

*sonafi*

**Reestruturação do Armazém da Manutenção na  
SONAFI - Sociedade Nacional de Fundição Injectada, SA**

*Daniel Jorge Bastos da Silva*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Engenheiro Eduardo Gil da Costa

Orientador na Sonafi: Engenheiro Rui de Carvalho



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2011-07-01

*Aos meus pais*

## Resumo

A presente Dissertação de Mestrado surgiu como resposta à necessidade de reestruturar o funcionamento de um armazém aumentando a sua eficiência. O armazém em questão apresenta funcionalidades específicas já que tem que estar operacional e disponível 24 horas por dia para dar suporte ao sector da Manutenção.

A primeira fase do projecto iniciou-se com a recolha de dados sobre o processo de funcionamento do armazém com o objectivo de detectar as suas fraquezas e também com uma pesquisa bibliográfica sobre os aspectos estruturantes do projecto.

Seguiu-se a parte prática do projecto com a definição do melhor compromisso para as necessidades da empresa. Elaborou-se um novo *layout* focado numa distribuição mais uniforme e intuitiva dos artigos, num melhoramento dos fluxos e introduziu-se uma nova metodologia de codificação de artigos existentes no armazém com a subjacente aplicação do sistema de código de barras. Foi também esquematizado e codificado o parque de equipamentos fabris para facilitar a imputação dos artigos aos equipamentos. Por último, e não sendo um dos objectivos principais, foi elaborado um plano de requisitos para o futuro *software* de Gestão da Manutenção a implementar na empresa.

Após o trabalho desenvolvido espera-se que haja um aumento da eficiência do armazém e também um melhor controlo dos stocks, isto é, espera-se uma redução de erros, uma optimização de processos na gestão do armazém e um melhor aproveitamento dos espaços disponíveis para armazenamento.

## **Warehouse´s Maintenance Reorganization**

### **Abstract**

This Master Thesis has emerged as an answer to the need to restructure a warehouse by increasing its efficiency, which must be 24 hours operational to support the Maintenance Sector.

The first phase of the project consisted in the collection of data regarding the warehouse running process in order to detect their weaknesses, together with the necessary bibliographic research on the structuring aspects of the project.

The next phase was the definition of the best compromise for the company needs. The warehouse layout has been re-designed, focused in an uniform and intuitive distribution of articles and a flow improvement. To support these modifications a new article codification methodology has been introduced with the subjacent application of barcode labels. A codification methodology for all production equipments has also been developed, as a way to clarify the relation with their correspondent spare parts. Finally, a requirement plan for the future Maintenance Management software of the company has been created.

With the implementation of this project, an increase on the warehouse efficiency and a better stock control are expected, together with an optimization of the warehouse management processes and a better use of the available storage area.

### **Agradecimentos**

Aos meus pais pelos incentivos, conselhos e pelo apoio que sempre me transmitiram tanto na vida académica como na vida pessoal.

Ao Eng. Rui de Carvalho, orientador do projecto na empresa, pela oportunidade de desenvolver este projecto e pelos ensinamentos e apoio transmitido.

Ao Eng. Eduardo Gil da Costa, orientador do projecto por parte da FEUP, pela disponibilidade demonstrada no acompanhamento deste projecto e pelos conselhos transmitidos de forma a enriquecer este trabalho.

A todas as pessoas da empresa que de alguma forma colaboraram no projecto e que sem eles não seria possível a concretização do trabalho desenvolvido.

Aos meus amigos pelo apoio e companheirismo sempre demonstrados.

A todos eles expresso o meu profundo agradecimento.

## Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Âmbito do Projecto .....	1
1.2	Apresentação da Empresa .....	1
1.2.1	Historial da Empresa .....	1
1.2.2	Localização .....	2
1.2.3	Objectivos e Filosofia da Empresa .....	3
1.2.4	Estrutura Organizacional da Empresa .....	4
1.2.5	<i>Layout</i> da Unidade Fabril .....	5
1.3	Objectivos do Projecto .....	6
1.4	Descrição do Projecto .....	7
1.5	Organização do Presente Relatório .....	7
2	Situação Inicial .....	8
2.1	Descrição dos Processos de Funcionamento do Armazém .....	8
2.2	<i>Layout</i> Inicial do Armazém .....	10
2.3	Análise do Stock Existente .....	11
2.4	Sistema de Codificação Encontrado .....	12
2.5	Sistema de Imputação dos Artigos .....	13
3	Enquadramento Teórico do Projecto .....	14
3.1	<i>Layout</i> de Armazéns .....	14
3.2	Codificação de Artigos .....	16
3.3	Organização do Parque de Equipamentos .....	18
3.4	Suporte Tecnológico .....	19
3.4.1	ERP's .....	19
3.4.2	Controle do Fluxo de Materiais .....	19
3.4.3	Código de Barras .....	20
3.5	5S na Organização do Armazém .....	21
4	Solução Proposta .....	22
4.1	Novo <i>Layout</i> .....	22
4.2	Nova Codificação de Artigos .....	23
4.3	Sistema de Código de Barras .....	27
4.4	Parque de Equipamentos e a sua Codificação .....	28
4.5	Novo Funcionamento do Armazém .....	30
4.5.1	Plano de Implementação do Projecto .....	30
4.5.2	Novas Regras de Funcionamento do Armazém .....	31
4.6	Software de Gestão da Manutenção .....	32
5	Conclusão e Perspectivas de Trabalhos Futuros .....	33
	Referências .....	34
ANEXO A:	Perspectiva 2D do <i>Layout</i> Inicial .....	35
ANEXO B:	Perspectiva 2D do Novo <i>Layout</i> .....	37

**Índice de Figuras**

Figura 1 – Fotografia Exterior da Sonafi, S.A. ....	2
Figura 2 – Localização da Empresa.....	3
Figura 3 – Organograma da Empresa .....	5
Figura 4 – <i>Layout</i> do Sector Produtivo.....	6
Figura 5 - Processos de Funcionamento do Armazém.....	8
Figura 6 – <i>Layout</i> Inicial do Armazém.....	10
Figura 7 - Exemplo da Codificação Numérica.....	12
Figura 8 - Exemplo da Codificação Alfanumérica .....	12
Figura 9 – Fluxo em U e Fluxo Contínuo .....	16
Figura 10 - Estruturação de Artigos .....	17
Figura 11 - Composição de um Código de Barras.....	20
Figura 12 – Solução Proposta para o Novo <i>Layout</i> .....	22
Figura 13 – Estrutura do Novo Código Adoptado .....	23
Figura 14 – Etiqueta Usada na Identificação dos Artigos .....	28
Figura 15 – Equipamento Usado na Leitura de Código de Barras .....	28
Figura 16 – Plano de Implementação do Projecto .....	30

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Levantamento dos Artigos em Armazém .....	11
Tabela 2 – Codificação e Nível Hierárquico .....	18
Tabela 3 – RFID vs Código de Barras .....	20
Tabela 4 - Explicitação do Novo Código .....	24
Tabela 5 – Tipo de Artigo .....	24
Tabela 6 – Sector/Família .....	25
Tabela 7 – Equipamento Destino/Subfamília .....	25
Tabela 8 – Tipo de Material.....	26
Tabela 9 – Estado do Material .....	26
Tabela 10 - Exemplo de Codificação de Artigo.....	27
Tabela 11 – Codificação do Sector da Fusão .....	29

# 1 Introdução

## 1.1 Âmbito do Projecto

A presente tese insere-se no âmbito da disciplina de Projecto de Dissertação do plano curricular do MIEM (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

A Sonafi, S.A foi a empresa onde se realizou o Projecto de Dissertação descrito no presente documento, projecto esse que teve como objectivo a participação activa na reestruturação do armazém que serve de apoio à área de manutenção e onde são armazenados os materiais usados na manutenção e reparação dos equipamentos fabris.

## 1.2 Apresentação da Empresa

### 1.2.1 Historial da Empresa

A Sonafi é uma empresa que se dedica à fundição injectada de ligas de alumínio. Fundada a 6 de Abril de 1951 pela “Société Générale de Belgique” foi a primeira fábrica de fundição injectada em Portugal, criando desta forma uma linha própria de produtos acabados. Até 1973 a empresa dedicava-se exclusivamente ao fabrico de ferragens para a construção civil e mobiliário tendo em 1977 acrescentado o fabrico de fechaduras. Por esta altura a empresa foi comprada pelo grupo português Eminco. Pouco tempo depois começa a enfrentar uma crise económica devido à entrada de concorrência no mercado da fundição injectada, nomeadamente por parte de pequenas empresas de carácter familiar, que disponibilizavam produtos semelhantes a um preço substancialmente inferior. Perante esta adversidade a Sonafi desenvolve linhas de produtos acabados para exportação.

Em 1981 a Renault implanta-se em Portugal e a empresa, prevendo um aumento substancial de concorrência, redefine a sua estratégia apontando baterias para a indústria automóvel. Em 1986 a empresa sofre uma mudança ao ser adquirida pela direcção em funções à data. A empresa sofreu uma profunda reestruturação, investindo em equipamentos e tecnologia de ponta, procurando desta forma a modernização e a abertura a novos mercados. A qualidade sempre acompanhou a história da empresa conseguindo obter as certificações EQAF94, QS9000 e ISO9002.

Em 1988 acontece outra mudança na empresa especializando-se na subcontratação de peças em fundição injectada, maioritariamente para o sector automóvel, abandonando o sector dos produtos acabados.

Em Dezembro de 2001, a Sonafi é adquirida pelo grupo internacional EuralCom, pertencendo a um conjunto de grandes empresas de renome internacional da área da produção de peças técnicas, mecanizações e montagens. Esta ligação prolongou-se por seis anos, e em Dezembro de 2007 dá-se a separação do grupo EuralCom.

Actualmente a Sonafi está ligada ao Grupo BAI (Brabant – Alucast International BV), estando a sua produção direccionada 100% para o sector automóvel.

O grupo BAI, com cerca de 1200 colaboradores, possui 7 empresas (3 na Holanda, 1 na Alemanha, 1 na República Checa, 1 em Portugal e 1 no Brasil) com volume de negócios de 180 milhões de euros

A forte posição do Grupo BAI na indústria automóvel assenta principalmente em tecnologias inovadoras e avançadas, nomeadamente nas áreas de fundição injectada, fundição em vácuo, tratamentos térmicos, mecanização e montagem. Na figura 1 é apresentada uma fotografia do exterior da empresa (Intranet Sonafi 2011).



**Figura 1 – Fotografia Exterior da Sonafi, S.A.**

### **1.2.2 Localização**

A Sonafi localiza-se em S. Mamede de Infesta, no concelho de Matosinhos, distrito do Porto. Encontra-se a cerca de 5 km do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, a 3 km da cidade do Porto e a aproximadamente 8 km do porto de mar de Leixões. Em termos de vias de comunicação terrestre está posicionada muito perto das auto-estradas A1 (Porto – Lisboa), A3 (Porto – Braga) e A4 (Porto – Vila Real), como apresentado na figura 2. De certa forma a empresa está situada num ponto estratégico relativamente às vias de comunicação, facilitando o transporte quer de matérias-primas para a fábrica quer de produtos acabados para os seus clientes nacionais e estrangeiros.

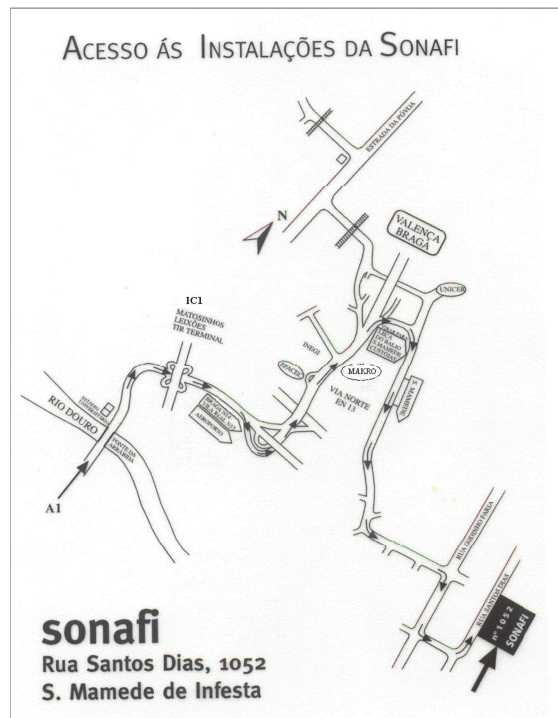


Figura 2 – Localização da Empresa

### 1.2.3 Objectivos e Filosofia da Empresa

A empresa, por orientação constante e permanente da administração, tem por preocupação prioritária o serviço ao cliente, incidindo especialmente nos cumprimentos dos prazos de entrega e na qualidade do serviço prestado.

Para responder à constante exigência do mercado a empresa aposta na qualidade e fiabilidade do processo de produção. Existe uma permanente preocupação na melhoria contínua como forma de antecipar a mudança, algo que representa para a Sonafi uma garantia de sobrevivência.

Esta exigência e preocupação incidem sobre as seguintes linhas de orientação:

- Qualidade de acordo com as especificações e códigos acordados com o cliente;
- Preços concorrenciais, o que implica progresso e produtividade;
- Cumprimento de prazos;
- Apoio ao cliente no projecto dos componentes a produzir pela empresa;
- Desenvolvimento das tecnologias, dos materiais e/ou processos de forma a acompanhar o aumento de sofisticação e exigência do mercado;
- Implementação das melhores tecnologias disponíveis;
- Cumprimento da legislação ambiental aplicável em vigor;
- Respeito pelos colaboradores, comunidade envolvente, fornecedores e clientes.

Existe uma filosofia que acompanha todas as formas de pensar e concretizar da empresa. Essa filosofia assenta sobre quatro grandes pilares (Intranet da Sonafi 2011):

- **Organizar**, porque para atingir os objectivos da empresa cada um tem que perceber a sua função enquanto parte de um grupo.
- **Inovar**, porque só assim se pode liderar um mundo em constante mudança.
- **Desenvolver**, porque só o espírito de melhoria contínua nos permite assegurar a continuidade.
- **Humanizar**, porque o homem, é afinal, o motor de todo este processo. Porque é ele o beneficiário último das suas acções e porque entendemos que na Sonafi, cada um vale como indivíduo e ser humano.

***ORGANIZAR, INOVAR, DESENVOLVER HUMANIZANDO.***

***“Esta é a nossa maneira de estar.”***

Para a coordenação, concepção e aplicação total do Sistema de Gestão da Qualidade, a Administração da SONAFI - Sociedade Nacional de Fundição Injectada, SA, delega directamente a sua competência no Director da Qualidade para o manter actualizado e adequado às exigências da norma NP EN ISO 9001:2008, e referenciais dos clientes nomeadamente o ISO/TS 16949:2009, bem como lhe é delegada autoridade para deter o processo de produção, em qualquer situação em que se considere que a continuidade do mesmo levaria à produção de produtos ou serviços não conformes ou ao incumprimento da Política de Qualidade.

#### **1.2.4 Estrutura Organizacional da Empresa**

A empresa encontra-se organizada em oito departamentos, como ilustrado na figura 3, que por sua vez se dividem em secções.

No topo da pirâmide encontra-se o Conselho de Administração possuindo este a principal função de estabelecer os objectivos de organização da empresa e controlar a acção executiva da Direcção-Geral. À Direcção-Geral está incumbida a tarefa de implementar os objectivos definidos pelo Conselho de Administração, estabelecendo uma estratégia de actuação para os diferentes departamentos no cumprimento das estratégias acordadas. O Director de Departamento certifica, na área da sua responsabilidade, a implementação da estratégia definida pela Direcção Geral. Os Encarregados e Chefes de Secção são responsáveis pela coordenação dos meios produtivos e outros que lhe estão afectos sempre prevendo o cumprimento das estratégias do departamento.

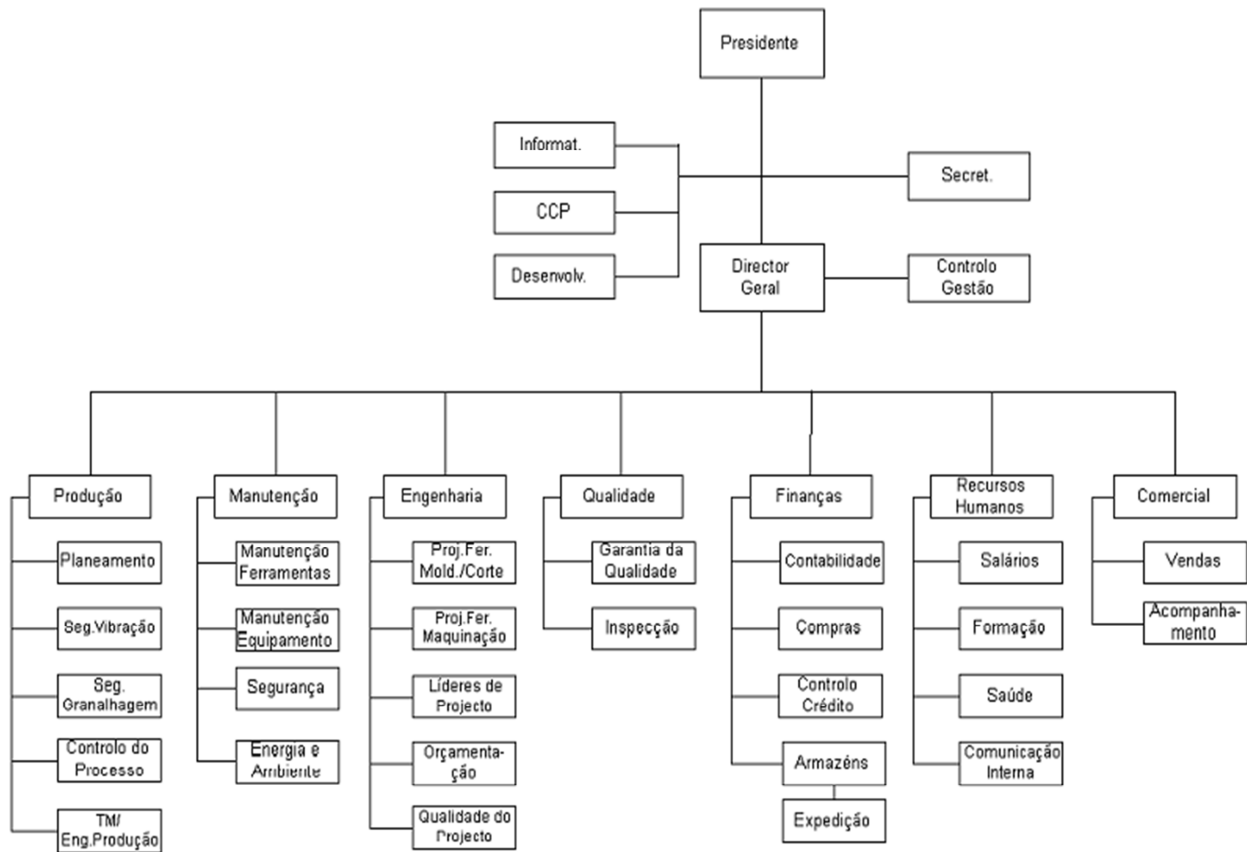


Figura 3 – Organograma da Empresa (Intranet Sonafi 2011)

### 1.2.5 Layout da Unidade Fabril

A unidade fabril encontra-se dividida em seis sectores (Figura 4):

- Fusão
- Fundição 1
- Fundição 2
- Acabamentos 1
- Acabamentos 2
- Acabamentos Renault

Os departamentos de Qualidade e Manutenção (Equipamentos e Ferramentas) fornecem o apoio para o bom funcionamento dos sectores de produção.



Figura 4 – Layout do Sector Produtivo

### 1.3 Objectivos do Projecto

Presentemente, as indústrias estão submetidas a um nível competitivo muito elevado, e com a imensa tecnologia empregue com custos enormes, qualquer tempo de inactividade dessas tecnologias tem que ser reduzido ao máximo, caso contrário essas paragens podem-se tornar verdadeiras dispendiosas.

Um dos pontos fulcrais onde é necessário apostar para reduzir esses tempos de paragem, é ter um bom sistema de organização e gestão da manutenção e por conseguinte um sistema de gestão de peças e materiais de apoio às intervenções da manutenção. O principal objectivo dessa gestão é garantir a rápida disponibilidade de peças para a manutenção e reparação de equipamentos e máquinas a um custo óptimo.

Para uma boa fluência do processo é necessário ter um sistema eficaz de armazenamento das peças. Esse sistema deve contemplar um armazém bem organizado, capaz de dar resposta rápida a qualquer necessidade, e uma ferramenta de controlo de inventário capaz de tornar o processo de encomenda eficaz.

Para o controlo de stocks torna-se necessário dar um código a cada artigo, código esse que deve fornecer uma série de informações tais como, o tipo de artigo, tipo de material, sector/equipamento onde é utilizado e o seu estado (novo, usado ou reparado). Ao fazer essa codificação torna-se mais fácil minimizar as duplicações de artigos e consequentemente reduzir stocks. A codificação auxilia também o processo informático e o processamento contabilístico, facilitando a comunicação, quer entre departamentos da mesma unidade fabril, quer entre cliente – fornecedor.

Surge então o tema deste trabalho que no seu âmbito mais geral incide na reestruturação do armazém da manutenção. Essa reestruturação contempla vários aspectos, tais como, a definição de um novo *layout* organizacional do armazém que suporte uma distribuição mais racional dos artigos diminuindo o tempo de *picking*, definir um sistema de codificação de

artigos e, inerente a isso, o levantamento do parque de equipamentos, implementar o suporte de código de barras para melhorar o controlo do stocks e definir regras de acesso 24 horas ao armazém.

#### **1.4 Descrição do Projecto**

O objectivo primordial do projecto foi melhorar a eficiência do armazém de manutenção.

O ponto de partida foi identificar as fragilidades existentes no funcionamento do armazém. De seguida foi elaborado um plano que pretendeu definir objectivos, responsabilidades e acções.

A aplicação desse plano levou à definição de novas directrizes de funcionamento do armazém, à definição de um novo *layout*, à reescrita do código do artigo, à introdução da tecnologia de código de barras e à codificação do parque de equipamentos.

Com a aplicação deste projecto espera-se que as actividades de funcionamento do armazém se realizem de uma forma mais organizada e eficaz.

#### **1.5 Organização do Presente Relatório**

Neste subcapítulo pretende-se expor a organização do presente relatório.

O primeiro capítulo é dedicado à contextualização do projecto, referindo o seu âmbito, apresentando a empresa e definindo os objectivos e a sua descrição.

No segundo capítulo é apresentada a situação encontrada na fase inicial do projecto através da análise de pontos essenciais do funcionamento do armazém.

No capítulo três é exposto o enquadramento teórico do trabalho apresentando os conceitos teóricos abordados no projecto.

No penúltimo capítulo, o quarto, são apresentadas as propostas para o melhoramento da eficiência do armazém.

No último capítulo são enunciadas as conclusões e possíveis sugestões sobre trabalhos a desenvolver no futuro.

## 2 Situação Inicial

Antes de avançar numa qualquer intervenção para a resolução do problema proposto é, em primeiro lugar, necessário fazer um levantamento do funcionamento logístico do armazém e de comportamentos enraizados para melhor perceber a estruturação actual e identificar as situações mais críticas. Com isto, ao longo deste capítulo será feita uma apresentação do estado inicial do projecto.

### 2.1 Descrição dos Processos de Funcionamento do Armazém

Existem quatro processos principais no funcionamento do armazém, nomeadamente, a realização da encomenda, recepção da encomenda, e os movimentos de entrada e saída do armazém (Figura 5).



Figura 5 - Processos de Funcionamento do Armazém

1. **Realização da encomenda:** O processo inicia-se quando existe uma ruptura de stocks, quando se atinge um stock baixo e também quando há necessidade urgente de algum componente de um equipamento que não existe em stock. O responsável contacta os fornecedores através de telefone ou email e pede o envio de um orçamento sendo depois ponderada a melhor proposta tendo em conta custos e prazos de entrega.
2. **Recepção da encomenda:** A recepção da encomenda é feita pelo armazém central da empresa que o insere no ERP, informando o armazém da manutenção da sua chegada. De seguida há a transferência da encomenda entre armazéns.

3. **Movimento de entrada:** O responsável do armazém terá que fazer a deslocalização do artigo no ERP dizendo que aconteceu a transferência física do artigo do armazém central para o armazém da manutenção e, caso seja um artigo novo, é codificado e registado no ERP da empresa. Caso seja um artigo que já existe na base de dados do ERP é feito o movimento de stock correspondente. O artigo é colocado no local que lhe está atribuído no armazém ou segue de imediato para o equipamento necessitado.
4. **Movimento de saída:** O operador retira o artigo pretendido e de seguida preenche um impresso com informações sobre o código do artigo, quantidade, identificação pessoal e para que equipamento se destina o artigo, devendo também deixar uma anotação caso o stock do artigo retirado tenha terminado ou esteja a terminar. Essas informações servem para haver um controlo sobre os movimentos e rupturas de stock e para o responsável inserir os movimentos no ERP.

Depois da breve descrição do funcionamento do sistema logístico do armazém pode-se identificar alguns aspectos que necessitam de ser melhorados.

O armazém tem que estar operacional vinte e quatro horas por dia para dar resposta às necessidades da equipa de manutenção por força de avarias e operações de manutenção dos equipamentos. Contudo não existe um controlo/registo de entradas e saídas do armazém, já que o responsável não se encontra no armazém a maioria do tempo, resultando que muitas vezes os operadores, por falta de supervisão e desrespeitando regulamentos internos, não registem saídas de materiais ou os coloquem em locais errados.

São de seguida apresentadas as principais deficiências do actual modelo de funcionamento do armazém:

- Funcionamento do armazém 24 horas sem controlo das entradas e saídas dos operadores.
- Falta de codificação de muitos artigos.
- Existência de vários tipos de codificação dos artigos.
- Arrumação deficiente dos artigos.
- Não aproveitamento de todas as potencialidades do ERP utilizado na empresa.
- *Layout* com organização deficiente.
- Defeituoso levantamento do parque de equipamentos e sem codificação.

## 2.2 Layout Inicial do Armazém

O armazém encontrava-se esquematizado com alguma ordenação, existindo uma tentativa de separação por tipo de artigo, contudo a disposição dos sistemas de armazenamento não era a mais correcta, apenas sendo meramente funcional. Na Figura 6 encontra-se esquematizado o armazém no início do projecto. No Anexo A é apresentado o mesmo *layout* em 2D de forma a mostrar outra perspectiva do espaço.

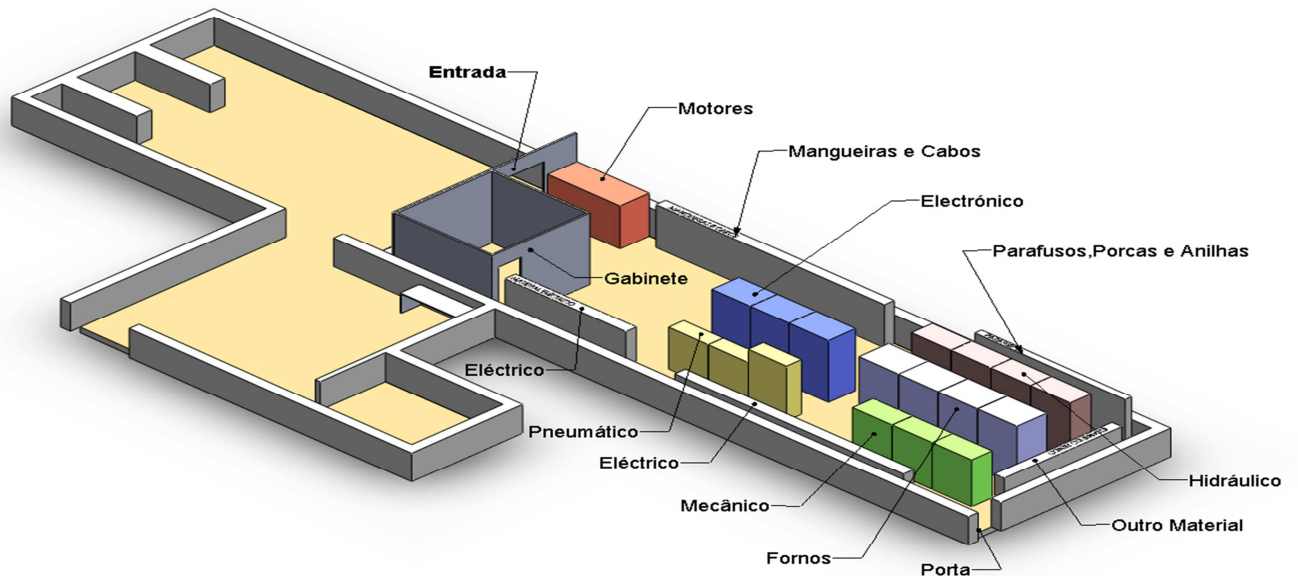


Figura 6 – *Layout* Inicial do Armazém

O armazém está inserido no espaço dedicado à equipa de manutenção e apresenta apenas um ponto de acesso (referido na Figura 6 como entrada), e é constituído por um gabinete de apoio à gestão do armazém, por estantes (representadas a cores), por uma área dedicada a mangueiras e cabos que se encontram pendurados ao longo da parede, sendo o restante espaço preenchido com caixas de plástico encaixadas em suportes fixos à parede. A porta que se encontrava no fundo do armazém, não tinha utilização e encontrava-se fechada, já que dava acesso a uma área exterior.

Apesar da tentativa de organização, muitos artigos encontravam-se fora do seu sítio ou mesmo no chão, ou seja, a falta de arrumação era um ponto a combater. Essa falta de arrumação leva a um aumento do tempo e das movimentações no processo de procura e levantamento de materiais. Outro factor importante era a limitação de espaço em relação à quantidade de artigos existente.

A maior parte do armazenamento era efectuado em prateleiras, mas dependendo do tipo de material e das suas dimensões, certos materiais são colocados dentro de caixas de plástico e outros directamente nas prateleiras. Existia também bastante material que era armazenado nas ditas caixas, todavia, essas caixas encontravam-se fixas nas paredes do armazém.

O armazém apresenta apenas uma entrada e o espaço não favorece o movimento de veículos, logo toda a movimentação de materiais é feita manualmente.

### 2.3 Análise do Stock Existente

Para dar resposta às necessidades de manutenção do parque de equipamentos, existe uma grande variedade de artigos disponíveis no armazém. Inicialmente foi feito um levantamento dos artigos existentes no armazém, quer por verificação directa, por informação disponibilizada e também através de colaboração dos operadores e do responsável do armazém. Na Tabela 1 podemos verificar esse levantamento.

Esses artigos tentavam seguir uma estruturação que os dividia em grupos e subgrupos, contudo existiam artigos que não se encontravam inseridos nessa estrutura e não estavam devidamente codificados. Dentro destas categorias identificadas existe um total de aproximadamente 5000 tipos diferentes de artigos.

Tabela 1 – Levantamento dos Artigos em Armazém

<b>Mecânica</b>	<b>Hidráulico</b>	<b>Pneumático</b>	<b>Material de fixação</b>
Rolamentos	Mangueiras	Cilindros	Parafusos e Pernos
Redutores	Electroválvulas	Sensores de Posição	Abraçadeiras
Transmissão	Cilindros	Electroválvulas	Buchas
Chumaceiras e acessórios	Sensores	Mangueiras	Colas
Rodas e Rodízios	Tubos	Acessórios	Colunas
	Mangueiras	Válvulas	Fêmeas e Anilhas
	Acessórios	Tubos	Colarinhos
	Válvulas		Flanges
			Rebites
			Gulpilhas
			Cavilhas
			Freios
<b>Eléctrico</b>	<b>Electrónico</b>	<b>Vedação</b>	<b>Bombas</b>
Cablagens e Fios	Fonte de Alimentação	O-Rings (Borracha)	Água
Foto células/Sensores	Componentes	O-Rings (Metálicos)	Óleo
Fusíveis e Bases	INESC	Retenções	Ar
Material de Corte Protecção e Comando	PCB'S	Vedantes/Empanques	Acessórios
Acessórios para Instalação Eléctrica	Autómatos SIEMENS	Mantas	Cartuchos
Iluminação	Autómatos Omron	Rede	
Motores Eléctricos;	Autómatos Schneider		
Resistências de Aquecimento;	Autómatos Festo		
Bainhas			
<b>Ferramentas</b>	<b>Serralharia</b>	<b>Filtros</b>	<b>Solda</b>
Brocas	Arames e Varões	Filtros	Eléctrodos
Consumíveis diversos	Barras	<b>Instrumentos</b>	<b>Fornos</b>
Utensílios diversos	Chapas	Aparelhos indicadores	
Limas	Perfis metálicos	Equipamentos de controlo	
Lixas e Discos			
Serras			

## 2.4 Sistema de Codificação Encontrado

Um dos principais problemas encontrados foi o sistema de codificação que estava a ser usado, ou melhor, os sistemas de codificação. Não havia uma uniformização do modelo de código usado, havendo principalmente dois modelos de códigos, um inteiramente numérico (Figura 7) e outro alfanumérico (Figura 8).

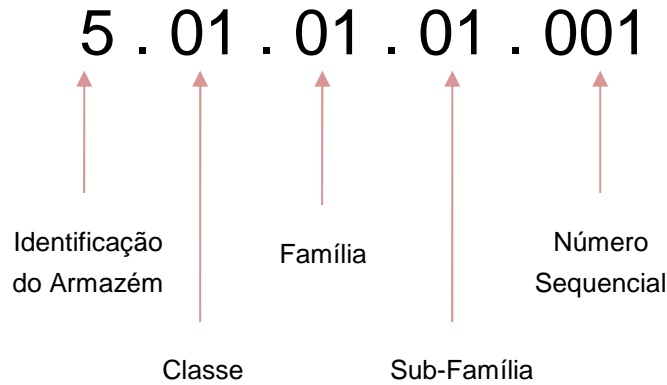


Figura 7 - Exemplo da Codificação Numérica



Figura 8 - Exemplo da Codificação Alfanumérica

No passado, foi feita uma tentativa de migração da codificação numérica para a alfanumérica, contudo essa migração nunca foi totalmente completada, ficando os dois modelos de codificação em vigência.

Embora estes dois tipos de codificação tivessem cada um as suas vantagens e desvantagens, a não existência de um modelo de codificação uniforme fazia com que gerasse inúmeras confusões e dificuldades na gestão das operações do armazém, ou seja, existiam artigos com os dois tipos de codificação e alguns artigos estavam identificados no armazém com um tipo de código enquanto no ERP eram identificados com o outro tipo. Esta situação fazia com que se aumentasse o risco de duplicar códigos para o mesmo artigo e com isso um controlo deficitário do stock. Com esta situação também se tornava difícil saber com exactidão o valor do imobilizado presente no armazém.

Para além do exposto, a convivência com os dois modelos de codificação não facilitava o trabalho e tempo de resposta do responsável do armazém, quer na gestão de stocks no ERP quer também no procedimento das encomendas.

## **2.5 Sistema de Imputação dos Artigos**

A atribuição de um destino aos artigos que saem do armazém é um ponto importante para o controlo de custos de cada sector ou equipamento, já que nos permite obter a relação entre gastos e produtividade de cada equipamento, e também nos permite ter um histórico actualizado dos artigos utilizados em cada intervenção da equipa de manutenção.

A imputação era efectuada no mesmo procedimento da saída dos artigos, ou seja, o operador ao registar o(s) artigo(s) no impresso de saída de armazém tinha também que preencher um campo com o motivo da saída do artigo através de um código que identificava qual a máquina ou sector no qual o artigo iria ser utilizado.

Contudo, essa lista de motivos era muito precária e limitada já que não abrangia todo o parque de equipamentos e não era seguida à risca pelos operários, ou seja, muitas vezes os operadores simplesmente punham o motivo “Outros” pela razão do fraco alcance da lista e também porque não lhes era exigido um grande rigor nessa imputação.

### 3 Enquadramento Teórico do Projecto

#### 3.1 *Layout* de Armazéns

Embora este projecto incida sobre um armazém de apoio à equipa de manutenção da empresa, muitas definições e conceitos aplicados a grandes armazéns de distribuição estão da mesma forma implícitos a este caso.

A função dos armazéns é guardar e gerir os fluxos de entrada e saída dos diversos produtos armazenados e a definição do *layout* é um ponto essencial no bom funcionamento de um armazém. Um *layout* bem definido é importante para manter todos os artigos bem armazenados garantindo a sua preservação, a rapidez na sua procura e localização e a segurança das pessoas que têm acesso ao armazém.

O *layout* ideal é aquele que procura minimizar a distância total percorrida com uma movimentação eficiente entre os materiais, com maior flexibilidade possível e com custos de armazenagem reduzidos (Tompkins et al.1996). Todavia, na concepção de um novo *layout* de um armazém já existente será sempre necessário ouvir opiniões e sugestões das pessoas que diariamente utilizam o armazém em todos os seus aspectos, podendo com isso criar um *layout* mais de acordo com as expectativas de todos os utilizadores.

O planeamento do *layout* de um armazém tem como principais objectivos, os seguintes:

- Utilizar o espaço existente com a maior eficiência possível;
- Providenciar uma movimentação eficiente dos materiais;
- Minimizar os custos de armazenagem;
- Promover a flexibilidade;
- Facilitar a arrumação e limpeza.

Para satisfazer estes objectivos deve existir uma coordenação entre operadores, equipamentos e espaço (Tompkins et al.1996).

Neste caso, um armazém de manutenção bem organizado assegura a logística das peças e dos materiais necessários para a manutenção. O armazém terá que manter a população de stocks:

- Devidamente arrumada e referenciada;
- Limpa e em bom estado de conservação;
- Sem repetições;
- Com o inventário actualizado.

Independentemente da sua inserção na estrutura organizativa da empresa, deve obter do serviço de manutenção a informação necessária para os aprovisionamentos (Cabral 2004).

Para se conseguir o *layout* ideal é necessário criar várias opções e compará-las com os princípios da popularidade, semelhança, tamanho, características e utilização do espaço. Segundo Tompkins et al. (1996):

**“Popularidade:** num armazém os materiais podem ser guardados em áreas de armazenagem em profundidade e posicionados de forma a minimizar a distância total percorrida. Se os materiais mais populares forem guardados em áreas de armazenagem em profundidade a distância total percorrida será menor. Os materiais mais populares

podem estar distribuídos dentro do armazém de diferentes formas, no entanto, aqueles que apresentam um rácio de recepção/expedição elevado devem estar localizados próximos do ponto de entrada, ao longo do caminho mais perto entre a entrada e saída dos materiais.”

“**Semelhança:** os materiais que são recebidos e expedidos ao mesmo tempo devem ser armazenados juntos, o mesmo acontecendo aos materiais que são ou recebidos ou expedidos juntos.”

“**Tamanho:** o tamanho dos materiais deve ser considerado para não haver armazenagem de materiais de pequena dimensão em espaços pensados para armazenar grandes materiais, fazendo com que haja desperdício de espaço.”

“**Características:** As características dos materiais a serem armazenados devem seguir um método diferente de armazenamento relativamente aos princípios acima referidos.”

“**Utilização do espaço:** O planeamento do espaço deve ser feito tendo em conta o espaço necessário para a armazenagem dos materiais. O *layout* do armazém deve maximizar o espaço utilizado bem como o nível de serviço fornecido. O desenvolvimento do *layout* deve ter em conta alguns factores como: a conservação do espaço, as limitações do espaço e a sua acessibilidade.”

Os passos para desenvolver um *layout* de armazém são, segundo Tompkins et al. (1996):

- “Traçar a área global a escalar;
- Abranger todos os obstáculos fixos (colunas, elevadores, escadas, instalações de serviço);
- Localizar as áreas de recepção e envio;
- Localizar os vários tipos de armazenagem;
- Atribuir a cada material a sua localização de armazenagem.”

A definição do *layout* pode ser apoiada em métodos quantitativos ou em métodos intuitivos, ou seja, através dos métodos quantitativos é possível encontrar uma melhor organização do armazém fazendo cálculos em que parâmetros como distâncias percorridas e custos são usados, contudo métodos intuitivos disponibilizam certas orientações úteis para a definição do *layout* sem ser necessário recorrer a métodos matemáticos. Não há nenhuma norma que imponha a distribuição dos materiais no armazém, contudo existem alguns factores lógicos que devem ser levados em conta dependendo de cada caso, tais como (Krippendorff 1972):

- Armazenagem por agrupamento: Esta espécie de armazenagem facilita a arrumação e busca de materiais, podendo prejudicar o aprovisionamento do espaço. É o caso dos moldes, peças, lotes de aprovisionamento aos quais se atribui um número que por sua vez pertence a um grupo, identificando-os com a divisão da estante respectiva.
- Armazenagem por tamanho, peso e característica do material: Neste critério o talão de saída deve conter a informação relativa ao sector do armazém onde o material se encontra. Este critério permite um melhor aprovisionamento do espaço, mas exige um controlo rigoroso de todas as movimentações.
- Armazenagem por frequência: O controlo através da ficha técnica permite determinar o local onde o material deverá ser colocado, consoante a frequência com que este é movimentado. A ficha técnica também consegue verificar o tamanho das estantes, de modo a racionalizar o aproveitamento do espaço.

- Armazenagem com separação entre lote de reserva e lote diário: Esta armazenagem é constituída por um segundo armazém de pequenos lotes o qual se destina a cobrir as necessidades do dia-a-dia. Este armazém de movimento possui uma variada gama de materiais.
- Armazenagem por sectores de montagem: Neste tipo de armazenagem as peças de série são englobadas num só grupo, por forma a constituir uma base de uma produção por família de peças. Este critério conduz à organização das peças por prioridades dentro de cada grupo.

Outro ponto importante no projecto de um armazém é o tipo de fluxo utilizado. Não existindo uma norma para esta questão, existem dois tipos de fluxo bastante utilizados, o Fluxo em “U” e o Fluxo Contínuo. No Fluxo em “U” a entrada e saída de materiais pode ser feita pelo mesmo ponto de acesso enquanto no Fluxo Contínuo existe um ponto de acesso para a entrada de materiais e outro para a saída, normalmente em lados opostos do armazém. A Figura 9 ilustra esses dois tipos de fluxo.

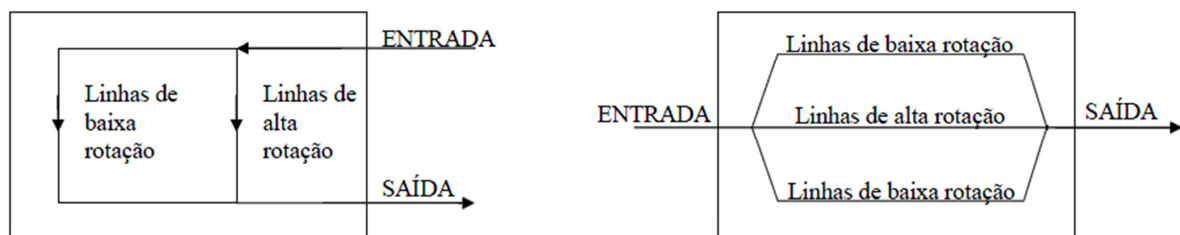


Figura 9 – Fluxo em U e Fluxo Contínuo  
(adaptado de Guedes 2006)

Em suma não existe um formato standard ou usual, segundo o qual todos os armazéns devam ser planeados, pois cada um é um caso diferente e único, quer seja pelas características do espaço onde se insere, pelo tipo de armazenamento pretendido ou por contingências inerentes a cada organização.

### 3.2 Codificação de Artigos

Um bom sistema de gestão de artigos de manutenção e reparação é um elemento essencial na gestão da manutenção, quer na organização do armazém, quer na eficiência das actividades de manutenção (Cabral 2009).

Em termos de custos, a componente de materiais não costuma andar muito longe dos 50% dos custos directos da manutenção. Logo uma boa gestão dos materiais é deveras importante e devem-se observar quatro requisitos principais (Cabral 2009).

1. A gestão de peças e materiais de manutenção deve abranger, não só, os artigos que se destinam a ser stocks como também artigos não existentes no armazém mas necessários à manutenção.

2. O sistema de gestão de peças deve proporcionar a relação entre as peças e os equipamentos onde são aplicadas, já que uma peça pode ser utilizada em vários equipamentos e instalações diferentes.
3. O sistema de codificação e referenciação deve permitir pesquisas rápidas.
4. A organização do registo de artigos deve impedir o crescimento descontrolado da população de artigos presentes no sistema, nomeadamente à repetição do mesmo artigo sob referências diferentes.

O código tem que fornecer um entendimento rápido de algumas características dos materiais, ou seja, terá que ter uma estrutura que possa fornecer informação sobre alguns dos seguintes aspectos: o tipo de artigo, características técnicas, onde é aplicado, a sua localização no armazém. Essa informação será mais facilmente entendida se existir uma norma de codificação.

A norma de codificação pressupõe uma estrutura lógica. Uma estrutura muito usada é constituída pela classe, família e subfamília do material (Figura 10).

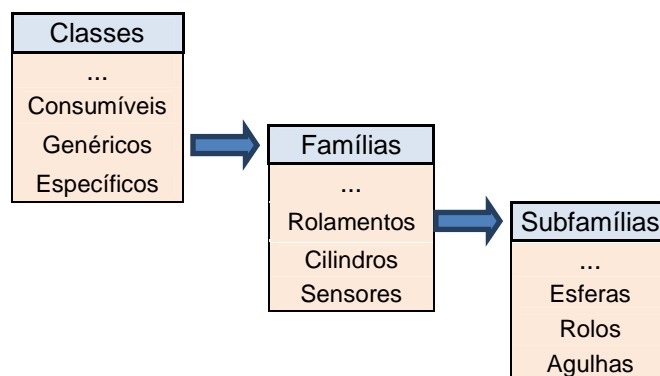


Figura 10 - Estruturação de Artigos

A família é a ordem hierárquica a seguir à classe, ou seja, as famílias estão contidas nas classes. É a forma de abranger um artigo que tem vários tipos de modelos, por exemplo, existem diversos tipos de rolamentos como, de esferas, de rolos, de agulhas, etc. Assim sendo neste caso seria a família de rolamentos com as suas subfamílias (esferas, rolos, agulhas, etc.), existindo com isto uma fácil percepção de tipo de rolamento a que o código se refere. A criação da subfamília, dependendo do tipo de artigo deve ser desenvolvida por marca ou tipo.

A classe é normalmente o primeiro nível da norma de codificação, podendo ter variadas estruturas, dependendo muito do tipo de materiais e tipo de indústria. Segundo Cavalieri et al (2008) a estrutura seguida é regularmente a seguinte:

- **Consumíveis e materiais auxiliares**, são itens caracterizados por um consumo contínuo e normalmente apresentam uma base de fornecedores alargada. São exemplos os óleos, filtros, mas também luvas, material de limpeza, etc.
- **Genéricos**, são materiais com aplicação em variados equipamentos, normalmente estão disponíveis com facilidade no mercado e são fáceis de procurar em catálogos. São exemplo os rolamentos, válvulas, cilindros, interruptores, sensores, etc.

- **Sobressalentes específicos**, como o próprio nome indica são peças específicas de um determinado equipamento, podendo apenas estar disponíveis num número reduzido de fornecedores ou por vezes fornecido apenas pelo respectivo fabricante.
- **Estratégicos**, são materiais específicos cujo tempo de desgaste esperado não é previsível e normalmente o seu custo e prazo de entrega são elevados.

Esta estrutura é usada frequentemente, contudo dependendo do autor e da experiência vivida nesta área, existem variantes e outros tipos de classes que individualizam um pouco mais os materiais, como por exemplo, existir uma classe para ferramentas, lubrificantes e massas, ou seja, depende muito da necessidade de cada organização e da perspectiva de cada um.

Este tipo de organização de código poderá ser numérico ou alfanumérico, podendo ser, neste caso, mais sugestivo e intuitivo. Contudo, tendo apenas uma estrutura inteiramente numérica, o período de habituação das pessoas aos códigos será mais reduzido.

### 3.3 Organização do Parque de Equipamentos

Para o bom funcionamento de qualquer sistema de gestão de manutenção é essencial a organização, codificação e nomenclatura do parque de objectos de manutenção.

Na gestão da manutenção, um equipamento tem que ter uma identificação única que o deve acompanhar durante toda a sua vida útil, facilitando com isso a criação de um histórico e essa identificação fornece uma coordenada funcional exprimindo qual a função ou sistema onde se integra, e uma coordenada da entidade ou centro de custo a que pertence (Cabral 2009).

Para começar a organizar um parque de equipamentos é necessário fazer uma identificação de todos os equipamentos afectos à actividade da empresa e que poderão ser motivo de intervenção pelo serviço de manutenção. Depois é necessário elaborar um Sistema de Codificação que permita a sua identificação e localização, sistema esse que também servirá para mais facilmente se apurar os custos de manutenção. O nível hierárquico de intervenção do sistema de codificação será sempre uma opção de cada empresa e será mais alargado consoante as necessidades e vontades da empresa, ou seja, para algumas empresas bastará ter um nível hierárquico que contemple apenas a área/departamento e o próprio equipamento, enquanto para outras poderá ter interesse ter um nível hierárquico mais detalhado, abrangendo também componentes ou sistemas de cada equipamento. Na Tabela 2 visualiza-se um exemplo de um sistema de codificação do parque de equipamentos, contudo o código poderá ter mais dígitos e até ser alfa numérico.

Tabela 2 – Codificação e Nível Hierárquico

Área/Departamento	Equipamento	Componente/Sistema
01	09	10
Fundição	Forno X	Sistema de Controlo

### 3.4 Suporte Tecnológico

#### 3.4.1 ERP's

A importância da utilização de tecnologias de informação no seio de uma organização ganha nos dias de hoje uma importância vital. A tecnologia de informação *Enterprise Resource Planning* (ERP), ou sistema integrado de gestão empresarial, tem como objectivo integrar todos os departamentos e funções de uma organização num único sistema informatizado, que consiga servi-los de forma eficaz (Alves et al. 2004).

Isto faz com que seja mais fácil e mais rápido obter informações, em tempo real, das várias actividades da empresa, o que possibilita um acompanhamento e uma gestão mais eficiente das diversas variantes do negócio, tais como, finanças, contabilidade, planeamento da produção, recursos humanos, entre outros.

O ERP é uma ferramenta muito poderosa, e aliada ao seu alto custo está a mudança radical na organização e cultura da empresa, fazendo com que os principais responsáveis tenham que ponderar muito bem a sua introdução. Apesar destas condicionantes se a sua implementação for bem conseguida as vantagens serão imensas, ficando mais fácil a gestão e controlo dos seguintes aspectos (Boghi 2002):

- Contas a pagar e receber.
- Activos da empresa.
- Gestão de recursos disponíveis.
- Controlo de custos.
- Mecanização do processamento de pedidos e entradas.
- Controlo de stocks.
- Administração de clientes e fornecedores.

De entre os sistemas mais difundidos, os principais são os seguintes:

- SAP;
- BAAN;
- Oracle;
- PeopleSoft;
- IBS;
- Navision,

e, de origem portuguesa,

- PHC
- Primavera.

#### 3.4.2 Controle do Fluxo de Materiais

O sistema de código de barras e a tecnologia *RFID* são duas ferramentas de suporte ao controle do fluxo de materiais e de seguida é apresentada através da Tabela 3 uma comparação entre as duas ferramentas.

Tabela 3 – RFID vs Código de Barras

	RFID	Código de Barras
<b>Custo de Implementação</b>	Médio	Reduzido
<b>Tempo de Vida</b>	Médio	Pequeno
<b>Tecnologia</b>	Rádio frequência	Laser óptico
<b>Custo da Etiqueta</b>	Médio	Baixo
<b>Taxa de Leitura</b>	Muito Alta	Baixa
<b>Distância de Leitura</b>	Elevada (mais de 20metros)	Baixa (poucos cm)
<b>Intervenção Humana</b>	Geralmente não necessita	É sempre necessário
<b>Leitura/Escrita</b>	Leitura e escrita	Apenas leitura

Como podemos verificar através da tabela comparativa entre a tecnologia RFID e Código de Barras, o RFID apresenta uma melhor performance na maioria dos parâmetros comparativos que foram apresentados. Contudo para o caso em análise e tipo de armazém não existe necessidade de recorrer à tecnologia RFID e aos seus pontos fortes, já que a tecnologia de código de barras nos responde às necessidades deste projecto e apresenta um custo muito baixo, logo será dado um maior destaque à descrição desta tecnologia.

### 3.4.3 Código de Barras

O código de barras é uma espécie de imagem composta por uma série de barras verticais, segundo um código binário que compreende barras em preto e aberturas em branco. Essa sequência pode ter uma interpretação alfanumérica ou numérica e normalmente é acompanhado pelos caracteres correspondentes para que possa ser reconhecido pelo olho humano (Figura 11). O código de barras está ligado directamente aos artigos numa relação de um-para-um. O sistema baseado em código de barras, consiste em termos gerais, na utilização de um equipamento que recolha os dados pretendidos através da exploração óptica do laser e que sempre que for necessário transmita de forma rápida e eficaz os dados recolhidos para o computador. Essa transmissão deve ser adequada ao tipo de utilização pretendida, desde a passagem dos dados para um ficheiro de leitura/armazenamento que apenas permite a visualização dos dados recolhidos até à aplicação dessa informação no ERP de uma organização (Hong-Ying 2009).



Figura 11 - Composição de um Código de Barras

### 3.5 5S na Organização do Armazém

Os 5S também são uma ferramenta de apoio à gestão de um armazém na medida em que fomentam a organização e a melhoria contínua através de simples aspectos ligados à manutenção de um ambiente de trabalho agradável, tais como: organização, limpeza, higiene e manutenção.

É um compromisso que terá que ser assumido por todos. Tem como principais objectivos sistematizar as actividades de arrumação, organização e limpeza do local de trabalho, promovendo mudanças nos comportamentos e atitudes, melhorando a troca de informações entre funcionário e/ou áreas contribuindo assim para uma gestão mais participativa e de maior responsabilidade de todos sobre as condições de trabalho (Courtois, Pillet, & Martin, 1997).

Podemos enumerar os 5S da seguinte forma:

- **Seiri** – significa arrumação e ter senso de utilização, ou seja, eliminar tudo o que não acrescenta valor no desenvolvimento das actividades, manter apenas no local o que realmente é usado.
- **Seiton** – significa organização e ordenação. Definir com clareza o local adequado das coisas tornando o acesso rápido e fácil, facilitando a procura e com isso reduzindo o tempo gasto na busca.
- **Seiso** – significa limpeza. Mantendo um local de trabalho limpo, a imagem da empresa melhora e o ambiente de trabalho fica mais agradável.
- **Seiketsu** – significa asseio. Deve-se garantir a conservação da higiene e limpeza, através da padronização de hábitos e normas.
- **Shitsuke** – significa autodisciplina. Garantir o comprometimento de todas as pessoas nos procedimentos e hábitos enumerados anteriormente, fazendo com que cada pessoa se sinta imbuída num espírito de cooperação.

## 4 Solução Proposta

### 4.1 Novo Layout

Para a elaboração do novo *layout* do armazém foram tomados em conta certos pressupostos, tais como:

- Diminuição das distâncias percorridas pelos operadores, algo conseguido com a colocação dos artigos de consumo e os artigos comuns mais próximo da entrada/saída do armazém, artigos esses caracterizados pela sua elevada rotação.
- Diminuição do tempo de *picking* através da melhoria da estruturação dos artigos em armazém, havendo uma distribuição mais racional dos artigos, estando também relacionado com o ponto anterior.

O modelo proposto difere do modelo original principalmente na disposição das estantes e no aumento da área do armazém. Foi construída uma nova área para o armazém onde serão colocados todos os artigos catalogados como Monos e Obsoletos e com isto será libertado mais espaço na área existente inicialmente. Na nova área dos artigos Monos e Obsoletos serão colocados os artigos que raramente são utilizados, que se encontram danificados ou que se encontram à espera de serem desactivados. Poderá também ser utilizado para guardar temporariamente artigos de maior porte antes de serem utilizados nos equipamentos, já que anteriormente essa situação fazia com que os corredores ficassem obstruídos ou com passagem reduzida.

Outra característica importante do novo *layout* foi a criação de um corredor amplo que permite uma melhor movimentação dos materiais, ficando mesmo com espaço para a passagem de um porta-paletes através de todo o armazém até ao novo espaço criado. Na Figura 12 mostra-se o novo *layout* esquematizado. No Anexo B é apresentado o mesmo *layout* em 2D de forma a apresentar outra perspectiva do espaço.

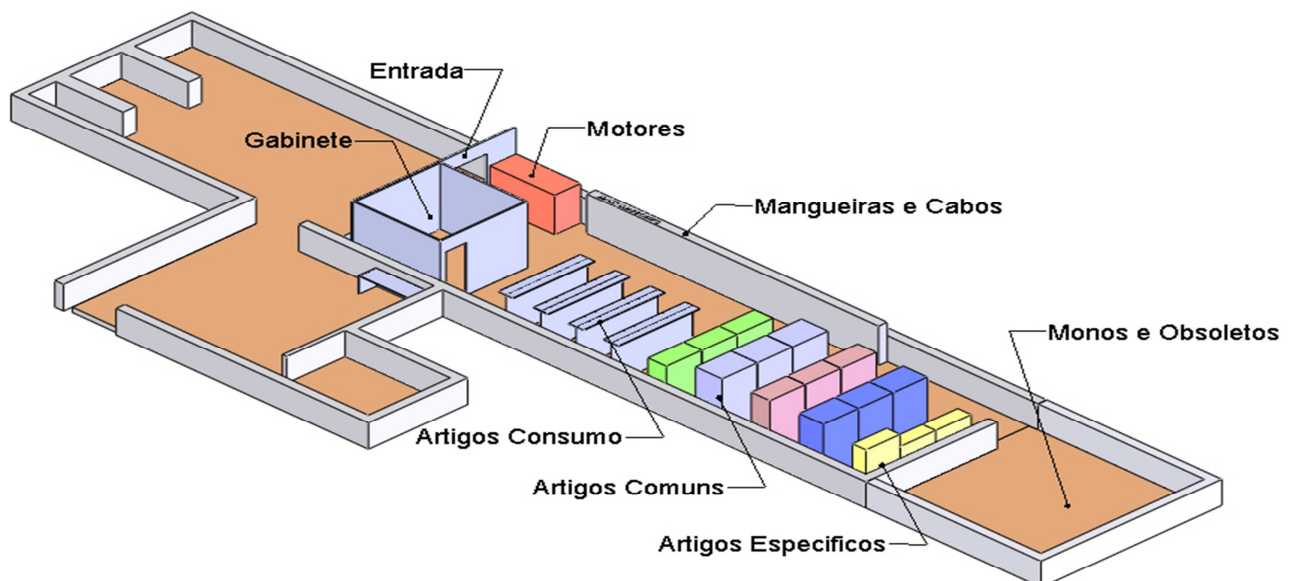


Figura 12 – Solução Proposta para o Novo Layout

Na arrumação espacial do novo *layout* há uma clara separação entre artigos vivos e monos, sendo que os artigos vivos se dividem principalmente em três grandes grupos, os comuns, os consumíveis e os específicos.

Junto da entrada do armazém continua a situar-se a zona dos motores, devido a serem artigos de peso elevado e difíceis de manobrar, de seguida encontram-se as mangueiras e cabos com uma melhor organização, separados por medidas e por diferentes tipos de utilização devidamente identificados. Na parede oposta as estantes encontram-se agora dispostas perpendicularmente à parede, estando os artigos comuns nas estantes mais próximas da entrada, já que são os artigos mais frequentemente usados. Nas estantes seguintes encontram-se os artigos de consumo. Por fim as últimas estantes ficaram reservadas para artigos específicos de certos equipamentos ou conjuntos de equipamentos, devendo esses artigos estar separados por equipamento e ter uma indicação na prateleira a qual equipamento(s) pertence.

O armazenamento é feito através de caixas de várias dimensões onde os artigos são depositados, estando essas caixas colocadas nas estantes, quando os artigos não possibilitam esse armazenamento em caixas são colocados directamente nas estantes.

Com este novo *layout* o fluxo torna-se mais directo e fluido, as distâncias percorridas diminuem e torna-se mais fácil e intuitiva a procura e reposição dos artigos.

Dando o exemplo dos parafusos, porcas e anilhas (artigos comuns), que são dos artigos mais usados pela equipa de manutenção, a distância percorrida para a recolha do artigo com o *layout* inicial era de cerca de 13 metros, diminuindo, com o novo *layout*, para cerca de 6 metros, havendo uma diminuição da distância percorrida de cerca de 54%.

## 4.2 Nova Codificação de Artigos

O relacionamento do código de artigo com os equipamentos utilizadores desses artigos foi desde o início do projecto uma filosofia que iria ser seguida, ou seja, no código do artigo, especialmente naqueles que eram específicos de cada equipamento, o código tinha que mostrar qual o equipamento em que é usado. Essa filosofia era essencial para as pretensões da empresa, já que iria facilitar pesquisas, tornando-as mais fáceis, rápidas e amigáveis e também seria mais simples fazer um controlo de stocks, já que a quantidade de stock necessário para um artigo que é usado apenas para um equipamento não será certamente a mesma que para um artigo que é usado em vários equipamentos.

O objectivo essencial era normalizar a codificação dos artigos terminando com os outros tipos de codificação que existiam e com isso acabar com duplicação de artigos e ajudar à contenção do crescimento desnecessário do número de artigos.

Depois de ponderado e discutido foi escolhido um código alfanumérico de doze caracteres onde esses caracteres mostrarão certos tipos de informação acerca do artigo. De seguida será apresentada a estrutura do novo código adoptado através da Figura 13.

**A.BBB.CCC.DDD.E.F**

Figura 13 – Estrutura do Novo Código Adoptado

Todos os campos de caracteres serão numéricos à excepção do campo F que será alfabético. Cada conjunto de caracteres do novo código tem um significado específico e mostra informações importantes que estão explanadas na tabela seguinte (Tabela 4).

**Tabela 4 - Explicação do Novo Código**

<b>A</b>	<b>BBB</b>	<b>CCC</b>	<b>DDD</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Tipo de Artigo	Sector/Família	Equipamento/Subfamília	Número Sequencial	Tipo de Material	Estado

### **Tipo de Artigo (A)**

Existem várias interpretações sobre o tipo de artigo, especialmente sobre o que pode ser considerado artigo comum ou consumível, contudo ficou decidido que seriam seis as categorias para o tipo de artigo que mais se adequavam às necessidades da empresa e do funcionamento do armazém e que são as seguintes:

- Específicos - artigos que são utilizados apenas num equipamento ou sector;
- Comuns - artigos usados em variados equipamentos, tais como válvulas, rolamentos, parafusos, sensores, relés, etc;
- Consumíveis - artigos de consumo elevado, importantes no funcionamento dos equipamentos e das próprias instalações. São exemplo os filtros, lâmpadas, discos de corte, perfis metálicos, brocas, lubrificantes e massas;
- Utilização – artigos que se encontram no armazém mas têm um uso esporádico, tais como motores, ferramentas, equipamentos de medição, controladores ou placas electrónicas;
- Serviços – foi incluída esta categoria com o intuito de fazer um registo das intervenções efectuadas por entidades externas no âmbito da manutenção. Esta categoria foi pensada inicialmente para poder registar e consultar todos os serviços efectuados em sectores fabris ou equipamentos de modo a existir um controlo;
- Outros - qualquer outro artigo que não se enquadre nas categorias anteriores.

Na Tabela 5 é apresentado o código atribuído a cada tipo de artigo.

<b>A (Tipo de Artigo)</b>	
<b>Cód.</b>	<b>Artigo</b>
<b>1</b>	Específicos
<b>2</b>	Comuns
<b>3</b>	Consumíveis
<b>4</b>	Utilização
<b>5</b>	Serviços
<b>9</b>	Outros

**Tabela 5 – Tipo de Artigo**

**Sector/Famila (BBB)**

Esta parte do código apresenta dois significados diferentes e depende do tipo de artigo, ou seja, se o tipo de artigo for específico representa o sector fabril do equipamento onde o artigo é usado, se for outro tipo de artigo representa a sua família. A família é a designação mais geral do artigo. Na Tabela 6 são apresentados exemplos para melhor entendimento desta parte do código.

Tabela 6 – Sector/Família

<b>BBB (Sector/Família)</b>				
<b>Cód.</b>	<b>Específicos (sector)</b>	<b>Serviços (sector)</b>	<b>Comuns (família)</b>	<b>Consumíveis (família)</b>
<b>001</b>	Armazém Mat.Primas	Armazém Mat. Primas	Parafusos	Brocas
<b>002</b>	Fusão	Fusão	Fêmeas	Eléctrodos
<b>003</b>	Fundição	Fundição	Anilhas	Cola
<b>004</b>	Acabamentos	Acabamentos	Pernos	Filtros
<b>005</b>	Man. Equipamentos	Man. Equipamentos	Rebites	Lâmpadas
<b>006</b>	Man. Ferramentas	Man. Ferramentas	Cavilhas	Lixas
<b>007</b>	Armazém Expedições	Armazém Expedições	Freios	Perfis
<b>008</b>	Infra-estruturas	Infra-estruturas	Abraçadeiras	Mangueiras
<b>099</b>	Outros	Outros	...	...

**Equipamento/Subfamília (CCC)**

Depois de apontado o sector onde o artigo é utilizado é discriminado em qual equipamento dentro daquele sector o artigo é utilizado. No caso de ter sido apontado a família no ponto anterior, neste segmento do código é descrito qual a sua subfamília. Na Tabela 7 podemos verificar o modo como está estruturado este segmento do código. Nas colunas de código é também visível a parte BBB do código para melhor entendimento.

Tabela 7 – Equipamento Destino/Subfamília

<b>CCC (Equipamento Destino/Subfamília)</b>						
<b>Cód.</b>	<b>Específicos (equipdestino)</b>	<b>Serviços (equipdestino)</b>	<b>Cód.</b>	<b>Comuns (subfamília)</b>	<b>Cód.</b>	<b>Consumíveis (subfamília)</b>
002.000	FUSÃO	FUSÃO	001.000	PARAFUSOS	005.000	LÂMPADAS
002.100	Fornos	Fornos	001.001	Umbrako	005.001	Fluorescentes
002.101	Forno1	Forno1	001.005	Umbrako Embeber	005.005	Incandescentes
002.102	Forno2	Forno2	001.010	Sextavado	005.010	Halogéneo
002.103	Forno3	Forno3	002.000	FEMEA	008.000	MANGUEIRAS
003.000	FUNDIÇÃO	FUNDIÇÃO	002.001	Sextavada	008.001	Máq.Injecção
003.100	Máquinas Injecção	Máquinas Injecção	002.005	Sextavada Inox	008.005	Moldes
003.101	Máquinas Injecção 1	Máquinas Injecção 1	002.010	Autoblocante	008.010	Cortantes
003.102	Máquinas Injecção 2	Máquinas Injecção 2	002.015	Orelhas	008.015	Ar comprimido
...	...	...	...	...	...	...

**Número Sequencial (DDD)**

Começa sempre em 000 com incremento de 005 sempre que o equipamento/subfamília é diferente. Esse incremento foi propositado para possibilitar a inserção de novos artigos entre aqueles que já foram codificados.

**Tipo de Material (E)**

Foram atribuídas oito categorias (Tabela 8) para definir o tipo de material ajudando com isto a ter ainda uma melhor definição do artigo.

**Tabela 8 – Tipo de Material**

<b>E (Tipo de Material)</b>	
<b>Cód.</b>	<b>Artigo</b>
<b>1</b>	Eléctrico
<b>2</b>	Electrónico
<b>3</b>	Mecânico
<b>4</b>	Hidráulico
<b>5</b>	Pneumático
<b>6</b>	P/ Fornos
<b>7</b>	Mangueiras
<b>9</b>	Outro

**Estado (F)**

Representa em que circunstância se encontra o material, ou seja, define se o material é novo, usado/reparado ou mono (Tabela 9).

**Tabela 9 – Estado do Material**

<b>F (Estado do Material)</b>	
<b>Cód.</b>	<b>Artigo</b>
<b>N</b>	Novo
<b>U</b>	Usado/Reparado
<b>M</b>	Mono

Nesta descrição do código adoptado e de todos os subcódigos apenas foram apresentados alguns exemplos para uma melhor percepção da constituição e do método adoptado.

De seguida é apresentada na Tabela 10 uma estruturação do código de um artigo para melhor compreensão do mesmo.

Tabela 10 - Exemplo de Codificação de Artigo

Parafuso Umbrako M3x8						
	Tipo de Artigo	Família	Subfamília	Número Sequencial	Tipo Material	Estado
	Comum	Parafuso	Umbrako	M3x8	Mecânico	Novo
<b>Cód. Específico</b>	2	001	001	000	3	N
<b>Cód. Completo</b>	2.001.001.000.3.N					

### 4.3 Sistema de Código de Barras

O código de barras é usado em diversas áreas da sociedade como forma de automação, agilizando e racionalizando serviços e tarefas.

No projecto foi adoptado o sistema de código de barras para identificar os artigos no armazém e para fazer uma gestão mais eficaz do controlo de stocks. A saída de artigos do armazém era registada através do preenchimento em papel e posteriormente inserida no ERP, mas com esta tecnologia e através de um terminal de leitura de código de barras que recolhe a informação e a disponibiliza num ficheiro, vai tornar mais fácil a actualização do stock no ERP.

A adopção deste sistema permite várias vantagens, tais como:

- Facilitar o fluxo de trabalho;
- Automatizar o sistema de recolha de dados das saídas de armazém;
- Reduzir o tempo da passagem da informação para o ERP da empresa;
- Diminuir o tempo de *picking* por parte dos operadores;
- Diminuir o erro humano na leitura de stock, fazendo com que seja mais eficaz o controlo do stocks, pois será mais rápida a sua actualização como também não haverá erros de interpretação dos dados recolhidos pelos operadores, já que será eliminado o registo escrito.

Com a implementação deste sistema, ao operador bastará passar o leitor portátil de código de barras na etiqueta que se encontra na unidade de armazenamento do artigo, digitar o número de unidades retiradas e o seu código de identificação. Uma das ideias é existir no armazém uma lista dos equipamentos fabris com o respectivo código de barras para o operador registar o destino do artigo retirado do armazém.

Existem vários sistemas de códigos de barras sendo actualmente o mais utilizado o sistema EAN (*European Article Numbering*), sistema esse que está intrinsecamente ligado a artigos que percorrem os canais comerciais. Contudo, para este projecto foi utilizado o Código 39 que é uma simbologia que permite codificar letras, números e alguns símbolos e como os artigos vão ser apenas codificados para uma gestão a nível interno, o Código 39 assegura as exigências da empresa.

O tipo de etiqueta a ser usado para identificação do artigo é constituída pela designação do artigo para o operador não ter dúvida de que artigo se trata já que existem muitos artigos que fisicamente são identicos mas têm especificações diferentes, e por baixo do código de barras está o respectivo código alfanumérico o que faz com que o operador possa introduzir manualmente o código no equipamento de leitura caso não seja possível fazer uma leitura do código de barras. Na Figura 14 é mostrado o tipo de etiqueta usado para identificação dos artigos.

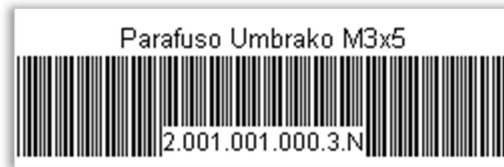


Figura 14 – Etiqueta Usada na Identificação dos Artigos

A Figura 15 mostra o equipamento usado na leitura dos códigos de barras que para além de ler o código, permite juntar outros dados a cada registo, tais como a quantidade do artigo retirado, a data e hora de cada registo e o código do equipamento para onde se destina o artigo, ou seja, este género de equipamento para além de ler código de barras, pode ser programado para receber outra informação através da digitação do teclado, ou seja, as suas funcionalidades dependem sempre das parametrizações que o utilizador lhe der.



Figura 15 – Equipamento Usado na Leitura de Código de Barras

#### 4.4 Parque de Equipamentos e a sua Codificação

Um dos objectivos do projecto era executar o levantamento dos equipamentos existentes na unidade fabril e que possam ser alvo de intervenções por parte da equipa de manutenção. Esse levantamento e posterior codificação dos equipamentos estiveram também relacionados com a codificação dos artigos do armazém, principalmente com os artigos considerados específicos, ou seja, a parte BBB.CCC do código do artigo específico corresponde ao código do equipamento onde é utilizado.

Esta correspondência de códigos está também relacionada com uma futura forma de imputar os artigos aos equipamentos para com isso conseguir um melhor controlo dos gastos sobre o próprio equipamento. Essa imputação será muito importante quando o Módulo de Gestão da Manutenção estiver em pleno funcionamento e a manutenção preventiva seja uma realidade, algo que está previsto para um futuro breve. A ligação entre o Módulo de Gestão da Manutenção e o Módulo Financeiro do ERP fará com que seja mais rigoroso o controlo financeiro.

O parque é o conjunto dos objectos de manutenção, que começa com os respectivos equipamentos e os órgãos ou sistemas desses equipamentos. O parque foi esquematizado em forma de árvore, ou seja, existem vários sectores fabris, em cada sector existe um manancial de equipamentos instalados e em cada equipamento há uma subdivisão em sistemas ou órgãos. O código tem a seguinte estrutura BBB.CCC.ZZZ, onde os caracteres BBB.CCC seguem a mesma nomenclatura que a usada na codificação dos artigos específicos, ou seja, BBB é o sector fabril, CCC os equipamentos desse sector, enquanto os caracteres ZZZ representam sistemas, órgãos específicos ou elementos dos equipamentos. Na Tabela 11 podemos ver o exemplo da codificação do sector da Fusão.

Tabela 11 – Codificação do Sector da Fusão

002.000 FUSÃO					
<b>Fornos Fusão</b>	002.100				
		Forno 1	002.101		
				Sistema de Controlo	002.101.001
				Sistema de Carregamento	002.101.002
				Sistema Vedação/Fecho	002.101.003
				Refractário	002.101.004
				Queimadores	002.101.005
				Termopares	002.101.006
		Forno 2	002.102		
				Sistema de Controlo	002.102.001
				Sistema de Carregamento	002.102.002
				Sistema Vedação/Fecho	002.102.003
				Refractário	002.102.004
				Queimadores	002.102.005
				Termopares	002.102.006
		Forno 3	002.103		
				Sistema de Controlo	002.103.001
				Sistema de Carregamento	002.103.002
				Sistema Vedação/Fecho	002.103.003
				Refractário	002.103.004
				Queimadores	002.103.005
				Termopares	002.103.006
<b>Sistema de Elevação</b>	002.200				
		Guincho Matéria-prima	002.201		
		Cabos	002.202		
<b>Equip. Desgaseificação</b>	002.300				
		Rotor	002.301		
		Motor	002.302		
		Sist. Injecção Azoto	002.303		
<b>Colher Transferência</b>	002.400				
		Colher1	002.401	Refractário	002.401.001
				Colher e tampa	002.401.002
		Colher 2	002.402	Refractário	002.402.001
				Colher e tampa	002.402.002
		Colher3	002.403	Refractário	002.403.001
				Colher e tampa	002.403.002
<b>Outros Fusão</b>	002.999				

Como podemos ver através da Tabela 11 a codificação segue uma estrutura em árvore e o mesmo tipo de codificação foi também utilizado nos sectores do Armazém de Matérias Primas, Fundição, Acabamentos, Manutenção de Equipamentos, Manutenção de Ferramentas, Armazém de Expedição, Infraestruturas, Edifícios e Outras Áreas.

## 4.5 Novo Funcionamento do Armazém

### 4.5.1 Plano de Implementação do Projecto

O trabalho desenvolvido ao longo do projecto foi sobretudo de recolha de dados e análise, embora já se tenha iniciado alguma implementação, sobretudo na implementação do novo *layout* e consequente alocação dos artigos nas novas posições. Contudo, existem certos aspectos do projecto que necessitam de ser introduzidas de forma faseada, tais como a implementação do novo código, quer junto dos artigos, quer dentro do ERP e também a introdução do novo suporte tecnológico. Na Figura 16 é esquematizado o plano de implementação do trabalho desenvolvido.



Figura 16 – Plano de Implementação do Projecto

Os quatro pontos destacados na Figura 16 são essências na implementação do projecto. A identificação, codificação e alocação de todo o stock é essencial para não existirem misturas de tipos de códigos e para não aparecerem artigos sem código, dificultando o seu tratamento. Introduzir o novo tipo de codificação no ERP da empresa é deveras importante para se conseguir o registo da movimentação dos artigos e para se poder usar o leitor do código de barras, já que tendo o suporte tecnológico de leitura de código de barras, o ERP já tem que ter esses códigos introduzidos na sua base de dados. Esse suporte tecnologico é considerado essencial para a empresa. Por último, proceder à formação dos utilizadores é essencial para o

funcionamento do armazém. Essa formação será composta pela descrição dos novos procedimentos do funcionamento do armazém, pela apresentação da nova codificação de artigos e a sua estrutura, e a consciencialização por parte de todos que é necessário rigor e compromisso para o armazém funcionar bem, com eficiência e com um nível baixo de falhas.

Podem-se classificar estas alterações como sendo estruturantes e requerendo um tempo elevado para a sua plena implementação.

As alterações propostas são de dois tipos, físicas e organizacionais.

Relativamente às físicas, estas correspondem à mudança de *layout* do armazém, à mudança na disposição de artigos e no aumento da capacidade de armazenagem com a construção de um novo espaço.

Nas alterações organizacionais, com o novo tipo de codificação, a implementação do código de barras para efectuar os movimentos de armazém implica a mudança de procedimentos e atitudes por parte dos utilizadores e também mudanças nas parametrizações do ERP da empresa, algo que ultrapassa o prazo delineado para este projecto e que implica investimentos financeiros elevados.

#### **4.5.2 Novas Regras de Funcionamento do Armazém**

No desenvolvimento do projecto houve sempre a preocupação de adequar as mudanças definidas a um novo tipo de funcionamento do armazém, especialmente em termos de acessos com o intuito de minimizar todos os problemas de que o armazém padecia, como a quase total liberdade de acesso, a falta de arrumação e o registo deficitário de movimentos de stock, especialmente movimentos de saída. Posto isto, foram estabelecidas algumas regras e procedimentos que são descritos de seguida:

##### **Regras de acesso e utilização:**

- Apenas a utilizadores autorizados;
- Porta do armazém deve estar sempre fechada;
- Para aceder ao armazém os utilizadores autorizados usarão o cartão de identificação da empresa que abrirá a porta depois do cartão ser lido num identificador;
- Com o leitor de código de barras o utilizador deve sempre registar os artigos retirados, a quantidade e também o código do equipamento de destino dos artigos;
- Para sair do armazém os utilizadores farão o mesmo procedimento que na entrada;
- Por vezes existe a necessidade do utilizador entrar acompanhado no armazém, quando isso acontecer o acompanhante deverá assinar um livro de registo, assinalando também a hora de acesso.

##### **Regras no registo de movimentos:**

- A entrada de artigos é executada pelo responsável do armazém. Sendo um artigo já existente em armazém ou na base de dados do ERP é feito o movimento de stock no ERP e colocado no local próprio, contudo se for um artigo novo o responsável tem também a missão de criar o código para o artigo e também de fazer a respectiva etiqueta com o código de barras. Deve também fazer sempre que possível uma verificação do stock existente para verificar a coerência com a informação fornecida pelo ERP.

- A saída de artigos é feita pelos utilizadores com o apoio do leitor de código de barras, sendo esse leitor descarregado no início de cada dia pelo responsável do armazém, que de seguida faz o movimento de stock no ERP. De futuro a empresa tem como objectivo instalar uma forma de actualizar o stock automaticamente.

#### 4.6 Software de Gestão da Manutenção

Ao longo do projecto de reestruturação do armazém da manutenção e intrinsecamente ligado houve por parte da empresa o estudo da implementação de um software de Gestão da Manutenção, algo prioritário para a empresa e que irá avançar muito brevemente. Muito provavelmente esse *software* ficará implementado dentro do ERP já existente na empresa, algo que faz toda a lógica, para que todas as ferramentas utilizadas na empresa fiquem na mesma plataforma e seja mais simples o relacionamento entre elas.

Foi elaborada uma listagem de requisitos e funcionalidades que esse *software* teria que apresentar. Essa listagem engloba também como é óbvio a gestão do armazém da manutenção e do parque de equipamentos e tem de contemplar todos os planos elaborados ao longo do projecto.

Requisitos para a Gestão do Armazém da Manutenção:

- Criação, consulta e edição de registos de artigos. Código de artigo já semi-estruturado para criação mais fácil e rápida de códigos novos;
- Criação, consulta e edição de fornecedores;
- Relacionamento de artigos/fornecedores, artigos/equipamentos e artigos/intervenções;
- Sistema de imputação dos artigos aos equipamentos;
- Controlo de existências em armazém e estimativa em tempo real do valor do conjunto de artigos existentes em armazém;
- Listagem de artigos, fornecedores e movimentos de stock, através da escolha de critérios;
- Incorporação da informação de stock mínimo, custo, prazo de entrega e localização no armazém, nas fichas de artigo.

Requisitos para a Gestão do Parque de Equipamentos:

- Criação, consulta e edição de registos de equipamentos;
- Codificação estruturada em sector, família, subfamília e sistemas/elementos;
- Integração com planos de manutenção e ordens de trabalho;
- Relacionamento entre equipamento/artigos, equipamento/ordem de trabalho;
- Listagem de históricos dos equipamentos, das intervenções a que foram sujeitos através de critérios.

Muitos outros requisitos serão necessários para um eficaz funcionamento do *software* e para responder a todas as necessidades da empresa, contudo no âmbito deste projecto os requisitos acima descritos serão os essenciais para as pretensões da empresa.

## 5 Conclusão e Perspectivas de Trabalhos Futuros

Os objectivos propostos para este projecto foram alcançados, tendo sido criado um modelo de funcionamento do armazém, encontrando-se algumas das medidas propostas em fase de implementação.

As medidas propostas, visando o melhoramento a nível organizacional da área da manutenção industrial da empresa, exigem prazos alargados de implementação, devido ao funcionamento ininterrupto do armazém, e mudanças comportamentais nos seus utilizadores.

Os principais resultados deste projecto foram os seguintes:

Organização do *layout* do armazém de forma mais clara e funcional, com uma melhor e mais racional distribuição dos artigos, facilitando os fluxos internos e diminuindo o tempo de procura dos artigos.

Uniformização do código do artigo, eliminando os vários tipos de códigos que existiam. O novo código apresenta uma estrutura que permite identificar várias especificações do próprio artigo.

Escolha do equipamento e do tipo de etiquetagem usada para dar suporte à implementação do código de barras na identificação dos artigos e na sua movimentação.

Levantamento e codificação do parque de equipamentos. Este código está estruturado em consonância com o código de artigo.

Ao longo do projecto e subjacente a este, houve também a participação activa na definição de parâmetros sobre o Software de Gestão da Manutenção que a empresa pensa instalar num futuro próximo.

Ainda que com algumas reservas, é expectável que, com a total implementação das medidas propostas, acompanhada por uma filosofia de melhoramento contínuo, o funcionamento do armazém sofra melhorias consideráveis, ficando mais actual e em conformidade com o funcionamento dos armazéns mais modernos.

No entanto, este projecto não se pode dar como fechado. Em primeiro lugar com a total implementação das medidas pensadas é expectável que novas ideias e pequenas alterações irão surgir, porque há sempre oportunidades para melhorar procedimentos. Em segundo lugar o cumprimento das medidas adoptadas requer controlo e verificação para que haja uma solidificação da nova filosofia.

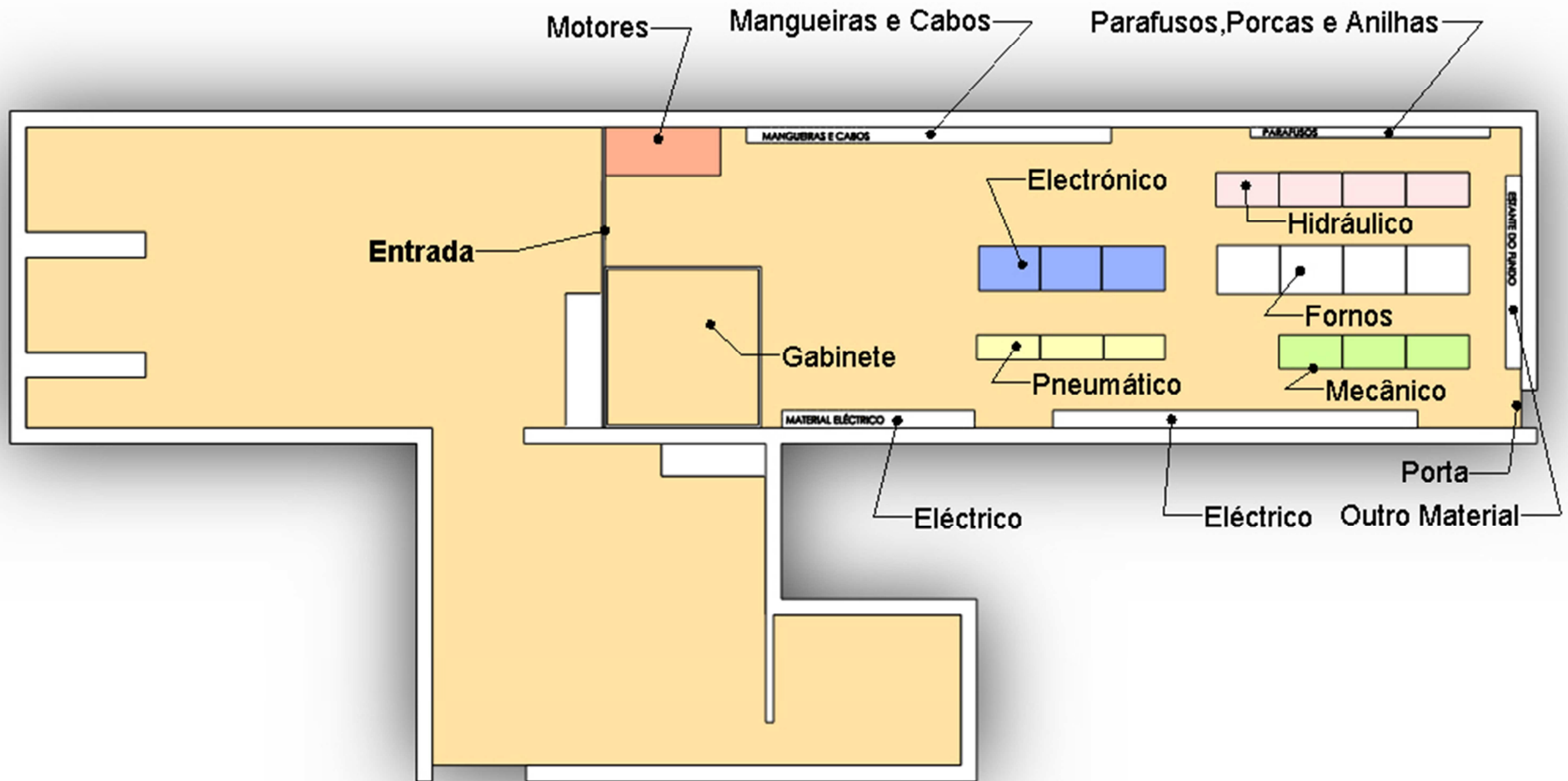
Em termos de perspectivas de trabalhos futuros a implementação de planos de manutenção, no panorama da Manutenção Preventiva dos equipamentos fabris é uma aposta que certamente fará sentido no âmbito da modernização e na redução de custos, muito importante nos dias de hoje para um aumento da competitividade. Esses planos também ajudarão na previsão dos stocks dos artigos de manutenção, já que será mais fácil reduzir stocks em armazém se houver um agendamento das necessidades desses artigos.

O ERP usado na empresa carece de actualizações, situação que está a ser considerada principalmente no que refere aos módulos de Gestão de Armazéns e Gestão da Manutenção.

## Referências

- Sonafi (Sociedade Nacional de Fundição). 2011. <http://ext-server/intranet/> (acedido a 20 Abril 2011)
- Tompkins, James A., White, John A., Bozer, Yavuz A. 1996. *Facilities Planning*. 2ª ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons.
- Cabral, José Paulo Saraiva. 2004. *Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática*. 4ª ed. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas.
- Krippendorff, Herbert. 1972. *Manual de Armazenagem Moderna*. Lisboa: Editorial Pórtico, D.L.
- Guedes, Alcibiades Paulo Soares. 2006. Notas de apoio da disciplina de Logística Industrial.
- Cabral, José Paulo Saraiva. 2009. *Gestão da Manutenção de equipamentos, instalações e edifícios*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas.
- Cavalieri, S., Garetti, M., Macchi, M., Pinto, R. 2008. 'A decision – making Framework for managing maintenance spare parts', *Production Planning & Control*, 19: 4, 379-396.
- Alves, R.M., Zambalde, A.L., Figueiredo, C.F. 2004. *Sistemas de informação*. Lavras: UFLA/FAEPE.
- Boghi, C., Shitsuka, R. 2002. *Sistemas de informação: um enfoque dinâmico*. São Paulo: Érica.
- Sun Hong-Ying. 2009. *The application of Barcode Technology in Logistics and Warehouse Management*. International Workshop on Education Technology and Computer Science
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin, C. 1997. *Gestão da Produção*. Lidel

**ANEXO A: Perspectiva 2D do *Layout* Inicial**



**ANEXO B: Perspectiva 2D do Novo *Layout***

