetos, as estruturas responsáveis pela gestão de projetos necessitam de se adaptar de acordo com os requerimentos e necessidades de cada projeto em que participam.

A gestão de projetos deve identificar os riscos e as necessidades do projeto, previamente ao seu arranque, elaborar planos, gerir prioridades, antecipar problemas que poderão surgir, avaliar o seu progresso e tendências, garantir qualidade e o seu valor monetário, e alterar a estratégia para o sucesso do projeto, caso necessário [1].

As necessidades do projeto são dependentes do tamanho, complexidade, urgência e importância que está envolvida em cada projeto. As necessidades são maiores em casos de projetos interdependentes, mais particularmente nos casos que competem pelos mesmos recursos.

Cada projeto tem o seu ciclo de vida, o seu início e o seu fim. Segundo Wearne, as atividades envolvidas no projeto mudam de acordo a etapa em que se encontra. Cada etapa do projeto impõe a sua própria mudança na natureza, complexidade e velocidade aplicada nas atividades envolvidas e nos recursos aplicados, com o projeto a decorrer.

A duração de cada etapa não tem tempo fixo estabelecido, varia de projeto para projeto, além dos atrasos que podem surgir entre as diferentes etapas.

A denominação de cada etapa pode variar de acordo com a área ou indústria em que se está a desenvolver o projeto. As etapas não têm necessariamente uma ordem fixa que indique quando é que cada etapa deve ocorrer. Dependendo do projeto, há casos que determinadas etapas podem ser saltadas ou realizadas noutra fase que seja mais vantajoso.

De acordo com o *Project Management Body of Knowledge*, PMBok, da *Project Management Institute*, PMI, existem diversas estruturas dentro de uma organização focadas na gestão de projetos [3]:

- 1. Departamento de Suporte para a Gestão de Projetos:** responsável pelo serviço de consultoria aos gestores de projetos, fornecendo modelos para prática e acesso à informação provinda de projetos anteriores. Este tipo de estrutura serve como base de dados dos projetos e o nível de controlo que garante sob os projetos é baixo.
- 2. Departamento de Controlo de Gestão de Projetos:** dá suporte e exige a conformidade em vários fatores, como na escolha da estratégia de gestão de projeto a aplicar, ferramentas a usar, ou até em conformidade com as leis internas da organização. Tem um nível moderado sob o controlo dos projetos.
- 3. Departamento Diretivo de Gestão de Projetos:** tem controlo direto sobre os projetos, gerindo-os diretamente. Tem um nível alto no controlo dos projetos.

### 2.3.1 Funções da Gestão de Projetos

Quando se pretende implementar uma estrutura focada na gestão de projetos, as suas funções têm de estar adaptadas à organização a que se destina e ao seu tipo de estratégia, com o objetivo de aumentar a performance dos projetos [3].

A nível operacional, a gestão de projetos fornece um suporte básico e assegura profissionalismo e excelência no desenvolvimento e aplicação de cada projeto, sem comprometer os princípios e a práticas da gestão de projetos.

A nível tático, a partir deste tipo de estruturas é agregado mais valor através da coordenação de vários projetos e gestão de dependências entre projetos, incluindo a

integração de recursos entre projetos e garantido, novamente, a adoção da gestão de projetos.

A estratégia que este departamento possui engloba todos os aspetos dos campos operacional e tático, e também tem a autoridade de priorizar projetos, tendo em conta os objetivos da organização, e de aconselhar a administração relativamente à viabilidade de investir em determinados projetos.

Segundo Hobbs e Aubry [4], existem cinco grupos de funções distintas dentro de uma estrutura para a gestão de projetos (Tabela 1).

*Tabela 1 - Grupos da Gestão de Projetos.*

<b>Grupo</b>	<b>Funções</b>
<b>Grupo 1 - Monitorização e controlo da performance dos projetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar o estado e desenvolvimento de cada projeto à administração responsável.</li> <li>• Monitorizar e controlar a performance dos projetos.</li> <li>• Implementar e estabelecer um sistema de informação para projetos.</li> <li>• Desenvolver e aplicar uma tabela de metas e resultados para os projetos.</li> </ul>
<b>Grupo 2 – Desenvolvimento da Gestão de Competências e Metodologias dos Projetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento e implementação de uma metodologia padrão.</li> <li>• Promover a gestão de projetos dentro da organização.</li> <li>• Desenvolvimento de competências dos elementos da organização.</li> <li>• Fornecer mentoria para os responsáveis dos projetos.</li> <li>• Fornecer um conjunto de ferramentas dedicadas à gestão de projetos.</li> </ul>
<b>Grupo 3 – Gestão de Múltiplos Projetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenação de projetos.</li> <li>• Identificação, seleção e priorização da entrada de novos projetos.</li> <li>• Gestão de um ou mais portfólios e programas.</li> <li>• Controlo dos recursos nos projetos.</li> </ul>
<b>Grupo 4 – Gestão Estratégica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Providenciar aconselhamento à administração dos projetos.</li> <li>• Intervir no planeamento estratégico dos projetos.</li> <li>• Realização de network e procura de outras organizações apelativas ao crescimento da organização.</li> </ul>

<b>Grupo 5 – Aprendizagem Organizacional</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acompanhar e controlar o rendimento após a implementação da estrutura de gestão de projetos.</li><li>• Gerir a documentação relativa aos projetos envolvidos.</li><li>• Efetuar revisões depois da finalização do projeto.</li><li>• Efetuar auditorias aos projetos envolvidos.</li><li>• Implementar e gerir uma base de dados com a informação retirada com os projetos atuais e anteriores, que pode ser útil em projetos futuros.</li><li>• Implementar e gerir uma base de dados dedicada a riscos ou perigos dos projetos.</li></ul>
--	---

### 2.3.2 Objetivos do Projeto

Os projetos são implementados de forma a corresponder aos objetivos do promotor com as partes interessadas. As partes interessadas no projeto, normalmente representam os indivíduos ou os grupos que têm esse interesse no mesmo, podem ser ou não investidores nele [1].

É essencial que os objetivos principais sejam claramente estabelecidos desde o início, assim a importância relativa entre estes objetivos será delineada de forma mais direta.

Os objetivos principais são estabelecidos em termos de tempo, custo, qualidade e as suas inter-relações (Figura 2).

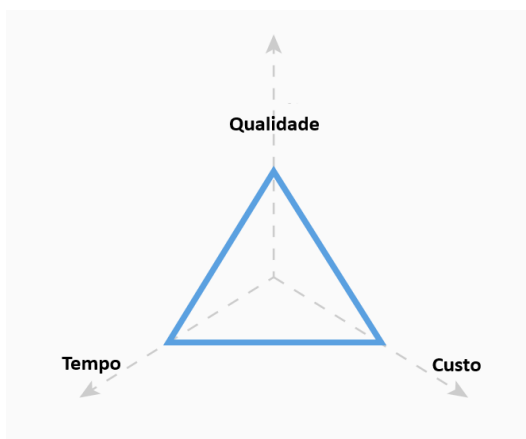


Figura 2 - Triângulo dos Objetivos dos Projetos.

O uso de um triângulo equilátero representa que é possível suportar um ou dois objetivos do projeto, porém suportar todos os três é quase impossível. O posicionamento do projeto em relação aos objetivos principais acaba por ser uma questão de preferências:

- Quando a conclusão antecipada do projeto é essencial, leva a que o tempo seja o fator dominante, como no caso de um lançamento de um novo produto em que é necessário obter a primeira entrada no mercado. Porém, não significa que o projeto possa ser desenvolvido a qualquer custo, nem que a qualidade possa ser afetada, apenas significa que a questão do tempo tem um peso maior em relação aos restantes.
- No caso de ser pretendido o mínimo custo possível do projeto, como no caso da criação de habitações comunitárias, o custo do projeto passa a ser dominante, e o tempo e a qualidade serão fatores que podem sofrer alterações negativas, de forma a suportar este fator dominante.
- No caso em que se procure qualidade de excelência, o custo e o tempo poderão sofrer alterações secundárias.

A importância relativa de cada objetivo deve ser atribuída com consideração, visto que as decisões ao longo do projeto vão ser baseadas de acordo com o balanço dos mesmos. O fraco estabelecimento e a pobre comunicação dos objetivos principais são as causas mais comuns dos fracassos dos projetos [1].

### 2.3.3 Sucesso do Projeto

O sucesso do projeto é dependente de vários fatores, tais como [1]:

- **Definição dos objetivos principais:** deve ser considerada como uma das primeiras tarefas a ser executada para definir e comunicar quais os objetivos de cada projeto a desenvolver.
- **Riscos:** Para alcançar o sucesso, a equipa de projeto deve procurar e expor as incertezas no cumprimento de cada projeto a ser desenvolvido. Se os riscos não forem identificados, não será possível atingir o sucesso, e a probabilidade de ocorrer imprevistos será maior, o que, conseqüentemente, irá aumentar a probabilidade de não conseguir cumprir os objetivos do projeto.
- **Planeamento do Projeto:** A forma e a quantidade de planeamento do projeto devem ser as corretas. A falta de planeamento acaba por colapsar o projeto devido a eventos imprevistos. Porém, o seu excesso, isto é, um planeamento muito detalhado poderá também atrasar o desenvolvimento do mesmo e acabar por ser ignorado.
- **Adaptação a Mudanças Externas:** As condições do mercado, as exigências dos clientes e outros fatores externos poderão mudar, o que pode levantar problemas ao longo do desenvolvimento do projeto. Para tais eventualidades,

os gestores de projetos necessitam de ser capazes de se adaptar a estas mudanças, mas também de saber determinar quais a que se devem evitar e agir adequadamente.

#### 2.3.4 Riscos do Projeto

Os projetos são um investimento de recursos, com um aumento mais acentuado do nível de investimento quando o projeto passa da fase de planeamento para a fase de implementação.

Todos os projetos estão sujeitos a um determinado nível de risco e incerteza, ao contrário do que acontece, por exemplo, quando se pretende adquirir algum produto finalizado, visto que é possível analisar o produto antes de se proceder ao investimento, logo estes tipos de projetos envolvem risco e incerteza, visto que a parte interessada é, normalmente, obrigada a efetuar um investimento antes da finalização do projeto.

Os riscos dos projetos podem ser gerados por fatores externos, como o nível de procura no mercado, ou fatores internos derivados dos projetos, como condições imprevistas. De acordo com a natureza do risco, pode retornar efeitos positivos ou negativos no projeto [1].

#### 2.3.5 Custos do Projeto

O histórico de gestão de custos da engenharia ligada à indústria não exhibe um valor positivo, devido ao facto que grande parte dos projetos apresentam grandes custos financeiros e tempo de desenvolvimento em excesso. Isto é geralmente provocado pelas subestimações e não por falhas de gestão do projeto [1].

O cálculo dos custos e de tempo são preparados e revistos ao longo do projeto. Estes cálculos são apenas estimativos, e não se pode esperar que sejam extremamente precisos. O nível de exatidão destas estimativas depende do nível de qualidade da gestão de cada projeto e a determinação dos seus riscos e incertezas.

É essencial identificar os elementos que provocam o custo do projeto, visto que atualmente o mercado tem vindo a aumentar e está cada vez mais competitivo entre diferentes empresas. A manutenção do mercado requer ter um conhecimento detalhado dos custos de forma a determinar como é que as novas tecnologias podem intervir nestes custos.

As previsões de custo são usadas para diferentes situações tais como:

- Para estabelecer um preço de venda ou para quantificar um produto ou um serviço;
- Para determinar o método mais económico, o que pode constituir materiais, e a sua manufatura, e outros processos.
- Para determinar estatísticas de performance de produção que podem ser usadas para controlo de custos.

- Para obter informações sobre a lucratividade de um novo projeto.

É possível dividir os custos do projeto em duas categorias: fixos e variáveis [2].

Os custos fixos ocorrem durante um período do projeto, o seu valor mantém-se constante ao longo do projeto, porque é independente do volume que é produzido ou vendido, como é o caso de seguros ou publicidade.

Os custos variáveis são todos os custos que variam com a quantidade produzida ou vendida, como é o caso do custo de material ou de mão-de-obra.

## 2.4 Segurança Industrial

Na área industrial, a segurança é um elemento crucial a nível humano, como também a nível jurídico e tem o mesmo nível de consideração quer pelos fabricantes, quer pelos operadores dos equipamentos.

As infraestruturas críticas, como as indústrias de produção de energia, são indispensáveis à sociedade, sem elas não é possível garantir o bem-estar da sociedade, conseqüentemente a sua segurança e proteção são elementos vitais na área industrial [5].

Normalmente, os acidentes em trabalho são resultados de comportamento de risco por parte dos trabalhadores, condições inseguras de ambiente de trabalho, ou falhas de sistemas incorporados nas operações [6].

Nos sistemas de automação, apesar de as tecnologias atuais permitirem a implementação de sistemas cada vez mais robustos, ainda não é possível eliminar a 100 % as probabilidades de ocorrerem falhas na produção, interrupções de operações e serviços, danos em equipamentos e o risco de segurança dos operadores [6].

A falta de gestão de segurança industrial é outra das causas que provocam as falhas de segurança, como por exemplo, nos processos de produção. Por vezes, o custo da segurança é visto como um peso para a implementação ou manutenção de sistemas e acaba por ter um nível de consideração mais reduzido.

Como já foi possível verificar ao longo das secções anteriores, a implementação de sistemas de rede de automação trata-se de uma operação complexa, em não está apenas limitada à implementação de equipamentos e software, mas também da implementação de sistemas e mecanismos de segurança e à formação de operadores das empresas clientes com o objetivo de capacitar os mesmos aos sistemas desenvolvidos, preservando, assim, uma produção o mais segura e livre de riscos possível.

De forma preservar a segurança e a proteção dos trabalhadores, as empresas podem ser obrigadas a cumprir protocolos e normas específicas. Estes protocolos são normalmente criados por organizações internacionais, ou também por políticas internas de cada país. As empresas devem, então, moldar a forma de produção a partir das normas e protocolos impostos.

### 2.4.1 Modo de implementação

A implementação de sistemas e mecanismos de segurança no campo industrial, envolve um estudo tanto do local, como também das operações e processos que se pretendem executar em cada sistema. A análise da criação de cada sistema de segurança deve cumprir os seguintes fatores [7]:

- **Conformidade legal e normativa:** como dito anteriormente, em vários casos da área industrial requerem que sejam cumpridas determinadas normas. Para esses casos, é necessário que um nível mínimo de segurança seja cumprido rigorosamente.
- **Requerimentos de produção:** a área de produção pode exigir ciclos de produção sem interrupções, encerramentos não programados, o que, conseqüentemente, pode afetar o nível de produtividade e o risco de vida dos trabalhadores. Para estes casos, o tipo de segurança deve apresentar a disponibilidade operacional exigida.
- **Manutenção de qualidade:** os sistemas de segurança podem incluir o bloqueio de determinados parâmetros que podem afetar diretamente a produtividade, para evitar a sua sabotagem e salvaguardando a qualidade da produção. Nestas situações, os sistemas de segurança também podem ser tratados como um componente de qualidade industrial.

### 2.4.2 Normas de Segurança

No desenvolvimento de um projeto de automação industrial, devem-se cumprir normas de segurança impostas por vários regulamentos internacionais, de forma a assegurar a segurança dos utilizadores [7].

A segurança é um fator de extrema importância em vários aspetos como a nível humano e jurídico e tem de ser tratada com igual importância quer pelos seus utilizadores quer pelos seus desenvolvedores.

Cada regulamento foca-se em questões diferentes, podendo ter definições diferentes em cada país, mas todos têm como base a segurança dos seus utilizadores e os mesmos princípios básicos, como:

- O fabricante deve realizar uma avaliação de risco, de forma a identificar todos os requisitos de saúde e segurança necessários à utilização da máquina ou sistema.
- Desenvolver e fabricar a máquina com base nos resultados da avaliação de risco.

Os requisitos, bem como os componentes que promovem a segurança têm vindo a sofrer alterações, muito devido à evolução tecnológica. Com este desenvolvimento tecnológico também tem sido possível desenvolver novos componentes que promovem uma maior segurança dos seus utilizadores, sem a interferência do trabalho do utilizador, nem nos procedimentos da máquina, aumentando a produtividade do trabalho.

Este controlo da circulação e uso destas máquinas é regulado pela Comissão da União Europeia para toda a Comunidade Europeia, através de um conjunto de diretivas de segurança que diferem para cada tipo de aplicação. Cada Estado Membro deve garantir que estas diretivas são cumpridas.

Estas diretivas procuram garantir um ambiente de trabalho seguro e proteger os utilizadores das máquinas industriais. É essencial que os seus fabricantes tenham conhecimento destas diretivas e que as cumpram ao fornecer máquinas no espaço europeu.

#### **2.4.3 Diretiva 2006/42/CE**

Esta diretiva tem como objetivo garantir a livre circulação, dentro da União Europeia, das máquinas que cumpram os requisitos impostos pela União Europeia em termos de saúde e segurança, de forma a certificar um alto nível de segurança dos utilizadores, bem como dos fabricantes, destas máquinas abrangidas nesta diretiva. É aplicável a todas as máquinas e componentes de segurança, no momento da sua primeira comercialização no mercado europeu.

De acordo com o Artigo 5º da diretiva, a instalação de uma máquina e de a colocar ao serviço requer ao fabricante ou ao seu mandatário cumprir as seguintes medidas [8]:

*“a) Certificar-se de que a máquina cumpre os requisitos essenciais pertinentes em matéria de saúde e de segurança enunciados no anexo I;*

*b) Certificar-se de que o processo técnico descrito na parte A do anexo VII está disponível;*

*c) Fornecer, nomeadamente, as informações necessárias, tais como o manual de instruções;*

*d) Efectuar os procedimentos de avaliação da conformidade adequados nos termos do artigo 12.o;*

*e) Elaborar a declaração CE de conformidade nos termos da parte A do ponto 1 do anexo”*

#### 2.4.4 Norma 60204-1

A norma 60204-1, denominada por Segurança de Máquinas – Equipamento Elétrico de Máquinas – Parte 1, é dedicada aos equipamentos e sistemas elétricos, eletrônicos, ou eletrônicos programáveis, para máquinas não portáteis por via manual, no momento do processo de operação [9].

A norma foi criada para garantir que cada projeto, instalação, e cada manutenção de um determinado sistema sejam efetuados de forma segura, salvaguardando operadores, bem como os equipamentos.

Os principais objetivos desta norma definem-se como [9]:

- **Segurança Elétrica:** garante que os sistemas industriais sejam projetados contra situações de sobrecargas de corrente, curto-circuitos e incêndios. Estabelece padrões de identificação de terminais, cabos e circuitos, de forma a contribuir para a segurança e conformidade elétrica.
- **Proteção aos Operadores:** adota medidas para proteger os operadores contra situações anormais, como descargas elétricas ou falhas elétricas, durante a operação ou manutenção dos sistemas.
- **Conformidade com a Legislação:** a norma está de acordo com as diretrizes de segurança europeias, com uma forte influência da Diretiva “2006/42/CE”.

#### 2.4.5 Norma 13849

A norma 13849, é focada nos sistemas de controlo de segurança das máquinas, estabelecendo requisitos e padrões para a implementação deste tipo de sistemas, de forma a garantir que as funções de segurança das máquinas atuam normalmente e asseguram um nível de proteção adequado para os operadores, como também ao restante sistema envolvido [10].

Esta norma tem como objetivo fornecer a orientação necessária para os departamentos de desenvolvimento e a avaliação de sistemas de controlo [10].

De forma a promover uma menor redução de risco relativamente às máquinas industriais, a norma indica a adoção de mais salvaguardas ou a implementação de mais partes relacionadas à segurança de sistemas de controlo (*Safety-Related Parts of Control Systems*, SRP/CS) [10].

Devem ser considerados SRP/CS os sistemas que contribuem para a redução do nível de um determinado risco para um nível de risco aceitável, ou se são sistemas necessários para uma normal operação dentro de um nível requerido de segurança.

Podem consistir em hardware ou software e podem estar, ou não, integrados no sistema de controlo das máquinas. Para além das funções de segurança, estes sistemas também podem fornecer funções operacionais [10].

## 2.5 Automação Industrial e Sistemas de Controlo

Atualmente, os Sistemas Industriais de Controlo evoluíram, a partir de aplicação de novas tecnologias, para sistemas físicos que, em muitas situações, acabam por substituir ou suplementar mecanismos físicos de controlo. A necessidade de melhorar os custos de produção e a sua performance, incentivam a esta evolução de tecnologias relacionadas a, por exemplo, nível de transporte, edifícios, ou de manufatura. Enquanto estes fatores aumentam a conectividade e a criticidade destes sistemas, conseqüentemente leva a uma maior necessidade de adaptação e segurança por parte destes sistemas.

Os Sistemas de Controlo Industriais são definidos como sistemas elétricos e mecânicos, hardware, software que podem afetar ou influenciar a segurança e confiança da operação do processo industrial. Estes tipos de sistemas incluem [7]:

- Sistemas de Controlo Industrial, que incluem, por exemplo, sistemas de controlo distribuídos, Controladores Lógicos Programáveis ou *Programmable Logic Controllers* (PLC), e sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).
- Sistemas de Informação, como controlos avançados multivariáveis, optimizadores online, históricos de processos ou operações, interfaces gráficas, e sistemas de execução de manufatura e de gestão de informação.
- Interfaces internas, humanas, de rede, ou interfaces associadas a máquinas de forma a providenciar controlo, segurança, modos de processos de execução de produção, entre outros processos.

Os Sistemas de Controlo Industriais são usados em vários setores do ramo industrial e outras infraestruturas como de manufatura, distribuição e de transporte.

### 2.5.1 Sistemas SCADA

De acordo com a ANSI C37.1 [11], da *American National Standards Institute*, os sistemas SCADA, são sistemas operacionais com sinais codificados aplicados em canais de comunicação para controlar Unidades Terminais Remotas (UTR) ou *Remote Terminal Unit* (RTU). Este sistema supervisor pode incluir outros sistemas de aquisição de dados, através do uso de outros sinais codificados em canais de

comunicação de forma a adquirir informação relativa ao estado dos RTU ou para funções de armazenamento.

Um sistema SCADA é composto tanto por hardware e por software e inclui os seguintes componentes:

- **Interface Homem – Máquina (*Human – Machine Interface, HMI*):** programa que fornece ao operador uma leitura rápida através da ilustração de elementos gráficos e textuais. A HMI apresenta avisos e alertas e ajuda o operador a avaliar a performance do sistema.
- **Unidade Terminal Mestre (*Master Terminal Unit, MTU*):** é um elemento SCADA no centro de controlo que estabelece comunicação e controlo em componentes como RTU e PLC.
- **Unidade Terminal Remota (*Remote Terminal Unit, RTU*):** este dispositivo serve de armazenador de dados e estabelece a “ponte” entre o MTU e dispositivos como o PLC. O RTU recolhe a informação dos dispositivos e armazena-a até que o MTU envie um pedido para obter essa informação. O RTU recebe comandos destinados aos dispositivos de campo, e reencaminha-os para serem executados. Existem alguns PLCs que têm funções de RTU incorporadas, podendo assim estabelecer uma comunicação direta com o MTU.
- ***Programmable Logic Controller (PLC)*:** é um sistema de controlo que possui uma memória programável que pode ser usada para implementar funções específicas, como controlo de entradas e saídas, de timers, de comunicações, ou de processamento de dados e arquivos.
- ***Programmable Automation Controller (PAC)*:** o PAC é semelhante ao PLC, porém apresenta capacidades adicionais, como comunicações mais robustas e uma maior velocidade de processamento.
- **Dispositivo Eletrónico Inteligente (*Intelligent Electronic Device, IED*):** dispositivo que comunica diretamente com o MTU ou através do RTU e fornece controlo sob equipamentos, como atuadores.

## 2.5.2 Sistemas de Controlo Distribuídos

Os Sistemas de Controlo Distribuídos são compostos por um ou mais controladores supervisores, que estão implementados no servidor de controlo, e por um determinado número de controladores distribuídos.

O controlador supervisor transmite informação para os restantes controladores remotos, e também recolhe informações dos mesmos. Este tipo de sistema opera a partir de uma rede do tipo *fieldbus* (rede de campo), de forma a controlar todos os elementos envolventes no processo em que está implementado.

Nos Sistemas de Controlo Distribuídos, os subsistemas têm o seu próprio controlador local para gerir os processos locais e para comunicar com a consola do operador. Os controladores locais estão implementados e comunicam a partir das redes locais.

O nível de planta suporta funções de segurança, serve de estação de desenvolvimento, e serve para definir e estabelecer condições que acionam alarmes.

O nível de campo ou a área de operação fornece uma interface que é usada pelo operador para monitorizar o sistema, detetar alarmes e situações críticas, e realizar diagnósticos do sistema [7].

### 2.5.3 Sistemas Instrumentados de Segurança

Os Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS) estão largamente implementados na indústria de forma a manter os seus processos em condições de segurança adequados, como, por exemplo, alertar se as distâncias de segurança ou as condições de segurança da operação não estão a ser respeitadas. Os SIS são também referenciados como encerramentos de segurança ou sistemas de encerramento de segurança [7].

Os SIS são geralmente implementados em paralelo com os sistemas de controlo convencionais para reduzir os riscos associados como explosões ou outros riscos ambientais.

A aplicação dos Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS) deve ser instalada de acordo com uma avaliação de risco para identificar possíveis riscos, ameaças, vulnerabilidades, e outras probabilidades de ocorrências.

O NIST SP 800-39 apresenta um guia para a gestão de risco, em que trata o risco do sistema como uma parte de uma hierarquia de níveis de gestão de risco. Este documento descreve os 3 níveis a seguir de forma a gerir os riscos dentro da organização:

1. **Organização:** estabelece uma estrutura que lidera os propósitos e objetivos dentro da organização.
2. **Processos do negócio:** projeta, desenvolve e implementa processos de operação de forma a apoiar os objetivos, estabelecidos no nível anterior.
3. **Sistemas de Informação:** integra atividades de gestão de risco no ciclo de vida do sistema de desenvolvimento dos sistemas de informação da organização e remete para a resiliência dos mesmos sistemas de informação da organização.

#### 2.5.4 Programmable Logic Controller – PLC

O Controlador Lógico Programável é um sistema de controlo eletrónico que constitui o núcleo das Redes de Controlo Industriais.

Os principais motivos que fazem este componente como um elemento essencial para as redes industriais são o facto de possuir uma fácil programação, de garantir uma fácil manutenção e reparações, caso necessário, e de apresentar um tamanho e um custo menor do que os circuitos capazes de os substituir [12].

Os PLC's são semelhantes aos computadores, porém os computadores são focados em funções de cálculo, já no caso dos PLC's são especializados em funções de controlo no ambiente industrial, para além de que apresentam outros pontos que os tornam mais adaptados para o setor industrial, como [13]:

- Apresentam uma estrutura robusta projetada para que estes dispositivos operem normalmente na presença de vibrações e ruído, altas temperaturas e humidade. Os computadores, normalmente, não são capazes de operar com eficácia na presença destes fatores.
- Têm uma interface preparada para dispositivos de entrada e de saída.
- Estão definidos por linguagens de programação baseadas em lógica e variações de operações, relativamente fáceis de compreender, o que, conseqüentemente, também os tornam fáceis de programar para as funções pretendidas.

Geralmente, o PLC é composto por uma fonte de alimentação, um processador e módulos de entrada e saída, e de comunicação. O processador trata-se de um microcontrolador capaz de controlar outros dispositivos, através de rotinas previamente definidas [14]. Estes módulos são maioritariamente separados, porém comunicam entre si. Este tipo de modelo com módulos separados permite uma fácil manutenção e também uma grande flexibilidade na instalação [12].

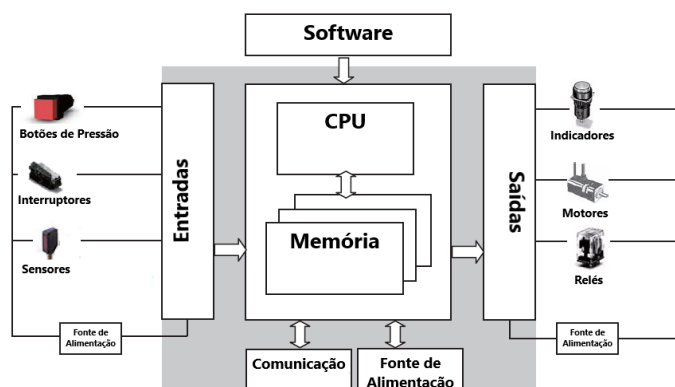


Figura 3 - Esquema de ligação do PLC.

Na Figura 3 é apresentado um esquema que representa de forma resumida o esquema de ligações do PLC com os dispositivos de entrada e saída, e restantes dispositivos que estão habilitados a comunicar com o PLC, como o caso de dispositivos SCADA.

A unidade central de processamento contém o microprocessador que vai examinar os sinais de entrada e executar as ações necessárias com base no programa armazenado na memória. Após o processamento realizado pela unidade, a resposta é enviada em forma de sinal para as saídas correspondentes.

As fontes de alimentação têm como função fornecer a energia necessária ao processador e restantes circuitos de entrada e saída.

Os programas de PLC são normalmente desenvolvidos em dispositivos externos, em dispositivos de programação como computadores, para além de que muitos fabricantes disponibilizam o seu ambiente de desenvolvimento destinado aos seus componentes fabricados [12].

A unidade de memória é onde se encontra armazenado o programa que vai gerir o sistema para o qual foi desenvolvido, bem como os dados necessários para apoiar essa gestão, como dados dos sinais de entrada e de saída.

A interface de comunicação é usada para receber e transmitir informações entre dispositivos externos, a partir de comunicações pela rede. Esta interface pode ser usada para processos como sincronização ou aquisição de dados de softwares que possam estar envolvidos na gestão do sistema.

Os dispositivos de entrada e de saída, como sensores e electroválvulas, respetivamente, estão conectados aos módulos do PLC correspondente a cada tipo de dispositivo. O programa instruído no PLC vai determinar como os dispositivos de saída vão atuar, de acordo com sinais dos dispositivos de entrada transmitidos para o PLC. O programa desenvolvido e o estado dos dispositivos de entrada e saída ficam armazenados no PLC [14]. Os dispositivos de entrada e saída podem ser classificados com base nos tipos de sinais: discretos, digitais e analógicos. Os sinais discretos são os sinais em que apenas apresentam dois resultados, ligado ou desligado, como é o caso dos botões de pressão. Os sinais digitais podem ser considerados como uma sequência de valores de sinais discretos. No caso dos sinais analógicos são sinais em que o seu tamanho é proporcional ao tamanho da variável que se pretende monitorizar, como no caso dos sensores de temperatura que fornecem um valor de tensão equivalente à temperatura [13].

Os requisitos principais no desenvolvimento de diferentes modelos de PLC componente resultaram em ações de pesquisa, particularmente nos métodos de design e o tipo de linguagem de programação a usar. Esta pesquisa gerou várias normas, dentro das quais a norma IEC, *International Electrotechnical Commission*, 61131 e a IEC 61499 [12].

A norma IEC 61131 define cinco linguagens de programação para uso em PLC: *Ladder*, Diagrama de Blocos Funcionais (*Function Block Diagram*), Lista de Instruções (*Instruction List*), Texto Estruturado (*Structured Text*), Gráfico de Funções Sequenciais (*Sequential Function Chart*). Estas linguagens variam de simples representações gráficas de circuito de relé como no caso do *Ladder*, ao assembler de Lista de Instruções e à linguagem de programação de alto nível como o Texto Estruturado. No caso da norma IEC 61499 define diferentes blocos funcionais e as suas comunicações e aplicações no PLC [12].

## Funcionamento do PLC

O PLC consiste num sistema embebido de tempo real que tem de executar operações de tempo crítico. Para garantir uma grande eficácia destas operações, o PLC adota um ciclo de controlo.

Este ciclo, também conhecido por *scan cycle*, executa as operações, ciclicamente, instruídas no programa implementado no PLC. Este ciclo tem três principais etapas: leitura de entradas, execução do controlo lógico e elaboração das saídas. O *scan cycle* tem uma duração por norma de milissegundos e tem um limite máximo para executar as tarefas necessárias.

A duração do *scan cycle* depende de vários elementos como a velocidade do processador, o nº de dispositivos de entrada e de saída, o relógio do processador e o nível da complexidade do programa inserido no PLC. Deste modo, o cálculo do tempo de duração do *scan cycle*,  $T_{SC}$ , pode ser descrito pela seguinte formula [15]:

$$T_{SC} = T_{IN} + T_{CL} + T_{OP}$$

Em que  $T_{IN}$  representa o tempo de leitura das entradas,  $T_{CL}$  representa o tempo de execução do controlo lógico e  $T_{OP}$  é o tempo da elaboração das saídas.

## Áreas de Memória

As áreas de memória são segmentos usados para armazenar diferentes tipos de dados de memória que o PLC pode recorrer durante as suas operações. Dentro dos PLC fabricados pela Omron, estes dispositivos disponibilizam as seguintes áreas [16]:

- **Internal Relay (IR):** é usada para controlar pontos de entrada e saída, temporizadores, contadores, e outros bits e para guardar, temporariamente, dados.
- **Special Relay (SP):** contém relógios do sistema, *flags*, bits de controlo e informação do estado.
- **Auxiliary Relay (AR):** contém *flags* e bits para funções especiais. Mantém a informação do estado, mesmo no caso de falha de alimentação.
- **Data Memory (DM):** usada para a leitura e escrita de dados, e também pode ser usada para funções especiais.
- **Holding Relay (HR):** usado para armazenar dados com o seu estado lógico preservado, mesmo no caso de corte de energia.
- **Link Relay (LR):** usado para comunicação, ou no caso de não existir, pode ser usado como bits de trabalho.
- **Temporary Relay (TR):** usado para armazenar condições em execução. Este tipo de bits apenas é usado para instruções de *Load* e *Output*.
- **User Memory (UM):** destinada ao armazenamento do programa executável pelo PLC.
- **Working Area (WA):** é de uso exclusivo do programa de cada PLC, sem a possibilidade de uso para trocas de entradas e saídas com terminais de entrada e saída.
- **Common Input/Output Memory (CIO):** responsável pelo controlo das entradas e saídas físicas.

## 2.6 Rede Industrial

### 2.6.1 Rede Industrial vs. Rede Comercial

Os recentes avanços relativamente às redes industriais como a implementação de tecnologias de Ethernet têm dificultado a distinção direta entre redes industriais com as redes convencionais, porém os fundamentos e objetivos principais de cada uma das redes permanecem bem distintos.

A principal distinção das redes industriais é que estão conectadas a equipamentos físicos para controlar e monitorizar em tempo real ações e condições. Embora as redes industriais se tenham baseado nas redes comerciais, estas não possuíam as características necessárias para operar num ambiente industrial, como, por exemplo no controlo de segurança e tempos de comunicação.

Consequentemente, resultou no estabelecimento de um conjunto de diferentes considerações de qualidade de serviço para o desenvolvimento das redes industriais [12]:

- **Implementação:** as redes industriais estão aplicadas em vários setores da indústria, como nos setores alimentares, nos setores de energia, nos setores de transporte ou nos setores ligados à manufatura. Em quase todos estes setores requerem algum tipo de maquinaria que seja controlada e monitorizada, a partir de uma rede destinada a estas funções. Em geral, todos os setores da indústria apresentam um conjunto de requerimentos semelhantes, dentro dos quais destaca-se o controlo de processos. O controlo de processos envolve sistemas dinâmicos e interconectados, como os sistemas de produção de eletricidade. Estes tipos de sistemas requerem uma interconexão de baixo nível e a disponibilidade de todos os equipamentos de campo, de forma a operar. A criação de sistemas de automação obriga a cobrir vários aspetos, tais como a segurança, controlo de acesso ou a monitorização de ações e condições. A criticidade de informações recolhidas é, geralmente, reduzida e as redes estão mais focadas para o supervisionamento e monitorização do que para o controlo.
- **Arquitetura:** a arquitetura das redes industriais é, em grande parte dos casos, mais complexa do que as redes comerciais. Enquanto as redes comerciais são apenas compostas por redes locais (*Local Area Network*, LAN), conectadas a partir de uma rede de área ampla (*Wide Area Network*, WAN), no caso das redes industriais apresentam um sistema de níveis de hierarquia composta por 5 níveis [17]:

- Nível 1 – Processamento: consiste em toda a gama de sensores e atuadores que estão envolvidos no processo básico de manufaturação.
- Nível 2 – Controlo Básico: é composto por controladores que manipulam diretamente os processos de fabrico ou de operação.
- Nível 3 – Área de Supervisão e Controlo: é responsável pelas aplicações e funções associadas à supervisão e operação da área de produção. Neste nível encontram-se: interfaces do operador ou HMI's, alarmes e avisos do sistema e estações de controlo de produção.
- Nível 4 – Gestão: dedicado aos sistemas e aplicações que gerem e programam a produção da indústria.
- Nível 5 – Planeamento Empresarial: responsável por receber e tratar da informação recolhida dos resultados da área de produção, de forma a gerir os recursos da organização e a apoiar o planeamento da produção.
- **Gravidade de Falhas:** uma vez que as redes de controlo industriais estão conectadas a equipamentos físicos, as consequências das falhas têm um impacto mais severo do que no caso das redes comerciais. As várias consequências deste tipo de falhas podem incluir dano de equipamentos ou de material, perda de produção ou a instabilidade a nível de segurança dos operadores (levando até mesmo ao risco de vida).
- **Requerimentos/Pedidos em tempo real:** a velocidade a que é necessário que as informações sejam transmitidas, processadas, e respondidas de forma que os equipamentos operem normalmente ou de forma síncrona, caso sejam dois ou mais equipamentos a cooperar no processo de produção, necessita de ser a mais rápida possível. Em regra geral, o tempo de resposta deve ser menor que o tempo de recolha de informação. As redes comerciais tendem a não conseguir cumprir estes tempos de resposta, enquanto o sistema de hierarquia implementado nas redes industriais garante um tempo de requerimentos menor do que nas redes convencionais.
- **Determinismo:** para uma rede ser o mais determinística possível é necessário que esta saiba determinar quando as respostas das transmissões vão ser efetuadas e vão ser recebidas, ou seja, o valor de latência deve ser reduzido e com uma baixa variação. A variação do valor do tempo de resposta de um sinal é denominada como jitter e este é requerido com um valor baixo para as redes industriais, dado os jitters elevados provocarem efeitos negativos em *loops* de controlo.
- **Tamanho da informação:** o tamanho dos pacotes de informação que circulam nas redes industriais são maioritariamente pequenos, especialmente nos níveis baixos da arquitetura onde apenas são valores

de medidas ou outros valores digitais que necessitam de ser transmitidos, juntamente com alguma informação adicional. Estes tipos de transmissões ocupam poucos bytes, como, por exemplo, a transmissão de estados binários. No caso das redes comerciais, lidam com pacotes de informação bastante maiores: com pacotes de informação a começarem, no mínimo, nos 64 bytes. Esta diferença de tamanho de informação nas transmissões requer o uso de protocolos focados na transmissão de pacotes de informação mais pequenos, o que não se torna numa solução viável para as redes comerciais.

- **Tráfego Periódico e Aperiódico:** as redes industriais requerem a transmissão de dados de modo periódico, como também de dados de modo aperiódico, como no caso de alarmes e avisos. O tempo de recolha de informação varia de equipamento para equipamento, de acordo com os requerimentos de controlo, e a informação aperiódica pode ocorrer em qualquer momento. Com o objetivo de assegurar a transmissão de todos os dados, são implementados relógios (*timers*) e protocolos de contenção de barramento num nível baixo das redes industriais.
- **Consistência Temporal e Ordem de Eventos:** nas redes industriais existe a necessidade de determinar quando é que ocorreram determinadas transmissões e a ordem de ocorrência desses eventos dentro da rede, especialmente no caso das transmissões aperiódicas da rede. A determinação da ordem e da temporização de eventos, não costuma ser uma prioridade nos protocolos de rede mais comuns existentes nas redes convencionais, como o TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*).
- **Robustez:** as redes industriais são instaladas numa grande variedade de ambientes, em muitas situações que podem dificultar a sua normal operação, como a presença de pó, humidade, vibrações, entre outros elementos. De forma a contornar estas situações, os equipamentos devem apresentar um nível alto de robustez contra danos de uma grande variedade de elementos, algo que não se verifica nas redes comerciais, que necessitam de ser instaladas em locais limpos, com temperaturas controladas e sem ou pouca presença de vibrações.

Na Tabela 2 está exibido um resumo das diferenças entre as redes industriais e as redes comerciais.

*Tabela 2 - Diferenças entre Rede Industrial e Rede Comercial [12].*

	<b>Industrial</b>	<b>Comercial</b>
<b>Função Principal</b>	Controlo de Equipamentos Físicos	Processamento e Transferência de dados
<b>Aplicações</b>	Industrial e outros processos associados	Empresarial e Doméstico
<b>Hierarquia</b>	Vários Níveis	Poucos Níveis
<b>Gravidade de Falha</b>	Elevada	Reduzida
<b>Nível de Fiabilidade</b>	Elevada	Moderada
<b>Velocidade de Transmissão</b>	250 $\mu$ s – 10 ms	> 50 ms
<b>Determinismo</b>	Elevado	Reduzido
<b>Tipo de Dados</b>	Pequenos pacotes de dados	Largos pacotes de dados
<b>Consistência Temporal</b>	Essencial	Não é essencial
<b>Ambiente de Operação</b>	Agressivo, com bastantes condicionantes	Limpo, focado para equipamentos sensíveis

### **3 Implementação do Sistema de Etiquetagem Automático e do Software de Gestão de Material**

Neste Capítulo, é descrito o trabalho realizado durante o estágio. O trabalho foi desenvolvido em dois projetos distintos:

- A. Implementação de um Sistema de Etiquetagem Automático.
- B. Desenvolvimento de Software de Gestão de Material.

No Sistema de Etiquetagem Automático, foram realizadas diversas tarefas, como a comunicação entre o PLC e a etiquetadora, a gestão dos pedidos de impressão, a verificação do seu desempenho, entre outras.

No Software de Gestão de Material, o software foi desenvolvido pelo estagiário, tendo em conta as especificações internas da empresa e seguindo um ciclo de gestão curto, de forma a permitir a sua adaptação conveniente aos utilizadores.

O Capítulo encontra-se assim dividido em duas secções cada uma descrevendo um dos sistemas.

#### **3.1 Sistema de Etiquetagem Automático**

Este subcapítulo descreve a elaboração do projeto de um sistema de etiquetagem. Este sistema foi desenvolvido para as funções de impressão, aplicação, leitura e verificação dos códigos de barras gerados em cada etiqueta. O sistema passou por várias etapas, desde a implementação dos componentes necessários para esse efeito, como sensores, até a inclusão do software responsável e elaboração dos códigos de barras das etiquetas.

A Figura 4 apresenta a vista 2D do local onde foi implementado este sistema, nas instalações do cliente.

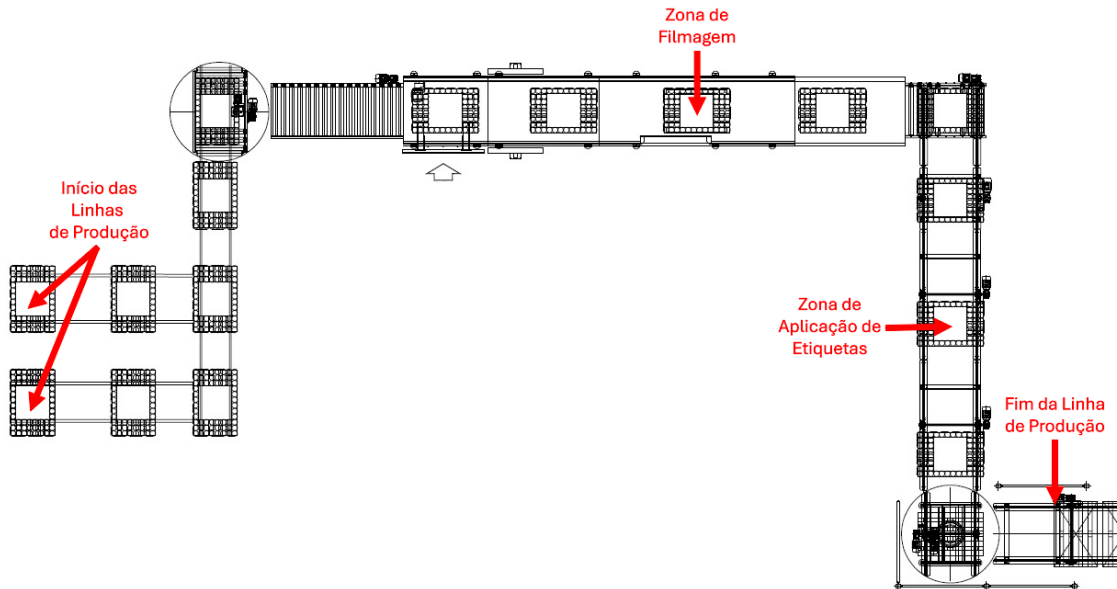


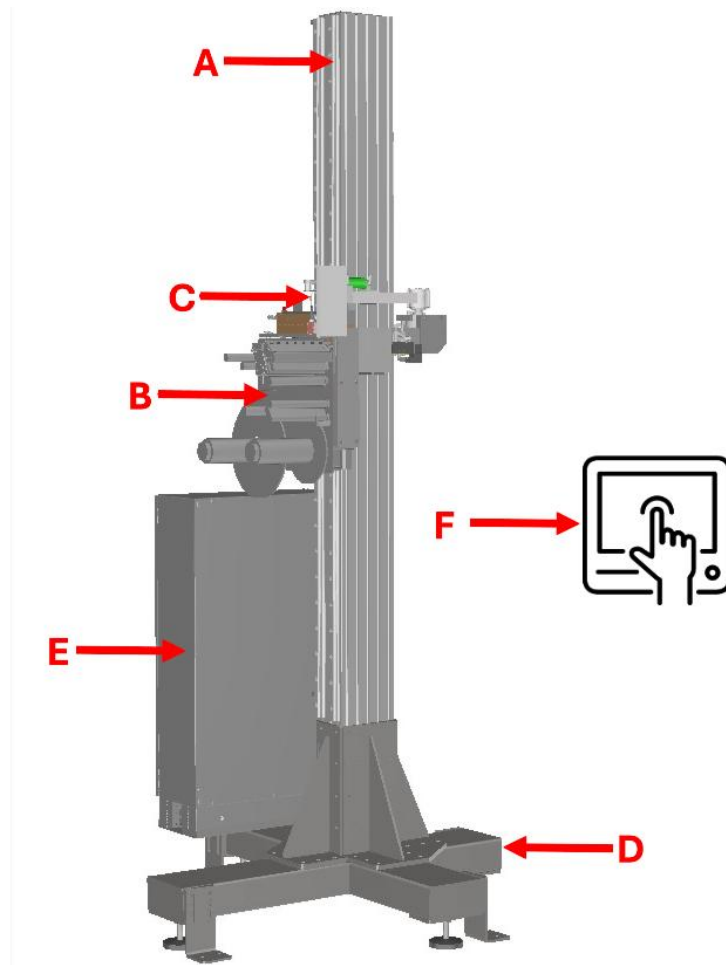
Figura 4 - Esquema 2D do circuito do Sistema.

Trata-se de um circuito de passadeiras que têm como função de enviar as paletes para os processos de filmagem, processo de paletização, caso seja um artigo para paletização dupla, e, por fim, a aplicação de etiquetas, agora pelo novo sistema.

Os processos mencionados anteriormente, são acionados a partir das fotocélulas que foram implementadas ao longo do circuito das paletes.

De forma a conceber um sistema que realizasse os objetivos pretendidos, a equipa de desenho identificou e desenvolveu equipamentos e componentes (Figura 5):

- A. **Torre:** responsável pela deslocação vertical, eixo Z, do mecanismo de etiquetagem.
- B. **Mecanismo de Etiquetagem:** responsável por imprimir as etiquetas com os dados fornecidos pelo software.
- C. **Braço Aplicador:** responsável por receber e aplicar a etiqueta nas paletes.
- D. **Base:** estrutura de apoio da máquina com pés ajustáveis a nível de altura.
- E. **Quadro Elétrico:** protege todos os componentes responsáveis para o funcionamento normal do sistema.
- F. **Software:** responsável pela gestão de etiquetagem.



*Figura 5 - Estrutura de Etiquetagem.*

### 3.1.1 Necessidades e Requisitos do Cliente

De forma a compreender as necessidades e os requisitos do cliente, foi indispensável analisar o método de etiquetagem anterior à implementação do novo sistema. Este consistia num método manual, onde os operadores da empresa – cliente são responsáveis por associar os códigos de barras correspondentes a cada palete produzida, através de etiquetas previamente impressas, bem como a sua aplicação em cada paleta.

Este método não se mostra rápido e viável, pois há uma grande probabilidade de os operadores atribuírem etiquetas incorretas aos dados das paletes, além de uma forte probabilidade de aplicação inadequada das etiquetas nas superfícies das paletes, o que dificulta a leitura e verificação dos códigos de barras.

Deste modo e após reunir mais informações necessárias, relativas às necessidades e aos requisitos do cliente, estabeleceu-se o desenvolvimento de um sistema responsável pelos processos de elaboração, de leitura e de aplicação de etiquetas nas paletes produzidas, sem a necessidade da intervenção do operador, ou seja, pretende-se que o sistema seja autónomo durante este processo, sendo este um dos requisitos essenciais definidos pelo cliente.

Este sistema automático necessita de estar conciliado com o sistema original de transporte e filmagem das paletes: o sistema de transporte consiste num conjunto de passadeiras que é responsável por deslocar as paletes para o processo de filmagem, para o processo de empilhamento (caso se trate de uma paleta dupla), e, por fim, para o ponto de recolha.

Para complementar a gestão do sistema de etiquetagem foi também definido o desenvolvimento de um software, responsável por selecionar e atualizar os artigos correspondentes às paletes em produção, e também por gerir e elaborar o conteúdo a inserir em cada paleta processada pelo sistema, de acordo com a seleção do operador.

No desenvolvimento do software é preciso ter em consideração os seguintes requisitos estipulados pela empresa:

- **Níveis de Acesso:** a empresa cliente necessita da implementação de três níveis de acesso. O propósito destes níveis é para permitir, ou não, o acesso às funcionalidades do software, de acordo com o nível de utilizador. Estes níveis de acesso estão denominados como Diretor, Chefe e Operador, sendo o nível de Diretor o nível máximo, já o Chefe e Operador, Médio e Baixo, respetivamente.
- **Comunicação com a Base de Dados:** a elaboração dos dados de cada etiqueta, devem estar de acordo com os dados correspondentes aos artigos que cada paleta transporta. As informações relativas aos artigos estão armazenadas na base de dados do cliente o que,

consequentemente, o software deve consultar no momento do processo de elaboração das informações a inserir em cada etiqueta.

- **Back-up da Base de Dados:** no caso em que não seja possível estabelecer comunicação com a base de dados da empresa, é necessário ter uma base de dados local, uma réplica da base de dados da empresa, de forma a não interromper a produção. Esta base de dados local deve conter toda a informação relativa aos artigos da empresa, e deve atualizar e sincronizar os dados com a base de dados da empresa, dentro de um período estabelecido.

### 3.1.2 Software

O software foi desenvolvido na linguagem de programação *Visual Basic.NET*, de forma a criar uma interface (Figura 6) que está envolvida na gestão de etiquetagem do sistema, através do estabelecimento de uma comunicação com o autómato e com o mecanismo de etiquetagem.

A partir deste software, é conferido ao operador a possibilidade de monitorizar e de controlar a gestão de etiquetagem, de acordo com o seu nível de acesso atribuído previamente, e também permite visualizar alertas e avisos relativos ao estado do sistema, como, por exemplo, o modo de operação, manual ou automático.

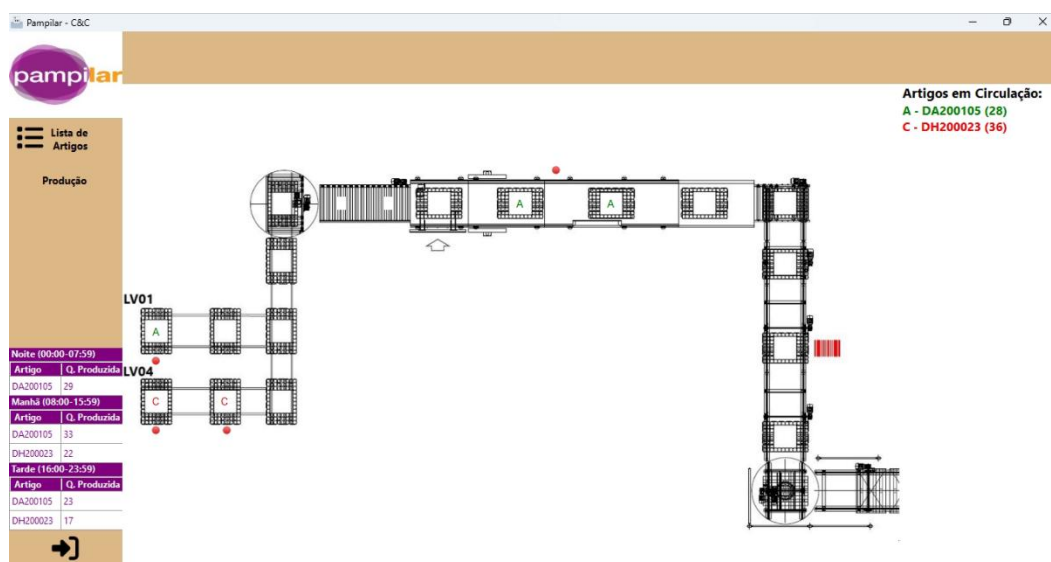


Figura 6 - Layout Inicial do Software.

### 3.1.3 Comunicação Software - Autómato

O software estabelece uma comunicação com o autómato através do protocolo *Factory Interface Network Service*, FINS.

O protocolo FINS, desenvolvido pela Omron, é um protocolo de comunicação para controlo de rede industriais compostas por PLC's da Omron e computador. Este protocolo permite a monitorização e controlo da rede industrial em que está implementada, através de operações de leitura e escrita de dados nas áreas do PLC.

De forma que o dispositivo pretendido estabeleça comunicação com o PLC, este recorre a uma porta UDP/IP para o envio e receção de mensagens.

O protocolo fornece uma vasta gama de comandos FINS, tais como:

- Leitura e escrita de dados da memória.
- Leitura da configuração do PLC.
- Leitura do estado da unidade CPU.
- Leitura de erros.
- Envio de ordens de reset.

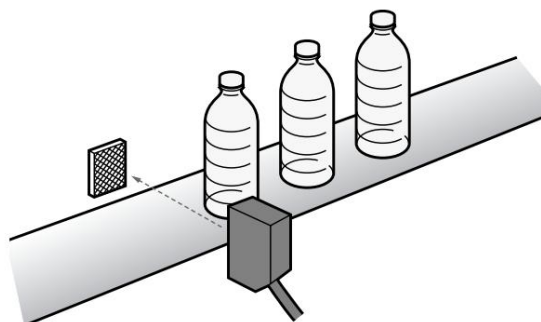
Os comandos FINS são constituídos por três elementos: cabeçalho (FINS *Header*), campo de comando FINS (FINS *Command*) e o parâmetro FINS/dados (FINS *parameter/data*).

O FINS *Header* tem como função armazenar a informação de controlo de transferência. O FINS *Command* tem como função guardar a informação do comando a ser aplicado. Por fim, o FINS *parameter/data* é responsável por armazenar parâmetros do comando a serem aplicados e parâmetros de transmissão ou resposta.

### 3.1.4 Detecção de paletes

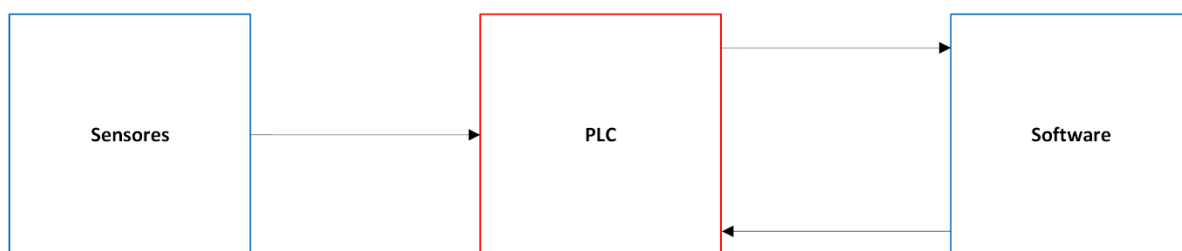
Para deteção da localização das paletes ao longo do percurso do circuito foram implementados sensores em pontos estratégicos deste circuito.

Estes sensores, do tipo fotoelétrico retrorrefletor (Figura 7), emitem sinais quando um objeto passa entre o sensor e espelho, ou seja, para esta situação vai ser emitido um sinal quando as paletes coincidirem na posição entre o sensor e espelho.



*Figura 7 - Funcionamento de um Sensor Fotoelétrico Retrorefletor (Exemplo).*

Todos estes dispositivos de entrada comunicam com o PLC, emitindo sinais quando detetam a presença de objetos, neste caso as paletes. Os dados emitidos destes sinais ficam armazenados no PLC, de forma que o software os possa consultar para indicar aos utilizadores a localização das paletes.



*Figura 8 - Esquema de Ligação.*

Na Figura 8 é apresentado um esquema que resume a comunicação do PLC entre os sensores e o software para a determinação da localização das paletes no sistema. Como é possível verificar, entre o PLC e o software existe troca de informação via FINS, isto porque o software é responsável por associar uma letra a um determinado artigo que esteja em circulação nas paletes.

Quando o software associa uma letra a um determinado artigo, essa letra é enviada para uma zona de memória do PLC em formato hexadecimal. Cada vez que as paletes com o artigo associado passam pelos sensores, estes enviam um sinal para o PLC. O PLC associa o sinal à letra gerada anteriormente e armazena o local, juntamente com a letra, onde detetou os sinais emitidos, de forma a poder disponibilizar a informação ao software.

Quando o software recolhe a informação do PLC, consulta quais os artigos que atribuiu às letras correspondentes consultando a base de dados.

Em conclusão, os sensores enviam sinais ao PLC que, através do seu processamento lógico, associa sinais a letras. Por fim, ao consultar o resultado do processamento do PLC, o software corresponde as letras aos artigos selecionados.

### **3.1.5 Comunicação com o Mecanismo de Etiquetagem**

A comunicação do software com o mecanismo de etiquetagem tem como objetivo determinar o estado da etiquetadora, enviar mensagens com conteúdo a ser impresso em cada etiqueta e enviar ordens de *reset*, no caso de erros.

A comunicação é realizada via protocolo TCP/IP, com mensagens codificadas em ASCII, pois o mecanismo de etiquetagem opera com a linguagem de programação *JScript* (não confundir com *Java Script*). Assim, as mensagens de solicitação do estado da etiquetadora, de envio de dados a serem impressos nas etiquetas, e as mensagens devolvidas pelo mecanismo, necessitam de ser codificadas em ASCII.

### 3.1.6 Fluxograma do controlo de Artigos e elaboração de Etiquetas

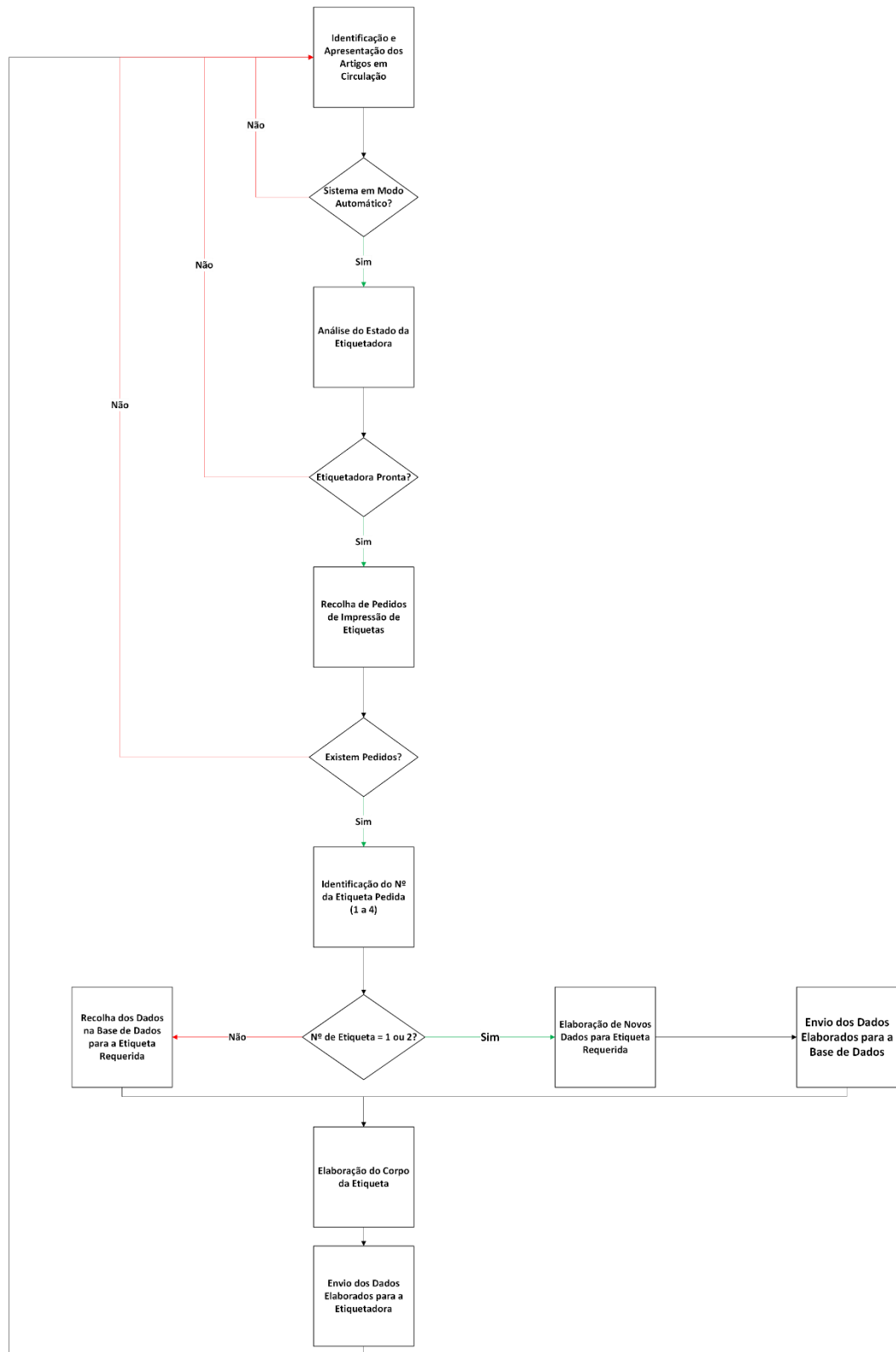


Figura 9 - Fluxograma do Funcionamento do Software.

O fluxograma apresentado na Figura 9, representa, de forma simplificada, como o software realiza a gestão dos artigos em circulação e a elaboração das suas respetivas etiquetas. Todo este controlo está inserido num relógio, ou timer, do software de forma ao controlo ser realizado automaticamente, sem a necessidade de intervenção manual.

O ciclo inicia por determinar quais são e onde se localizam os artigos em circulação, a partir do acesso à zona de memória do PLC. Ao aceder à área DM, *Direct Memory*, do PLC, este devolve uma resposta que é constituída por uma *string* de 64 caracteres, em que cada 4 caracteres dessa mesma *string* representa o artigo que cada posição transporta, ou seja, são controlados os artigos em circulação de 16 posições do circuito. O tamanho desta *string* de resposta é sempre constante, 64 caracteres, independentemente de não apresentar nenhum artigo em uma ou mais posições do circuito.

Uma vez que é usado o protocolo de comunicação FINS *Protocol*, a mensagem de resposta que indica os artigos em circulação em formato hexadecimal é convertida para o seu valor ASCII correspondente. A razão de se realizar a conversão dos valores hexadecimal para ASCII é para os utilizadores terem uma compreensão mais rápida e simplificada de que artigos estão a ser etiquetados, visto que cada artigo vai ser representado por uma letra, ou duas no caso de se tratar de um artigo de paletização dupla.

Após a leitura e conversão da mensagem de resposta do PLC, a informação ficará disponível na página inicial do software, representando todos os artigos em circulação nas suas respetivas posições do circuito por uma ou duas letras, onde também é indicado o artigo que cada letra representa.

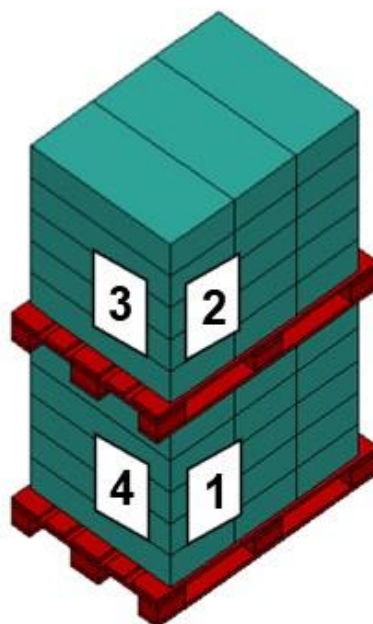
De seguida é determinado o estado do mecanismo de etiquetagem, de forma a determinar se está apto para etiquetar, e prevenir envios de ordens de etiquetagem quando é recebido uma resposta de estado de erro, como, por exemplo, a falta de rolo de etiquetas, ou se se encontra no processo de impressão de etiquetas. Na situação de erro e caso seja um problema a nível de software é enviado uma ordem de *reset*, de forma a limpar as ordens e dados anteriores para permitir a inserção de um possível pedido de etiquetagem, assegurando a aplicação correta das etiquetas futuras. No caso de a etiquetadora estar apta a receber novos pedidos de etiquetagem procede-se à verificação de pedidos de etiquetas provindos do PLC.

Para verificar se existem pedidos de elaboração de etiquetas, o software envia um pedido para aceder à zona HR,  *Holding Relay*, do PLC. Após receber e converter os valores é determinado que nº de pedido, de 1 a 4, é requerido pelo PLC. Esta determinação é essencial pois, vai determinar como o software vai proceder no momento de elaboração da informação da etiqueta.

### 3.1.7 Elaboração das Etiquetas

A elaboração das etiquetas consiste no processo de gerar a informação necessária para as etiquetas e o seu envio à etiquetadora para, precedentemente, imprimir as etiquetas com base na informação que o software enviou.

O software é responsável por elaborar para cada palete a informação de duas etiquetas por palete, uma para o lado lateral e outra para o lado frontal.



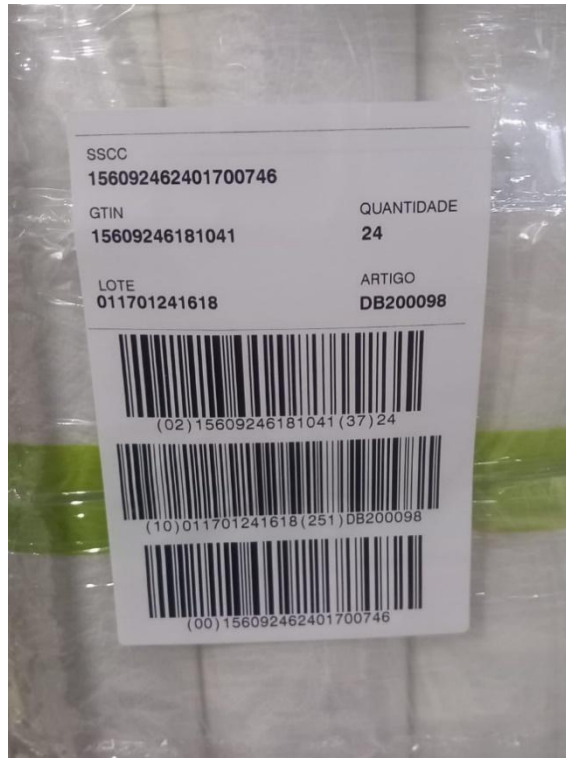
*Figura 10 - Palete Dupla (exemplo).*

A Figura 10 representa um esquema de palete dupla, onde os números 1 e 2 estão no lado lateral de cada palete, enquanto os restantes representam o lado frontal de cada palete.

Quando é solicitado ao software um pedido de etiqueta por parte do PLC também vem com a informação de qual lado da palete é que se destina através dos números da figura anterior. De referir que no caso de uma palete simples é realizado apenas os pedidos das etiquetas nº 1 e 4, os restantes pedidos apenas são realizados no caso de paletização dupla. Como dito anteriormente as etiquetas laterais são iguais às etiquetas frontais de cada palete, logo a informação da etiqueta nº 4 necessita de ser igual à etiqueta nº 1, já a etiqueta nº 3 tem de coincidir com a informação da etiqueta nº 2.

Os dados a serem gerados para cada etiqueta são: *Global Trade Item Number* (GTIN), *Serial Shipping Container Code* (SSCC), lote, código de artigo e quantidade.

Na Figura 11 é apresentado um exemplo de uma etiqueta com os dados devidamente inseridos.



*Figura 11 - Exemplo de Etiqueta.*

O código de artigo, como a informação da quantidade e o GTIN provêm da base de dados do cliente e não sofrem alterações para paletes do mesmo artigo, enquanto os dados de SSCC e lote requerem ser formulados pelo software e serem únicos para cada palete produzida.

### 3.1.8 Atualização de Artigos

A atualização ou mudança de artigos continua a cargo do operador do sistema, tal como no modelo de operação anterior. Os motivos pelos quais o cliente manteve este processo de forma manual são que o sistema não possui a capacidade de determinar quais são os artigos que estão em circulação e alterar a informação a aplicar nas etiquetas autonomamente, e mesmo que a deteção de artigos fosse alterada, por exemplo, por via de leitura de imagens acabaria por não resultar num processo viável, visto que há uma variedade de artigos que têm uma aparência bastante semelhante, o que poderia resultar em atualizações erradas de artigos, logo de forma a assegurar mudanças de artigos corretas, o operador deve indicar no software de qual se trata.

A atualização de artigos compreende toda a gestão do conteúdo a ser impresso pelo mecanismo de etiquetagem, de acordo com os artigos que o utilizador escolher.

Este processo é realizado no circuito do sistema ilustrado da página inicial do software, no local onde está a ser representado o artigo que se pretende alterar. O utilizador ao clicar nesse local é apresentado a lista de artigos proveniente da base de dados do cliente, ou caso não seja possível estabelecer comunicação, a lista continua a ser apresentada, porém a sua fonte é da base de dados local.

Artigo	Designação	Paletização	Altura Etiqueta PS	Altura Etiqueta PD
DA200007	PH Don Clever Compacto 2F 87X100 500S 4R 15UV 28UT	Simple	700	1900
DA200008	PH Don Clever Compacto 2F 87X120 133S 12R 9UV 28UT	Simple	700	1900
DA200033	PH Porsi 2F 90X120 134S 12R 9UV 12UT	Dupla	700	1900
DA200034	PH Porsi Compacto 2F 95X115 280S 12R 8UV 12UT	Dupla	700	1900
DA200035	PH Puríssimo 2F 87X110 108S 12R 9UV 28UT	Simple	700	1900
DA200041	PH Tempnature 2F 87X100 300S 6R 15UV 18UT	Simple	700	1900
DA200047	PH Up Care Compacto XXL 2F 87X120 416S 6R 15UV 18UT	Simple	700	1900
DA200053	PH Smart Compacto 2F 87X116 300S 6R 8UV 52UT	Simple	700	1900
DA200056	PH Floralys 2F 95X125 140S 24R 4UV 24UT	Simple	700	1900
DA200058	PH Floralys Reciclado XXL 2F 92X125 150S 48R 1UV 48UT	Simple	700	1900
DA200059	PH Continente Eco 100% Reciclado Compacto 2F 90X120 310S 12R 3UV 18UT	Dupla	700	1900
DA200062	PH Continente Eco 100% Reciclado Compacto 2F 90X120 465S 4R 15UV 12UT	Dupla	700	1900
DA200063	PH Pampilar Extra Suave 2F 92X110 140S 12R 9UV 28UT	Simple	700	1900
DA200066	PH Pampilar Compacto 2F 90X100 500S 12R 3UV 18UT	Dupla	700	1900
DA200070	PH Floralys 2F 95X125 140S 40R 60UV 1UT	Simple	700	1900
DA200074	PH Bissú Megarrollo 2F 87X100 300S 18R 3UV 27UT	Simple	700	1900
DA200077	PH Matry 2F 90X110 100S 12R 9UV 28UT	Simple	700	1900

Figura 12 - Atualização de Artigos.

A Figura 12 apresenta a janela que permite a seleção de um novo artigo na qual está presente um campo de procura que permite realizar uma pesquisa a partir do código do artigo pretendido. Também está presente a lista de artigos disponíveis à atualização, como mencionado anteriormente, o que permite ao utilizador visualizar com mais pormenor o artigo que pretende selecionar.

Quando o utilizador seleciona um novo artigo, o software verifica se existe em circulação artigos iguais ao artigo escolhido, comparando o código e a linha de produção do artigo selecionado, com os códigos e as linhas de produção dos artigos em circulação atuais, respetivamente, através da consulta da base de dados que também está responsável por gerir e associar os artigos em circulação:

- Caso se verifique, é enviado a letra que a base de dados local associa a esse artigo para a zona de memória do autómato, no endereço que corresponde ao local onde está a ser representado o artigo que se pretende alterar, selecionado previamente.
- Caso não se verifique, é gerado uma nova letra para este novo artigo. É de novo efetuado o processo de envio da letra que associa o artigo escolhido ao autómato e também é inserido na base de dados local a nova letra que associa o novo artigo.

Em ambas as condições, é necessário enviar para a área DM do autómato as cotas de aplicação da etiqueta: distância, segundo o eixo vertical, que o mecanismo precisa de se deslocar para aplicar a etiqueta, no artigo selecionado, desde o seu ponto inicial, o ponto zero.

De notar que, caso a atualização seja realizada na posição inicial de entrada de uma determinada linha de produção, o sistema continuará a atribuir o artigo selecionado a cada palete posicionada na entrada da linha de produção, até que ocorra uma nova atualização de artigo. Nos restantes casos, o PLC vai atribuir sempre a emissão dos sinais dos sensores de uma determinada posição do artigo que se encontrava na posição anterior, até que este chega à posição final do sistema, ou seja, o final da linha de produção.

O processo que associa os artigos a uma letra inserido na atualização de artigo é essencial, visto que como foi explicado no fluxograma do software, ao aceder-se à zona de memória do autómato permite determinar em que pontos do circuito são retribuídas as letras que simbolizam os artigos em circulação, ou seja, sem este processo não era possível para o software indicar de forma clara quais são e onde se encontram estes artigos.

### **3.1.9 Leitura e verificação dos códigos de barras**

Apesar do software eliminar a probabilidade de gerar erros na elaboração das etiquetas, continua a ocorrer a probabilidade de as etiquetas não serem aplicadas nas paletes com sucesso, como, por exemplo, no caso de se aplicar em paletes, cujos artigos não apresentem condições propícias nos locais para a aplicação das etiquetas, o que pode impedir a leitura dos códigos de barras, o que, conseqüentemente, impossibilita a identificação das paletes.

De maneira a controlar este tipo de situações, o software, com o apoio de um scanner, tem implementado uma rotina que após a aplicação das etiquetas lê e verifica os códigos de barras de cada etiqueta implementada.

Esta rotina, que ocorre após a elaboração e envio de informação de cada etiqueta para o mecanismo de etiquetagem, consiste no envio dos dados dos códigos de barras para a área DM do autómato. De seguida, no fim de a etiqueta estar aplicada, a informação contida nos códigos de barras é analisada, através do scanner.

O resultado da leitura do scanner é enviado também para o autómato, e este vai comparar o resultado do scanner com a informação enviada previamente pelo software, esta comparação vai determinar se os dados gerados pelo software são iguais aos dados lidos pelo scanner.

Por fim, o software vai consultar o resultado da comparação que fica armazenada na zona HR.

No caso de o resultado indicar que os dados gerados não coincidem com os dados lidos pelo scanner, é indicada uma mensagem no software de falha de leitura, com o objetivo de o utilizador decidir se deve ser efetuado a etiqueta de novo ou se quer prosseguir.

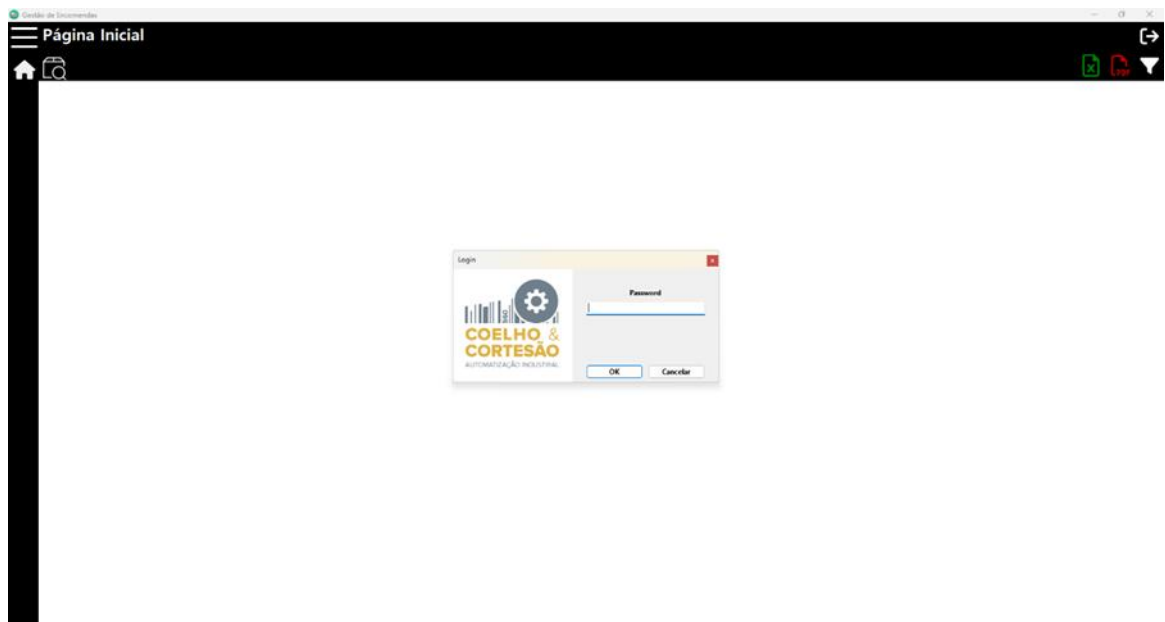
### 3.2 Software de Gestão de Material

Os projetos, para além de requererem o planeamento do desenvolvimento de sistemas ou máquinas e a gestão de recursos, como de equipas de trabalho, também requerem a disponibilidade de outros recursos, como de materiais ou outros componentes, para o seu normal desenvolvimento. Nas situações em que há vários projetos em desenvolvimento ao mesmo tempo, é essencial que haja componentes disponíveis para as suportar.

Consequentemente, estas situações podem levantar algumas adversidades na gestão de material, que é realizada entre responsáveis de cada projeto e os responsáveis de armazém. O uso de métodos simples para apoiar o controlo de materiais torna-se, assim, um ponto essencial.

Uma das soluções propostas é o uso de softwares dedicados a este tipo de gestão, porém os softwares atuais não se adequam às necessidades da empresa, como o levantamento de materiais, a partir de outros softwares de desenho como o *Inventor* ou o *Eplan*, ou apresentam um nível complexo de aprendizagem.

Um dos métodos implementados na Coelho & Cortesão foi o desenvolvimento de software dedicado à gestão de material, à medida das necessidades da empresa (Figura 13).



*Figura 13 - Layout Inicial do software de Gestão de Encomendas.*

### 3.2.1 Modo de Operação

De forma a entender o propósito do software, é necessário compreender o funcionamento do modo de operação: trata-se de um sistema estabelecido entre os projetistas e o responsável de armazém.

Cada projetista é responsável pelo desenvolvimento e planeamento de uma parte de cada projeto, por exemplo, a parte elétrica ou a parte pneumática. Dentro deste planeamento, o projetista também fica encarregue da escolha de material ou componentes (daqui em diante serão denominados como artigos), que vão compor o projeto em que está envolvido.

No fim do projetista determinar o tipo e a quantidade de artigos necessários, segue-se para o responsável de armazém que vai organizar todos os artigos pretendidos pelo projetista.

Porém, em várias situações, existem vários projetos em desenvolvimento ao mesmo tempo, e conseqüentemente, os projetistas terão vários projetos em mão, logo a necessidade de artigos será maior, o que se pode revelar numa gestão complicada para os responsáveis de armazém que têm de responder a vários pedidos de artigos ao mesmo tempo, o que pode afetar o desenvolvimento dos projetos.

Para melhorar esta gestão, foi desenvolvido um software que vai apoiar este sistema. O software gera e regista todos os pedidos de artigos, criados pelos utilizadores, ou seja, os projetistas. Ao fim de serem registados, os responsáveis de armazém consultam os pedidos efetuados, de forma a ter uma orientação mais simples e direta. Os estados dos pedidos são atualizados pelos responsáveis de armazém no software, de acordo com os vários estados que podem ocorrer como “Encomendado” ou “Recebido”, de modo a informar os projetistas.

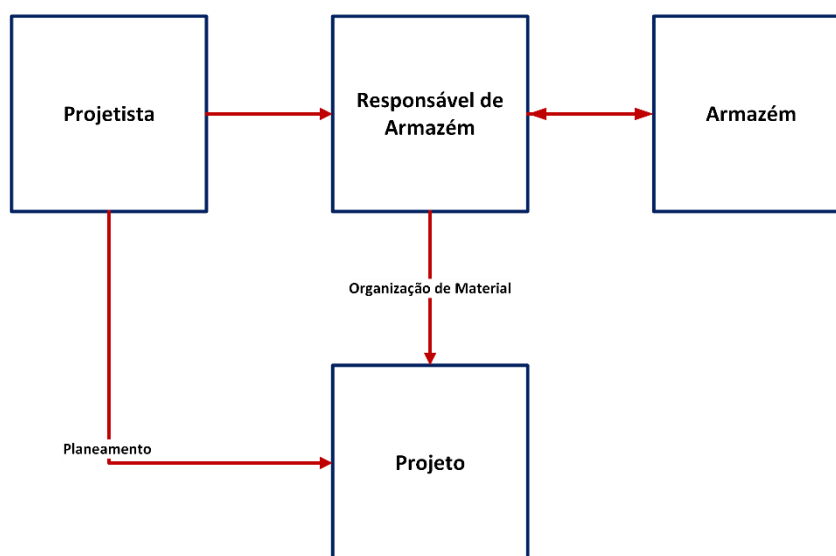


Figura 14 - Representação do Modo de Operação.

### 3.2.2 Requisitos da Empresa

O desenvolvimento deste software tem como objetivo de responder, essencialmente, aos aspetos que o modelo de operação de gestão de artigos anterior não conseguia responder.

Analisando, detalhadamente, os pontos fracos do modelo de operação anterior e reunindo com os futuros utilizadores de forma a compreender quais são os aspetos que pretendem que sejam garantidos pelo futuro modelo de operação (o software), foram retirados os seguintes requisitos necessários a ter em consideração no desenvolvimento do software:

- Controlar e visualizar, de forma simples, os artigos pretendidos de cada projeto inserido.
- Estabelecimento de uma base de dados responsável por registar todos os dados relativos aos artigos usados em cada projeto, como dados dos artigos ou histórico das atualizações de estado de cada pedido dos artigos pretendidos.
- As funcionalidades do software devem ser habilitadas aos utilizadores, de acordo com o nível de acesso de conta de cada utilizador.
- Desenvolvimento de funcionalidades que permitem selecionar materiais ou componentes nos projetos, através de, por exemplo, o suporte a softwares externos como o *Inventor*, da *Autodesk*, e o *Eplan Electric P8*, da *Eplan*, de forma a registar os componentes o mais automaticamente possível.
- O software tem de estar preparado para evitar a acumulação de informação idêntica: por exemplo, no caso dos dados de um determinado artigo, têm de ser únicos, sem a possibilidade da existência de duplicação de dados, ou de dados semelhantes que se referem a esse mesmo artigo.

Como dito anteriormente, grande parte destes aspetos que o software necessita responder, foram levantados com base no antigo modelo de operação da empresa, que se trata do uso de um ficheiro partilhado de Excel. Este método, não apresenta restrições aos seus utilizadores, o que, conseqüentemente, qualquer pessoa com acesso ao ficheiro pode manipular a sua informação, o que não fornece grande fiabilidade de uso. Este método também não consegue prevenir a acumulação de informação repetida, nem tem suporte aos softwares externos que a empresa procura.

### 3.2.3 Estabelecimento da Base de Dados

De forma a armazenar e a consultar os registos de artigos, de projetos e outros dados necessários para esta operação, o desenvolvimento do software foi aliado à criação de uma base de dados com o objetivo de responder a esse efeito. A base de dados deve comunicar com o software, de forma que este possa consultar e armazenar os dados pretendidos por cada utilizador.

Esta base de dados é composta por um esquema de 11 tabelas, cada uma com um propósito de armazenar dados distintos (ver Tabela 3).

*Tabela 3 - Especificação das Tabelas da base de dados.*

<b>Tabela</b>	<b>Função</b>
address	Inclui os dados de todos os locais possíveis para depositar o artigo pretendido, no momento do registo.
brands	Responsável por conter todos os fabricantes dos artigos inseridos
category	Contém os dados das categorias possíveis dos artigos.
entradas	É denominada como tabela principal, pois é aqui que estão contemplados todos os registos de artigos em projetos de cada utilizador, combinando a informação necessária das restantes tabelas que compõem esta base de dados.
history	É responsável por registar cada atualização do estado de cada artigo em cada projeto. Nesta tabela está presente a data em que foi realizado a atualização de estado, juntamente com o ID do respetivo estado e do registo.
obra	Armazena os dados de cada Projeto
ref	Armazena os dados dos artigos.
state	Contém todos estados possíveis no registo de um determinado artigo.
sub_obra	Armazena os dados de cada sub-projeto.
todeal	Serve como tabela temporária para os registos de artigos novos que não se encontram na tabela “ref” num determinado projeto.
users	Gere os dados de todos os utilizadores do software, como o nível de acesso de cada utilizador.

Dentro desta Base de Dados existem casos de dependência entre tabelas, isto é, os dados de uma tabela estão dependentes de uma outra determinada tabela, como é caso da tabela “sub\_obra” em que os seus dados dependem dos dados da tabela “obra”.

Estes tipos de dependências foram estabelecidos, visto que há determinados dados de uma determinada tabela que apenas devem existir na presença de outros dados de uma outra determinada tabela, ou seja, há dados que estão subjacentes a outros dados. Voltando ao caso dos dados da tabela “sub\_obra”, como esta tabela refere-se ao conteúdo dos sub – projetos da empresa, não faz sentido haver dados

de um sub – projeto sem os dados do projeto principal referente, uma vez que, dentro da empresa, não é possível haver sub – projetos sem projetos.

Estas tabelas são, por sua vez, usadas pelo software, que tem a capacidade de estabelecer uma conexão entre as tabelas existentes, para que cada utilizador tenha a possibilidade de consultar, alterar e inserir a informação necessária.

### 3.2.4 Base de Dados: Relacionamento das Ligações do Diagrama Entidade – Relacionamento

Após definir as tabelas para a Base de Dados, apresentadas anteriormente, procedeu-se ao estabelecimento das ligações necessárias entre as tabelas, através da conexão entre parâmetros, ou seja, colunas, das tabelas envolvidas. No fim de estabelecer as ligações pretendidas, foi gerado o Diagrama Entidade – Relacionamento da Figura 15.

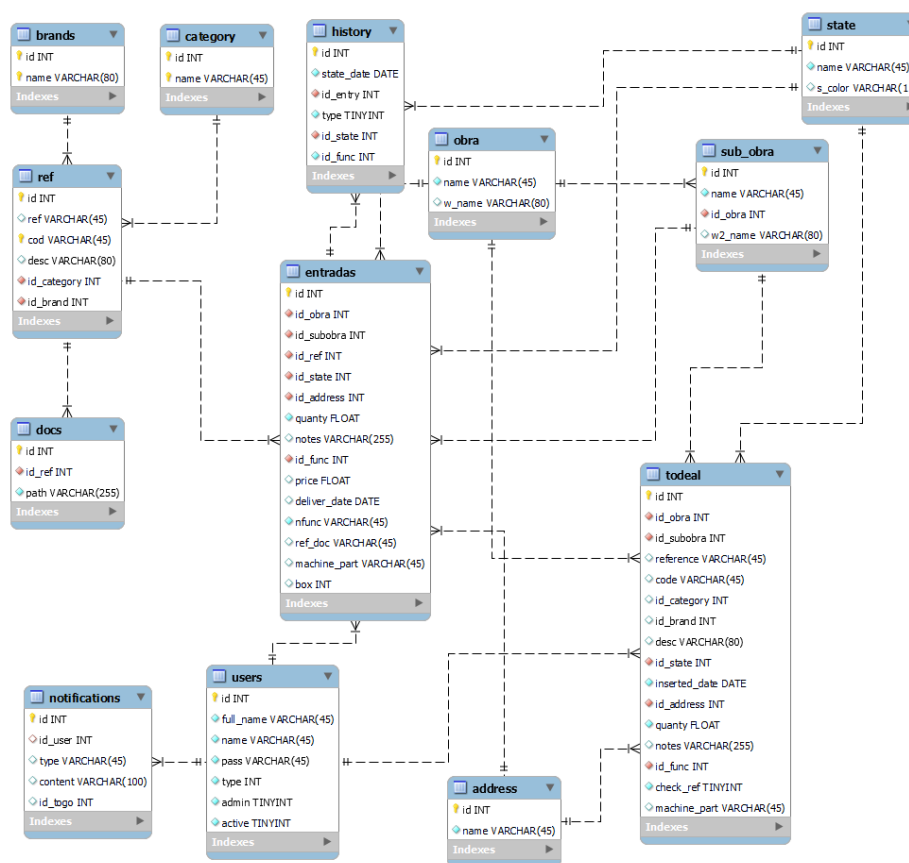


Figura 15 - Diagrama Entidade – Relacionamento da Base de Dados.

As ligações das relações das tabelas interligadas seguem o raciocínio descrito até ao final da presente secção.

### **Ligação Tabela “ref” – Tabela “brands”:**

Um determinado fabricante, que se encontra na tabela “brands”, pode estar associada a vários artigos armazenados em “ref”, porém o contrário não acontece, ou seja, um artigo não pode estar associado a mais do que um fabricante.

### **Ligação Tabela “ref” – Tabela “category”:**

Esta ligação define que cada artigo deve estar associado a um único tipo de categoria, que está presente na tabela “category”, como “Elétrico” ou “Pneumático”, como também que uma determinada categoria pode estar associada aos vários artigos armazenados.

### **Ligação Tabela “obra” – Tabela “sub\_obra”:**

A ligação define que cada sub – obra, ou sub – projeto, deve estar a associado a um único projeto, ou seja, obra. Porém, é bastante comum que um determinado projeto contenha vários sub – projetos, o que é suportado a partir desta ligação.

### **Ligação Tabela “sub\_obra” – Tabela “entradas” / Tabela “sub\_obra” – Tabela “todeal”:**

Ambas as ligações definem que os sub – projetos (consequentemente, também os projetos correspondentes) podem estar associados a vários registos de artigos. Tanto a tabela “entradas”, como a tabela “todeal” têm os registos de artigo associados exclusivamente aos sub – projetos contidos na tabela “sub\_obra”.

### **Ligação Tabela “state” – Tabela “entradas” / Tabela “state” – Tabela “todeal”:**

Ambas as ligações definem que os estados dos registos podem estar a associados a vários registos de artigos. Tanto a tabela “entradas”, como a tabela “todeal” têm os registos de artigo associados exclusivamente aos estados contidos na tabela “state”.

### **Ligação Tabela “state” – Tabela “history”:**

Cada atualização de estado de um determinado registo da tabela “entradas” é assinalada pela tabela “history”. Consequentemente, esta ligação define que os estados atualizados registados na tabela “history”, são dependentes da tabela “state”, tal como acontece nos casos das ligações entre as tabelas “state” e “entradas” ou “state” e “todeal”.

### **Ligação Tabela “entradas” – Tabela “history”:**

Esta ligação estabelece que um determinado registo de um artigo pode estar associado a várias atualizações de estado. Porém cada atualização de estado, apenas tem associado um único registo.

### **Ligação Tabela “users” – Tabela “entradas” / Tabela “users” – Tabela “todeal”:**

A ligação indica que cada utilizador pode estar associado a vários registos de artigos no sistema, tanto para o caso dos registos da tabela “entradas”, como para a tabela “todeal”. Cada registo apenas tem um utilizador associado.

### **Ligação Tabela “address” – Tabela “entradas” / Tabela “address” – Tabela “todeal”:**

A ligação estipula que cada registo da tabela “entradas” e da tabela “todeal” devem estar associados a um único parâmetro contido na tabela “address”, enquanto os parâmetros desta tabela podem estar associados a vários registos da tabela “entradas” ou “todeal”.

### **Ligação Tabela “category” – Tabela “todeal”:**

A ligação tem a mesma base de funcionamento da ligação entre as tabelas “category” e “ref”: como a tabela “todeal” contém registos de artigos que não se encontram armazenado no sistema, é necessário identificar a categoria deste registo temporário para se proceder tanto ao registo efetivo do artigo na tabela “ref”, como na tabela “entradas”, logo cada registo temporário tem de estar associado a uma única categoria da tabela “category”.

### 3.2.5 Estabelecimento dos níveis de acesso

Como dito anteriormente, a implementação de níveis de acesso tem o objetivo de autorizar, o acesso às diferentes funcionalidades que o software oferece, não se trata de uma forma de “proibir” os seus utilizadores, mas sim de distribuir as diferentes funções aos devidos responsáveis.

Atualmente, estão definidos três tipos de utilizador: Responsável de Armazém, Projetista e Modo de Leitura.

O Responsável de Armazém, o nível máximo de acesso, tem todas as funcionalidades habilitadas, visto que tem de gerir todo o material que entra no armazém, quer seja destinado para projetos ou para stock. É o único tipo de utilizador capaz de alterar os registos de artigos realizados por utilizadores de níveis de acesso inferiores ou iguais ao seu, sem restrições. Este tipo de atualização trata-se de alterações relativas aos artigos, como a quantidade, a troca por outro artigo, alteração do destino do artigo, quer seja para stock ou para outro projeto, alteração do seu estado, ou até mesmo eliminar os registos dos artigos nos projetos.

O Projetista, o nível intermédio de acesso, concede apenas acesso às funcionalidades que permitem cada utilizador gerir apenas os artigos que é responsável, ou, também nos registos de artigos realizados por um determinado utilizador do mesmo nível de acesso que concedeu permissão para efetuar alterações nos seus registos pelos utilizadores que selecionou.

O Modo de Leitura não possui qualquer funcionalidade disponível, apenas consegue visualizar as entradas de novos artigos para projetos ou para stock realizadas pelos utilizadores com nível de acesso superior. Também não é possível associar este tipo de utilizador a nenhum registo por via dos Responsáveis de Armazém.

### 3.2.6 Informação dos registos

Dentro do Software foi estabelecido um único formato para a criação de cada registo de artigos em projetos, que consiste na composição dos dados da Tabela 4.

*Tabela 4 - Definição da Tabela de Registos.*

	<b>Coluna</b>	<b>Significado</b>
<b>Projeto</b>	<b>Obra</b>	Indica o projeto.
	<b>Sub - Obra</b>	Indica a parte do projeto (exemplo: parte elétrica ou pneumática).
	<b>Parte – Máquina</b>	Indica a Máquina/Sistema/Estrutura onde se pretende aplicar o artigo solicitado.
<b>Artigo</b>	<b>Referência</b>	Referência externa de cada artigo, atribuída pelo fabricante ou vendedor.
	<b>Código</b>	Indica a referência interna que é atribuída pela empresa a cada artigo.
	<b>Descrição</b>	Designação atribuída ao artigo pretendido.
	<b>Fabricante</b>	Indica o nome do fabricante ou marca que desenvolveu o artigo.
	<b>Categoria</b>	Representa o tipo de categoria que a empresa atribui a cada artigo, como “Elétrico” ou “Pneumático”.
	<b>Quantidade</b>	Indica a quantidade total pretendida de cada artigo
<b>Artigo</b>	<b>Local de Armazenamento</b>	Indica o local onde se pretende armazenar o artigo pretendido.
	<b>Estado</b>	Indica o estado do artigo pretendido, como “Espera” ou “Encomendado”. Dependendo do stock ou da urgência do artigo necessário. Não tem uma ordem sequencial definida de estados.
	<b>Data de Entrega</b>	Indica a possível data a partir da qual o artigo está disponível, caso seja necessário encomendá-lo.
	<b>Custo Estimado (€)</b>	Indica o custo estipulado de cada artigo.
	<b>Data</b>	Indica a data da última atualização do estado do artigo.
	<b>Notas</b>	Informação adicional do artigo pretendido.

Na ausência ou na omissão de dados não essenciais, como o caso das notas ou a data de entrega, num determinado registo é simbolizado nas suas respetivas colunas por “N.D.”, que equivale a “Não Definido”.

### 3.2.7 Registo dos Pedidos

Para registar os pedidos no software existem dois métodos: manual ou automático.

#### Modo Manual

O modo manual trata-se de um formulário que cada utilizador deve preencher, em que é solicitado ao utilizador o artigo pretendido, dentro dos disponíveis na base de dados, que pode ser pesquisado a partir do código interno, ou a referência, ou a descrição associada ao artigo pretendido, como é possível verificar na Figura 16. É também solicitado ao utilizador que indique a quantidade relativa ao artigo pretendido, e o projeto a que se destina, ou seja, a Obra e a Sub - Obra.

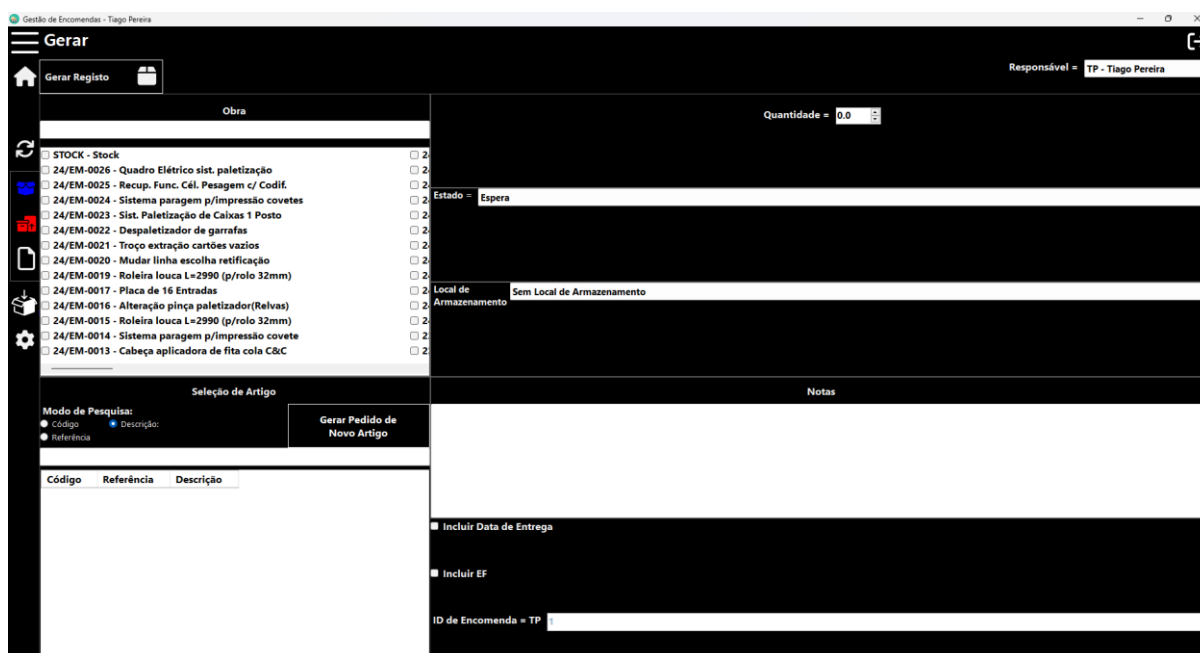


Figura 16 - Registo de Artigos em Projetos (Modo Manual).

O método manual não está limitado apenas à seleção de artigos provenientes da Base de Dados, também é possível registar artigos que não estão contidos nesta. Para esta situação é pedido ao utilizador que insira pelo menos uma descrição e a categoria do artigo pretendido nos campos indicados na Figura 17.

Seleção de Artigo		Fabricante		
Referência =	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Novo Fabricante	<input type="checkbox"/> Campsteel	<input type="checkbox"/> Fabory
Código =	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> 3M	<input type="checkbox"/> CasaDelCusci.	<input type="checkbox"/> FERROM
Descrição =	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> ADC	<input type="checkbox"/> CCRE	<input type="checkbox"/> Festo
Categoria =	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> AIRON	<input type="checkbox"/> Cinov	<input type="checkbox"/> FFONSEC
		<input type="checkbox"/> Aliexpress	<input type="checkbox"/> Codimar	<input type="checkbox"/> Fitembal
		<input type="checkbox"/> Ammeraal Beltech	<input type="checkbox"/> CTM	<input type="checkbox"/> Gamavuc
		<input type="checkbox"/> Andradinox	<input type="checkbox"/> Datalogic	<input type="checkbox"/> GEWISS
		<input type="checkbox"/> ASSMANN WSW	<input type="checkbox"/> Datasensing	<input type="checkbox"/> Ghirri
		<input type="checkbox"/> Auxind	<input type="checkbox"/> Delta	<input type="checkbox"/> HELUKAE
		<input type="checkbox"/> bcr	<input type="checkbox"/> drai	<input type="checkbox"/> IGUS
		<input type="checkbox"/> Bonfiglioli	<input type="checkbox"/> ELESA	<input type="checkbox"/> Imporsez
		<input type="checkbox"/> Brevetti	<input type="checkbox"/> Elle.gi	<input type="checkbox"/> ISB
		<input type="checkbox"/> C&C	<input type="checkbox"/> EQUBE	<input type="checkbox"/> KMS
		<input type="checkbox"/> Camozzi Automation	<input type="checkbox"/> EUROBELT	<input type="checkbox"/> Lapp

Figura 17 - Registo de Artigos não armazenados na Base de Dados (Modo Manual).

Os campos referentes ao nome e à categoria do artigo são obrigatórios para os utilizadores os inserirem, os restantes podem ser ignorados. No fim deste processo, o registo não é feito, mas é realizado um pedido de registo. Este pedido é enviado para os Responsáveis de Armazém.

Dentro do processo do pedido de registo, podem ocorrer duas situações: caso se trate de um artigo que está registado na base de dados, basta inserir o código interno correspondente para proceder ao registo do pedido. Caso se trate de um artigo novo, o responsável de armazém deve verificar se a informação agregada do artigo está correta e completar a que faltar, por fim deve ser atribuído um novo código para proceder ao registo, bem como o registo deste novo artigo na base de dados, de forma a estar disponível para um próximo registo, evitando este processo para os próximos registos em projetos do artigo em questão.

As informações de Estado, Local de Armazenamento, e o ID do Registo, têm valores predefinidos, mas podem ser alterados caso o utilizador pretenda, embora o ID tem de ser um valor distinto para cada registo, o qual é atribuído automaticamente, caso contrário não será possível gerar o registo. Já as restantes informações, como as notas, são tratadas como dados adicionais, que não requerem a presença de informação.

Os projetistas apenas conseguem gerar registos em seu nome, isto é, estão limitados a associar os registos à sua própria conta, enquanto os Responsáveis de Armazém podem associar registos às diferentes contas do sistema.

## Modo Automático

O modo automático, destina-se, essencialmente, aos utilizadores que usam os softwares *Eplan Electric P8* ou *Inventor*, que são softwares usados pelos projetistas para o planeamento da parte elétrica e pneumática dos projetos, respetivamente. Após o planeamento efetuado em cada um destes softwares de engenharia, ambos conseguem gerar relatórios com base na informação de todos os artigos selecionados previamente em cada um dos softwares e a que projeto se destinam.

Após gerar o relatório de cada uma das partes, o software de gestão consegue ler estes relatórios e gerar automaticamente os registos necessários, de acordo com este tipo de relatórios, o que acaba por se torna num processo mais rápido para os projetistas comparativamente com o método manual. Este método é possível, visto que ambos os relatórios são gerados a partir de um modelo, previamente definido, em cada um dos softwares usados, o que torna viável o uso destes relatórios para o software de gestão, através do desenvolvimento de processos adaptados à leitura de cada um dos relatórios - modelos dos dois softwares.

Obra	Sub-Obra	Parte - Máquina	Estado	Categoria	Fabricante	Código	Referência	Designação	Notas	Quantidade
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DS8VKC06024	SBVK-C06024	Fonte alim. SBVK-C06024 2.5A	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DS8VKC12024	SBVK-C12024	Fonte de Alimentação 120 W/ 24 V/ 5A	N.D.	2
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DWESSD0550	SDI550	Switch 5 portas WES SDI-550 Omron	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DCP1EM4001	CP1L-EM40DT1-D	Automato CP1L-EM40DT1-D Omron	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DCP1W40EDT1	CP1W-40EDT1	Modulo CP1W-40EDT1 OMRON	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Schneider Electric	MS.DF103	DF103	Porta Fusivel 10x38 3P 32A	N.D.	3
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Schneider Electric	MS.D06AM	A9F79106	Disjuntor iC60N 1P 6A C A9F79106	N.D.	3
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Schneider Electric	MS.A9F74102	A9F74102	Disjuntor iC60N 1P 2A C A9F74102	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.7KNG180124D	7KNG-18-01 24D	Contactora 7.5kW/18A/AC3 1NF DC	N.D.	2
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DG95PN105	GRSP-N105	Modulo Segurança GRSP-N105 OMRON	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.G2RV-SR70024	G2RV-SR700 24VDC	Relé G2RV-SR700 24Vdc OMRON	N.D.	18
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Schneider Electric	MS.A9F79210	A9F79210	Disjuntor iC60N 2P 10A C A9F79210	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.7KNG140124	7KNG-14-01 24D	Contactora 5.5kW/14A/AC3 1NF DC	N.D.	2
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.77KNB1E2	77KNB-1E2	Térmico 0.8A - 1.2A Omron	N.D.	2
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera		OMRON		J1000-JZ40P4BAA		N.D.	3
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera		OMRON		A1000-FV3010-RE		N.D.	2
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Delta	DE.DEM0028	ASD-A2-0421-M	Servo Drive Delta 400W V220	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Delta	DE.DEM0037	ASD-A2-1543-M	Servo Drive Delta 1500W V400	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DF115105SE	R8BA-F115105-SE	Filtro 400W R8BA-F115105-SE Omron	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Omron	O.DREM00K610D	AX-REM00K6100-IE	Resistência trav. AX-REM00K6100-IE	N.D.	2
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Schneider Electric	MS.A8A15310	A8A15310	Tomada 2P+T 10-16A 250V Calha Din	N.D.	1
24/EM-0026	24/FE-0064	N.D.	Espera	Elétrico	Aliexpress	#MDR001	DST-1R2P-H	Placa conversor encoder 2ch 5-24V	N.D.	2

Figura 18 - Importação de um relatório de material gerado pelo EPLAN ou do Inventor.

O exemplo da Figura 18 ilustra a importação de um relatório de material gerado pelo Eplan. Neste processo o software faz a listagem de cada componente escolhido e a sua respetiva quantidade, já as informações das colunas como da “Parte – Máquina”, “Estado” ou “Notas” é o software que as complementa automaticamente. Por definição a “Parte – Máquina” e as “Notas” apresentam o valor “N.D.” e a coluna

do “Estado” contém o estado de “Espera”, porém os valores das respetivas colunas podem ser alterados pelo utilizador.

O código interno da empresa, representado pela coluna “Código”, tem uma componente adicional, comparativamente às restantes informações de cada registo, visto que a sua informação consegue influenciar os campos relativos à informação de cada componente: a “Categoria”, “Fabricante”, “Código” e “Referência”.

Os dados de cada componente que estão armazenados na base de dados da empresa, referem-se às informações da sua categoria, fabricante e à referência externa, e estão agrupados a partir de uma chave primária, o código interno, para o registo distinto. Ao submeter um relatório que apresenta componentes com os códigos internos que fazem correspondência com os da Base de Dados, o software deteta estes componentes e vai alterar ou complementar as informações associadas de cada componente com as informações armazenadas na Base de Dados.

A razão de se dar preferência às informações da base de dados e não aos dados dos relatórios, serve para prevenir a importação de informação incorreta e a acumulação de informação desnecessária ou idêntica, conservando, assim, apenas a informação essencial e distinta de cada componente na base de dados.

No caso das situações em que não se verifica a correspondência do código de um determinado componente do relatório com os da base de dados, ou a falta de informação essencial de um determinado componente, o processo de importação destes componentes continua a ser efetuado, porém antes de proceder ao registo, é realizado o mesmo pedido de registo mencionado anteriormente no método manual.

Para que o processo de importação e registo dos pedidos de componentes dos relatórios ocorra sem a necessidade de passar pelo processo do pedido de registo é necessário complementar as informações de cada componente selecionado nos softwares de projeto, tanto no Eplan como no Inventor, com o código interno da empresa, de forma a que o software efetue a correspondência de todos os componentes com os códigos registados nos relatórios gerados com as informações da base de dados de cada artigo, caso contrário este processo vai sempre ocorrer.

O fluxograma na Figura 19 resume o processo de importação e registo dos componentes de relatórios gerados no *Eplan* e *Inventor*.

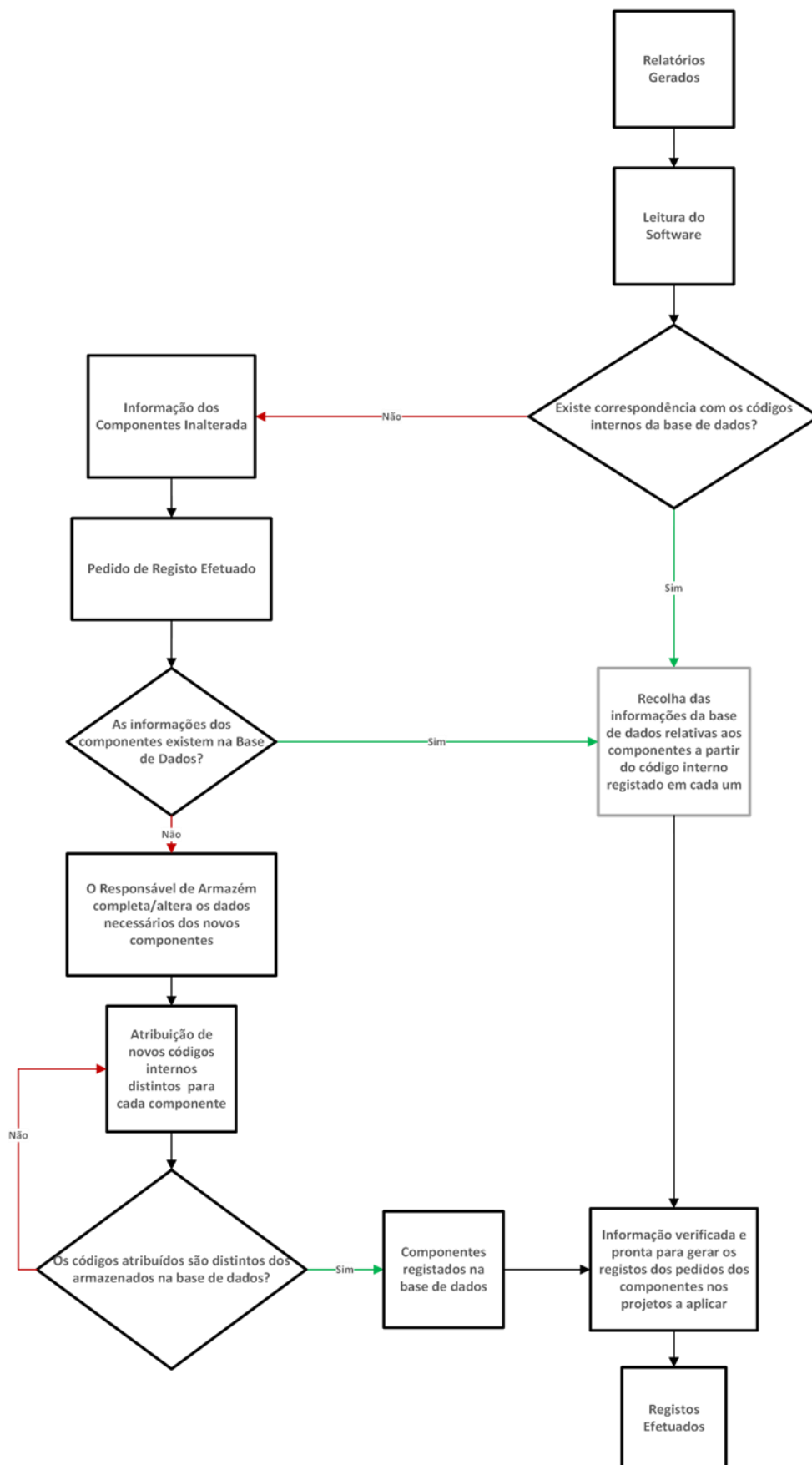


Figura 19 - Fluxograma do procedimento de importação de um relatório do EPLAN ou do Inventor.

## 4 Conclusões

O presente relatório é o resumo dos trabalhos elaborados durante o estágio. Este tempo representou um período de adaptação ao mercado de trabalho e permitiu trabalhar em equipa e de forma autónoma. Os projetos descritos são aqueles onde o estagiário alocou mais horas.

A primeira parte do relatório é dedicada ao projeto e aos elementos que o influenciam, direcionando o seu contexto ao projeto em engenharia.

A metodologia a adotar nos projetos deve ter em consideração os tipos de projetos que são abordados, bem como o melhor que se adapta à equipa do projeto e às necessidades e requisitos das partes interessadas de cada projeto. Não se pode considerar uma determinada metodologia como universal, porém cada processo envolvente deve estar bem definido. Independentemente da metodologia implementada, a gestão de um determinado projeto deve compreender os mesmos fatores como os riscos, os objetivos, o nível de sucesso ou os custos de cada projeto.

No subcapítulo seguinte, foca a segurança industrial, que é definida como um elemento que deve e tem uma forte influência no projeto em engenharia, com base normas e diretivas, como a 2006/42/CE. Consequentemente, a segurança entra como um fator fulcral no desenvolvimento de projetos, que entra em aspetos como o cumprimento de normas, requerimentos de produção ou o nível de manutenção.

No último capítulo da primeira parte, é abordado diferentes sistemas industriais e de controlo, detalhando mais em específico o PLC, pois tem um papel fulcral nos sistemas de automação e também foi essencial no desenvolvimento da segunda parte do relatório.

A segunda parte é reservada à parte prática do relatório, onde são descritos os projetos desenvolvidos durante o estágio na empresa Coelho & Cortesão: Aplicador Automático de Etiquetas e um Software de Apoio à Gestão de Projetos.

O aplicador automático de etiquetas surge da necessidade de uma empresa – cliente, que pretende atualizar o seu modelo de operação, por um sistema que gere, autonomamente, a elaboração e aplicação de etiquetas.

O desenvolvimento do aplicador automático de etiquetas foi desenhado com base nas necessidades e requisitos da Empresa – Cliente, que foram expostos através de entrevistas com o cliente de forma a compreender o seu método de produção e identificar possíveis soluções.

O sistema é, essencialmente, composto por: quadro elétrico, torre, software e sensores fotoelétricos retrorrefletores.

O quadro elétrico contém os componentes essenciais para o sistema, como o PLC que é responsável por ler os sinais emitidos pelos dispositivos de entradas e

atuar em forma de resposta nos dispositivos de saída, de acordo com o programa instruído.

A torre suporta o mecanismo de etiquetagem e a sua deslocação vertical de forma a aplicar as etiquetas nas posições pretendidas dos produtos.

Os sensores fotoelétricos retrorrefletores encontram-se distribuídos em pontos estratégicos ao longo do circuito de passadeiras, que faz o transporte dos produtos, do sistema.

O software é a interface que permite ao operador controlar a gestão de etiquetagem do sistema e responsável por elaborar os dados inseridos nas etiquetas. Esta interface estabelece comunicação com o PLC, que é vital para o funcionamento do sistema, visto que há troca de informações entre estes dois elementos:

- o software necessita de recolher informação do PLC para informar ao operador a posição dos artigos em circulação no sistema de passadeiras e para verificar a existência de pedidos de elaboração de etiquetas. A determinação da posição dos artigos que se encontram no circuito de passadeiras advém dos sinais emitidos dos sensores fotoelétricos para o PLC. Já no caso dos pedidos de elaboração de etiquetas, têm como propósito de preparar o conteúdo da etiqueta quando um determinado artigo se encontre no local de etiquetagem.
- o PLC necessita do software para obter informação sobre as cotas de aplicação das etiquetas nos artigos que se encontram em circulação e para associar os sinais emitidos dos sensores fotoelétricos aos artigos pretendidos pelo operador.

O Software de Apoio à Gestão de Projetos, foi criado, para a empresa, no sentido de melhorar a gestão dos materiais ou componentes necessários aos projetos.

O Software funciona como uma ponte entre os projetistas e os responsáveis de armazém. O projetista é responsável por projetar uma determinada parte de um projeto, como a parte elétrica ou pneumática, em que envolve a seleção de artigos (materiais ou componentes) necessários para o seu desenvolvimento. Esta requisição de materiais é organizada entre o projetista e o Responsável de Armazém.

As diferentes funcionalidades do software foram desenvolvidas de acordo com as seguintes necessidades e requisitos dos utilizadores:

- Modo de Apresentação: a apresentação dos registos dos artigos pretendidos para uma determinada deve respeitar um formato, semelhante para o modelo de operação anterior, de forma que o utilizador tenha uma aprendizagem rápida relativamente ao funcionamento do software.
- Níveis de Acesso: estes níveis influenciam as diferentes funcionalidades e operações que cada utilizador está habilitado dentro do software. Foram estipulados três tipos de utilizadores, Responsável de Armazém,

Projetista e Modo de Leitura, que correspondem ao Modo de Acesso Máximo, Médio e Mínimo, respetivamente.

- Base de Dados: tem como função armazenar os dados relativos a todos os registos dos artigos requeridos por cada utilizador, bem como os dados associados como os dados dos projetos, dados do histórico de atualizações de estados de registos ou os dados dos artigos.
- Modo de registo: o software tem a capacidade de ler os relatórios produzidos por outros dois softwares, o *Eplan Eletric* e o *Inventor*, usados pelos projetistas para o desenvolvimento de projetos. Estes relatórios contêm a informação da quantidade necessária de cada artigo usado no desenvolvimento de cada um dos softwares. Com a leitura destes relatórios, o software consegue registar automaticamente todos os artigos, que estejam presentes em cada relatório, a sua quantidade, bem como associá-los ao projeto.

O estágio curricular permitiu um desenvolvimento e consolidação dos conhecimentos adquiridos do percurso académico do autor, sobretudo os conhecimentos relativos às áreas de automação e programação.

O trabalho realizado na Coelho & Cortesão, possibilitou ao autor desenvolver várias competências específicas no campo da automação e da gestão de projetos. O contacto com clientes e a interação com colegas de trabalho conferiram o desenvolvimento para novas abordagens, bem a aquisição de competências de trabalho em equipa.

Como balanço, considera-se cumpridos os principais objetivos do estágio, tendo sido uma aprendizagem muito enriquecedora e importante.

#### 4.1 Trabalhos Futuros

No intuito de melhorar um futuro sistema automático de etiquetagem, sugerem-se as seguintes recomendações:

- **Atualização da Interface:** o software encontra-se instalado num computador convencional, o que para o ambiente industrial, como a presença de sujidade, não é o mais indicado. Recomenda-se a atualização para uma HMI de características industriais.
- **Reconhecimento dos artigos por RFID:** através da implementação de etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification*) nos artigos e de sensores capazes de realizar a sua leitura, é possível identificar automaticamente os artigos em circulação, sem a necessidade da intervenção do operador.

Durante o uso do Software de Apoio à Gestão de Projetos, verificou-se que a disponibilização do stock de armazém, poderia permitir aos projetistas uma escolha mais rápida ou filtração dos artigos, de acordo com o stock disponível. Face a este tipo de situações sugere-se a integração do software com a gestão de stock em tempo real, de forma a informar os projetistas da disponibilidade dos artigos.

Também ainda dentro da gestão de stock, no caso de rotura de stock de um determinado artigo, o software poderá estar capacitado para sugerir artigos alternativos, utilizando, por exemplo, uma base de dados que armazene dados de artigos alternativos ou equivalentes.

## Referências

- [1] N. J. Smith, *Engineering Project Management*, 2º ed., Oxford: Blackwell Science, 2002.
- [2] G. E. Dieter e L. C. Schmidt, *Engineering design*, 4º ed., New York: McGraw Hill Higher Education, 2009.
- [3] C. Oliveira, A. Tereso e G. Fernandes, "PMO Conceptualization for Engineering and Construction Businesses," *Procedia Computer Science*, vol. 121, pp. 592-599, 2017.
- [4] B. Hobbs e . M. Aubry, "A Multi-Phase Research Program Investigating Project Management Offices (PMOS): The Results of Phase 1," *Project Management Journal*, vol. 38, nº 1, pp. 74-86, 2007.
- [5] C. Pupaza, M. Tulpan, E. Grigorie, N. D. Fita, R. N. Visan e R. Herbei, "Implementation of integrated industrial security management in critical energy infrastructures," em *2022 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, Prague, Czech Republic, 2022.
- [6] M. A. Branquinho, J. Seidl, L. C. de Moraes, T. B. Branquinho e J. J. de Azevedo, *Segurança de Automação Industrial e SCADA*, 1º ed., Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2014.
- [7] R. L. Krutz, *Industrial Automation and Control Systems Security Principles*, 2º ed., International Society of Automation, 2016.
- [8] Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, "DIRECTIVA 2006/42/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 17 de Maio de 2006 relativa às máquinas e que altera a Directiva 95/16/CE (reformulação)," *Jornal Oficial da União Europeia*, pp. 24-86, 2006.
- [9] British Standards Institution, "Safety of machinery - Electrical equipment of machines," BSI Standards Limited, 2018.
- [10] European Committee for Standardization, "Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles (ISO 13849-1:2006)," 2008.
- [11] IEEE Power Engineering Society, "IEEE Standard for SCADA and Automation Systems," *IEEE Std C37.1-2007*, pp. 1-143, 8 maio 2008.
- [12] B. Galloway e G. P. Hancke, "Introduction to Industrial Control Networks," *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, vol. 15, nº 2, pp. 860 - 880, 2013.
- [13] W. Bolton, *Programmable Logic Controllers*, 4º ed., Oxford: Elsevier Newnes, 2006.

- [14] Omron, “Technical Explanation for Programmable Controllers,” Omron, 2019.
- [15] C. M. Ahmed, J. Zhou, M. Ochoa e A. Mathur, “Scanning the Cycle: Timing-based Authentication on PLCs,” em *ASIA CCS '21*, Hong Kong, 2021.
- [16] Omron, Mini H-type PCs: C20H, C28H, C40H, and C60H Programmable Controllers, Omron, 1990.
- [17] Cisco; Rockwell Automation, Converged Plantwide Ethernet (CPwE) Design and Implementation Guide, Cisco, 2011.

## Anexos

### Anexo I – Excerto do Código da Atualização de Artigo do Sistema de Etiquetagem Automático

```

288 Next
289 Else
290 If check_sccc.Checked Then
291 For i = 0 To lt_length - 1
292 cmd.CommandText = "Select letter from label where ucase(artg) = '" + UCase(new_artg) + "' and active = true and manual = false and ucase(line) = '" + ref_line(i) + "'"
293 myreader = cmd.ExecuteReader
294 myreader.Read()
295 If myreader.HasRows Then
296 lt = myreader("letter")
297 myreader.Close()
298 cmd.CommandText = "Update label set h_down = " & h_down & ", h_up = " & h_up & " where letter = '" + lt + "'"
299 cmd.ExecuteNonQuery()
300 Else
301 myreader.Close()
302 cmd.CommandText = "Select min(letter) as min_l from label where active = false and manual = false and UCASE(letter) <> 'M' and UCASE(letter) <> 'L'"
303 myreader = cmd.ExecuteReader
304 myreader.Read()
305 If Not myreader.IsDBNull(myreader.GetOrdinal("min_l")) Then
306 lt = UCase(myreader("min_l"))
307 myreader.Close()
308 cmd.CommandText = "Update label set artg = '" + new_artg + "', h_down = " & h_down & ", h_up = " & h_up & ", active = true, line = '" + ref_line(i) + "' where UCASE(le
309 cmd.ExecuteNonQuery()
310 Else
311 myreader.Close()
312 cmd.CommandText = "Select max(letter) as max_l from label where active = true and UCASE(letter) <> 'M' and UCASE(letter) <> 'L'"
313 myreader = cmd.ExecuteReader
314 myreader.Read()
315 lt = UCase(Chr(Asc(myreader("max_l")) + 1))
316 myreader.Close()
317 cmd.CommandText = "Insert into label(letter, artg, h_down, h_up, active, line, manual)
318 values('" + lt + "','" + new_artg + "'," & h_down & ", " & h_up & ", true, '" + ref_line(i) + "', false)"
319 cmd.ExecuteNonQuery()
320 End If
321 End If
322 End If
323 End If
324 End If
325 End If
326 End If
327 End If
328 End If
329 End If
330 End If
331 End If
332 End If
333 End If
334 End If
335 End If
336 End If
337 End If
338 End If
339 End If
340 End If
341 End If
342 End If
343 End If
344 End If
345 End If
346 End If
347 End If
348 End If
349 End If
350 End If
351 End If
352 End If
353 End If
354 End If
355 End If
356 End If
357 End If
358 End If
359 End If
360 End If
361 End If
362 End If
363 End If
364 End If
365 End If
366 End If
367 End If
368 End If
369 End If
370 End If
371 End If
372 End If
373 End If
374 End If
375 End If
376 End If
377 End If
378 End If
379 End If
380 End If
381 End If
382 End If
383 End If
384 End If
385 End If
386 End If
387 End If
388 End If
389 End If
390 End If
391 End If
392 End If
393 End If
394 End If
395 End If
396 End If
397 End If
398 End If
399 End If
400 End If
401 End If
402 End If
403 End If
404 End If
405 End If
406 End If
407 End If
408 End If
409 End If
410 End If
411 End If
412 End If
413 End If
414 End If
415 End If
416 End If
417 End If
418 End If
419 End If
420 End If
421 End If
422 End If
423 End If
424 End If
425 End If
426 End If
427 End If
428 End If
429 End If
430 End If
431 End If
432 End If
433 End If
434 End If
435 End If
436 End If
437 End If
438 End If
439 End If
440 End If
441 End If
442 End If
443 End If
444 End If
445 End If
446 End If
447 End If
448 End If
449 End If
450 End If
451 End If
452 End If
453 End If
454 End If
455 End If
456 End If
457 End If
458 End If
459 End If
460 End If
461 End If
462 End If
463 End If
464 End If
465 End If
466 End If
467 End If
468 End If
469 End If
470 End If
471 End If
472 End If
473 End If
474 End If
475 End If
476 End If
477 End If
478 End If
479 End If
480 End If
481 End If
482 End If
483 End If
484 End If
485 End If
486 End If
487 End If
488 End If
489 End If
490 End If
491 End If
492 End If
493 End If
494 End If
495 End If
496 End If
497 End If
498 End If
499 End If
500 End If
501 End If
502 End If
503 End If
504 End If
505 End If
506 End If
507 End If
508 End If
509 End If
510 End If
511 End If
512 End If
513 End If
514 End If
515 End If
516 End If
517 End If
518 End If
519 End If
520 End If
521 End If
522 End If
523 End If
524 End If
525 End If
526 End If
527 End If
528 End If
529 End If
530 End If
531 End If
532 End If
533 End If
534 End If
535 End If
536 End If
537 End If
538 End If
539 End If
540 End If
541 End If
542 End If
543 End If
544 End If
545 End If
546 End If
547 End If
548 End If
549 End If
550 End If
551 End If
552 End If
553 End If
554 End If
555 End If
556 End If
557 End If
558 End If
559 End If
560 End If
561 End If
562 End If
563 End If
564 End If
565 End If
566 End If
567 End If
568 End If
569 End If
570 End If
571 End If
572 End If
573 End If
574 End If
575 End If
576 End If
577 End If
578 End If
579 End If
580 End If
581 End If
582 End If
583 End If
584 End If
585 End If
586 End If
587 End If
588 End If
589 End If
590 End If
591 End If
592 End If
593 End If
594 End If
595 End If
596 End If
597 End If
598 End If
599 End If
600 End If
601 End If
602 End If
603 End If
604 End If
605 End If
606 End If
607 End If
608 End If
609 End If
610 End If
611 End If
612 End If
613 End If
614 End If
615 End If
616 End If
617 End If
618 End If
619 End If
620 End If
621 End If
622 End If
623 End If
624 End If
625 End If
626 End If
627 End If
628 End If
629 End If
630 End If
631 End If
632 End If
633 End If
634 End If
635 End If
636 End If
637 End If
638 End If
639 End If
640 End If
641 End If
642 End If
643 End If
644 End If
645 End If
646 End If
647 End If
648 End If
649 End If
650 End If
651 End If
652 End If
653 End If
654 End If
655 End If
656 End If
657 End If
658 End If
659 End If
660 End If
661 End If
662 End If
663 End If
664 End If
665 End If
666 End If
667 End If
668 End If
669 End If
670 End If
671 End If
672 End If
673 End If
674 End If
675 End If
676 End If
677 End If
678 End If
679 End If
680 End If
681 End If
682 End If
683 End If
684 End If
685 End If
686 End If
687 End If
688 End If
689 End If
690 End If
691 End If
692 End If
693 End If
694 End If
695 End If
696 End If
697 End If
698 End If
699 End If
700 End If
701 End If
702 End If
703 End If
704 End If
705 End If
706 End If
707 End If
708 End If
709 End If
710 End If
711 End If
712 End If
713 End If
714 End If
715 End If
716 End If
717 End If
718 End If
719 End If
720 End If
721 End If
722 End If
723 End If
724 End If
725 End If
726 End If
727 End If
728 End If
729 End If
730 End If
731 End If
732 End If
733 End If
734 End If
735 End If
736 End If
737 End If
738 End If
739 End If
740 End If
741 End If
742 End If
743 End If
744 End If
745 End If
746 End If
747 End If
748 End If
749 End If
750 End If
751 End If
752 End If
753 End If
754 End If
755 End If
756 End If
757 End If
758 End If
759 End If
760 End If
761 End If
762 End If
763 End If
764 End If
765 End If
766 End If
767 End If
768 End If
769 End If
770 End If
771 End If
772 End If
773 End If
774 End If
775 End If
776 End If
777 End If
778 End If
779 End If
780 End If
781 End If
782 End If
783 End If
784 End If
785 End If
786 End If
787 End If
788 End If
789 End If
790 End If
791 End If
792 End If
793 End If
794 End If
795 End If
796 End If
797 End If
798 End If
799 End If
800 End If
801 End If
802 End If
803 End If
804 End If
805 End If
806 End If
807 End If
808 End If
809 End If
810 End If
811 End If
812 End If
813 End If
814 End If
815 End If
816 End If
817 End If
818 End If
819 End If
820 End If
821 End If
822 End If
823 End If
824 End If
825 End If
826 End If
827 End If
828 End If
829 End If
830 End If
831 End If
832 End If
833 End If
834 End If
835 End If
836 End If
837 End If
838 End If
839 End If
840 End If
841 End If
842 End If
843 End If
844 End If
845 End If
846 End If
847 End If
848 End If
849 End If
850 End If
851 End If
852 End If
853 End If
854 End If
855 End If
856 End If
857 End If
858 End If
859 End If
860 End If
861 End If
862 End If
863 End If
864 End If
865 End If
866 End If
867 End If
868 End If
869 End If
870 End If
871 End If
872 End If
873 End If
874 End If
875 End If
876 End If
877 End If
878 End If
879 End If
880 End If
881 End If
882 End If
883 End If
884 End If
885 End If
886 End If
887 End If
888 End If
889 End If
890 End If
891 End If
892 End If
893 End If
894 End If
895 End If
896 End If
897 End If
898 End If
899 End If
900 End If
901 End If
902 End If
903 End If
904 End If
905 End If
906 End If
907 End If
908 End If
909 End If
910 End If
911 End If
912 End If
913 End If
914 End If
915 End If
916 End If
917 End If
918 End If
919 End If
920 End If
921 End If
922 End If
923 End If
924 End If
925 End If
926 End If
927 End If
928 End If
929 End If
930 End If
931 End If
932 End If
933 End If
934 End If
935 End If
936 End If
937 End If
938 End If
939 End If
940 End If
941 End If
942 End If
943 End If
944 End If
945 End If
946 End If
947 End If
948 End If
949 End If
950 End If
951 End If
952 End If
953 End If
954 End If
955 End If
956 End If
957 End If
958 End If
959 End If
960 End If
961 End If
962 End If
963 End If
964 End If
965 End If
966 End If
967 End If
968 End If
969 End If
970 End If
971 End If
972 End If
973 End If
974 End If
975 End If
976 End If
977 End If
978 End If
979 End If
980 End If
981 End If
982 End If
983 End If
984 End If
985 End If
986 End If
987 End If
988 End If
989 End If
990 End If
991 End If
992 End If
993 End If
994 End If
995 End If
996 End If
997 End If
998 End If
999 End If
1000 End If

```

### Anexo II – Excerto do Código da Importação e Leitura de Relatórios de Artigos do Software de Apoio à Gestão de Projetos

```

299 Case "SUB - OBRAS"
300     .sub = 1
301 Case "QUANTIDADE"
302     .qt = 1
303 End Select
304 End Sub
305 If user_type = 0 Then get_user()
306 End Sub
307 Private Sub get_user()
308     user_box.Items.Clear()
309     sqlconn.Open()
310     sqlcmd.CommandText = "select name, full_name from users where type = 2 and active is true order by full_name ASC"
311     myreader_sql = sqlcmd.ExecuteReader
312     While myreader_sql.Read
313         user_box.Items.Add(myreader_sql("name") & " - " & myreader_sql("full_name"))
314     End While
315     sqlconn.Close()
316     user_box.SelectedIndex = user_box.Items.IndexOf(start_s & " - " & user_name)
317 End Sub
318 Private Sub open_table()
319     cmd = Conn.CreateCommand()
320     cmd.CommandText = "SELECT count(*) FROM [" & worksheet & "]" where (Obrs is not null or Subobra is not null or Estado is not null or Categoria is not null or Marca is not null or Código is not null or Referência is not null or Designação is not null or Notas is not null or Quantidade is not null) and ((IsNumeric(Quantidade) and Quantidade > 0) or (Ucase(Obrs) = "PEÇAS COMPRADAS"))"
321     Dim n As Integer = cmd.ExecuteScalar()
322     Dim w() As String
323     Dim qt() As Double
324     cmd.CommandText = "SELECT Obrs, Subobra, iff(Estado is null, 'Espera', Estado) as Estado, iff([Parte mesquinha] is null, 'N.D.', [Parte mesquinha]) as P1, Categoria, Marca as Fabricante, Código, Referência, Designação, iff(Orten is null, 'N.D.', Notas) as Notas, Quantidade FROM [" & worksheet & "]"
325     where (Obrs is not null or Subobra is not null or Estado is not null or Categoria is not null or Marca is not null or Código is not null or Referência is not null or Designação is not null or Notas is not null or Quantidade is not null) and ((IsNumeric(Quantidade) and Quantidade > 0) or (Ucase(Obrs) = "PEÇAS COMPRADAS"))"
326     myreader = cmd.ExecuteReader
327     Dim j As Integer
328     While myreader.Read
329         If myreader("Obrs").ToString.Trim <> "" Then
330             w(j) = myreader("Obrs").ToString.Trim.Replace(" ", "")
331         Else
332             w(j) = ""
333         End If
334         If myreader("Subobra").ToString.Trim <> "" Then
335             w(j) = myreader("Subobra").ToString.Trim.Replace(" ", "")
336         Else
337             w(j) = ""
338         End If
339     End While
340 End Sub

```



**Instituto Superior  
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra