

**Parametrização de um ERP para obtenção de um
sistema *Pull* no planeamento da produção na
STA - Sociedade Transformadora de Alumínios**

Carlos Filipe Costa Pinto Novais

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Manuel Pina Marques

Orientador na STA: Engenheiro Manuel Casais



FEUP

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

2010-06-23

Para os meus pais e para a Isabel

Resumo

A introdução de conceitos oriundos de uma filosofia *Lean* numa empresa é essencial para a redução de desperdícios e para uma melhoria contínua. A empresa Sociedade Transformadora de Alumínios pretende, a partir da aquisição e implementação de um *software* de gestão integrado, alterar a sua filosofia de produção para um sistema *Pull* de modo a gerar maior valor nos produtos e a garantir a satisfação dos clientes.

Este projecto englobou quatro fases de trabalho.

Na primeira fase procedeu-se ao estudo dos conceitos *Lean* e à identificação de erros no modo de produção actual.

A segunda fase consistiu na obtenção de todas as informações relativas aos artigos produzidos, às operações efectuadas e aos postos de carga existentes de modo a criar uma base de dados essencial para o correcto funcionamento do *software* de gestão integrado.

Na terceira fase procedeu-se à definição de modelos para o planeamento da produção e para a gestão de stocks segundo conceitos baseados em produção *Lean*.

Na última fase efectuaram-se testes aos métodos definidos para a produção, com o intuito de os implementar no *shop floor* através do *software*.

A implementação do *software* na produção foi adiada, devido a dificuldades relacionadas com a sua implementação na secção de contabilidade. No entanto, através dos resultados obtidos na versão de teste foi possível concluir que se irá verificar uma redução dos níveis de stock, minimização de roturas de materiais e será mais fácil cumprir os prazos de entrega estipulados com os clientes.

Parameterization of an ERP for obtaining a Pull system in production planning

Abstract

The practice of concepts from a lean philosophy is essential for a company focusing its management on reducing waste and on continuous improvement. STA by the acquisition and the implementation of an ERP aspires to change its production philosophy to a Pull system, generating higher levels of value in products and ensuring customer satisfaction.

This project included four work phases.

The first phase involved the study of lean concepts and the verification of what was wrong with the current mode of production.

The second phase consisted in obtaining all the information concerning the produced products, the operations and the existing working stations to create a database essential for the proper functioning of the ERP

The third step involved the definition of models for production planning and stock management according to concepts based on lean manufacturing.

In the last phase the methods defined for production were tested on a testing version and there was an intention of implementing all the methods in the shop floor through the software.

The implementation of the software in the production section was delayed due to difficulties related to its implementation in the accounts section. However by the results obtained in the testing version it was concluded that there will a reduction in stock levels, less stockouts and the deadlines stipulated with the customers will be easily achieved.

Agradecimentos

A todas as pessoas da STA que se demonstraram sempre disponíveis para me ajudar quer a nível de obtenção de conhecimentos quer a nível de recolha de informações, em particular ao meu orientador, Eng.º Manuel Casais e ao Director Geral da STA, Robert Matthé.

A todos aqueles que fazem parte da minha vida e que me acompanham e apoiam em todos os momentos.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da STA	1
1.2	O problema na produção da STA.....	2
1.3	Sage ERP X3	3
1.4	Objectivos	3
2	Revisão bibliográfica	5
2.1	ERP	5
2.1.1	História do ERP	6
2.2	Sistema de Produção Toyota – TPS	7
2.2.1	História do TPS.....	7
2.2.2	Casa da Toyota	8
2.3	Produção <i>Lean</i>	9
2.4	Sistema de produção <i>Pull</i>	10
2.4.1	Sistema <i>Pull</i> de Reabastecimento	10
2.4.2	Sistema <i>Pull</i> Sequencial	10
2.4.3	Sistema <i>Pull</i> Combinado.....	11
2.5	Princípio de Pareto.....	12
2.5.1	Classificação ABC	12
3	Parametrização do ERP.....	13
3.1	Parametrização de Artigos.....	13
3.1.1	Metodologia para obtenção de pesos	13
3.1.2	Consequências da nova parametrização.....	15
3.1.3	Casos Especiais	17
3.2	Parametrização das Operações.....	17
3.2.1	Estudo de tempos	17
3.2.2	Metodologia utilizada	18
3.3	Parametrização dos Postos de Trabalho	21
4	Planeamento da Produção.....	25
4.1	Sistema Escolhido.....	25
4.1.1	Classificação de Artigos.....	25
4.2	Alteração das nomenclaturas	27
4.3	Quantidade a produzir.....	28
4.3.1	Lote Técnico	29
4.4	Quantidade a armazenar.....	29
4.4.1	Stock Segurança	30
4.5	Minimização de stock	31
5	Planeamento de Compras	34
5.1	Quantidade a comprar.....	34
5.2	Quando comprar	34
5.2.1	Stock Segurança	34
5.3	Minimização de stock	35
6	Gestão de Produtos Acabados	37
6.1	Quantidade armazenada no supermercado	37
6.2	Produtos a serem armazenados	38

7 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	39
Bibliografia	40
ANEXO A: Simbologia	41
ANEXO B: Folha Excel: Parametrização das gamas	42
ANEXO C: Folha Excel: Parametrização dos artigos (<i>zamak5</i>)	43

Abreviaturas

BOM	<i>Bill of Materials</i> (Estrutura de Produtos)
CRM	<i>Customer Relationship Management</i> (Gestão de Relacionamento com Clientes)
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Sistema de Gestão Integrado)
FIFO	<i>First In First Out</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i> (Planeamento das Necessidades dos Materiais)
MRPII	<i>Manufacturing Resource Planning</i> (Planeamento dos Recursos de Produção)
SMED	<i>Single-Minute Exchange of Die</i> (Troca Rápida de Ferramenta)
TPS	<i>Toyota Production System</i> (Sistema de Produção Toyota)

Índice de Figuras

Figura 1 - Organigrama da STA	1
Figura 2 - <i>Layout</i> da fábrica da STA	2
Figura 3 - A produção actual na STA.....	2
Figura 4 - Operações geridas pelo Sage ERP X3	3
Figura 5 - <i>Software</i> ERP	5
Figura 6 - Casa da Toyota.....	8
Figura 7 - Sistema <i>Pull</i> de reabastecimento	10
Figura 8 - Sistema <i>Pull</i> Sequencial.....	11
Figura 9 - Sistema <i>Pull</i> Combinado	12
Figura 10 - Exemplo de parametrização de um artigo.....	14
Figura 11 - Aumento do preço unitário de artigos de <i>Zamak</i>	16
Figura 12 - Aumento do preço unitário de artigos de Alumínio	16
Figura 13 - Um gito alimenta dois artigos diferentes	17
Figura 14 - Parametrização das operações no Sage X3.....	20
Figura 15 - Operação de um artigo	21
Figura 16 - Exemplo do <i>Layout</i> Interactivo.....	22
Figura 17 - Célula de produção no <i>Layout</i> Interactivo.....	23
Figura 18 - Parametrização de um posto de carga.....	23
Figura 19 - Centro de Carga <i>ZAMAK</i>	24
Figura 20 - Sistema <i>Pull</i> pretendido	25
Figura 21 - Classificação ABC segundo o consumo	26
Figura 22 - Nomenclatura actual de produção.....	27
Figura 23 - Nomenclatura de produção pretendida	27
Figura 24 - Lote Económico	28
Figura 25 - Ponto de Encomenda	30
Figura 26 - Rotura de stock devido à variação do consumo.....	30
Figura 27 - Stock de Segurança.....	31
Figura 28 - Diminuição do lote económico	32
Figura 29 - Parametrização da Produção	33
Figura 30 - Stock de Segurança.....	35
Figura 31 - Níveis de stock no supermercado	38

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Metodologia para obtenção de pesos.....	14
Tabela 2 - Exemplo da consequência da parametrização de pesos	15
Tabela 3 - Número de medições em função do tempo de ciclo.....	19
Tabela 4 - Valores típicos de FA para a qualificação do desempenho do trabalhador.....	19
Tabela 5 - Coeficiente de desempenho.....	20
Tabela 6 - Determinação da taxa de posse	29
Tabela 7 - Diminuição do tempo de produção no Sage ERP X3	32

1 Introdução

Devido à actual crise financeira e à forte concorrência industrial, as empresas para sobreviverem no mercado necessitam de otimizar os seus métodos de produção de modo a alcançar vantagens competitivas relativamente aos principais concorrentes e a orientar os seus serviços de modo a garantir a satisfação total do cliente final. Para a empresa STA - Sociedade Transformadora de Alumínios SA, alcançar tais metas, adquiriu em Janeiro de 2010 um novo sistema de gestão integrado denominado Sage ERP X3.

Para auxiliar na implementação do novo sistema de gestão integrado de modo a introduzir melhorias imprescindíveis no planeamento da produção da fundição da STA, foi levado a cabo este projecto enquadrado no âmbito da realização da dissertação do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica especialidade Gestão da Produção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

1.1 Apresentação da STA

A STA foi fundada em 1989 em parceria com o grupo belga Sobinco. É uma empresa especializada no desenvolvimento e produção de fechaduras e manípulos para portas e janelas. Representa a marca SOFI implementada no mercado nacional há mais de 40 anos. A STA e a Sobinco apostam fortemente numa cooperação ao nível da investigação e desenvolvimento de novos produtos, partilhando os seus potenciais tecnológicos e industriais, maximizando assim o seu *know-how*. [1]

A STA fica situada em Gueifães no concelho da Maia, conta com uma equipa de 155 profissionais qualificados e está dividida em diversos departamentos, identificados na Figura 1. O departamento mais relevante para o projecto foi o departamento de Produção, mais concretamente a secção de fundição. [1]

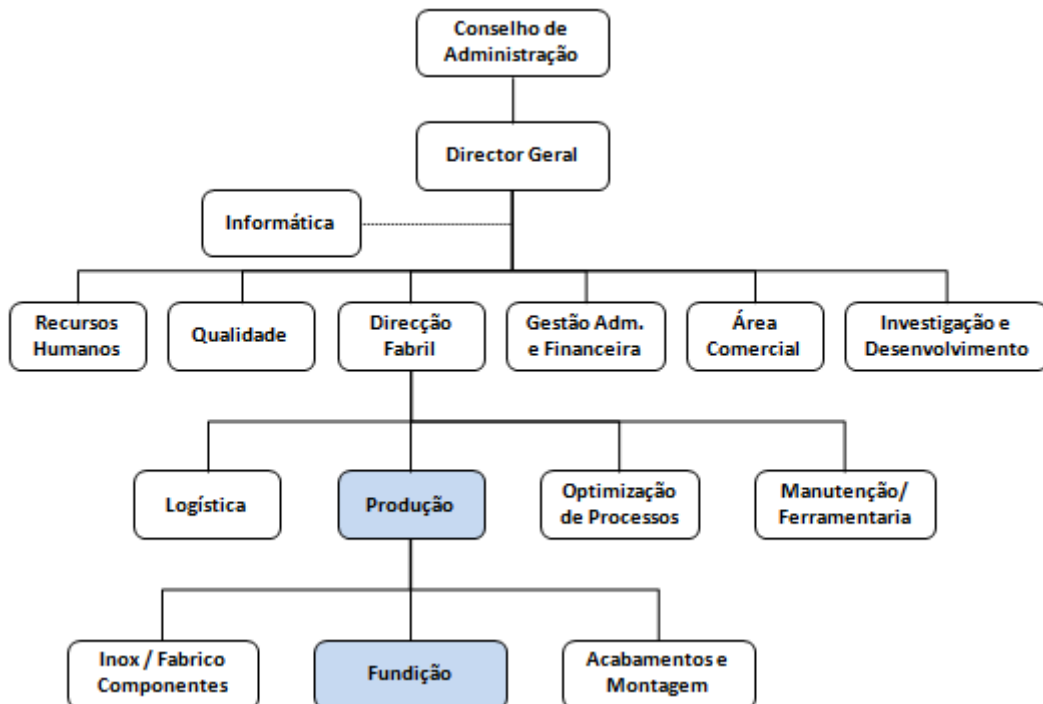


Figura 1 - Organograma da STA

Através do *layout* da fábrica representado na Figura 2 é possível identificar as zonas mais importantes para o desenvolvimento do projecto da secção de fundição. Assinalada a azul encontra-se a zona de fundição por gravidade de alumínio, a vermelho a zona de fundição injectada de alumínio, a verde a zona de fundição injectada de *zamak* e a roxo os robots de esmerilagem situados na zona de polimento.

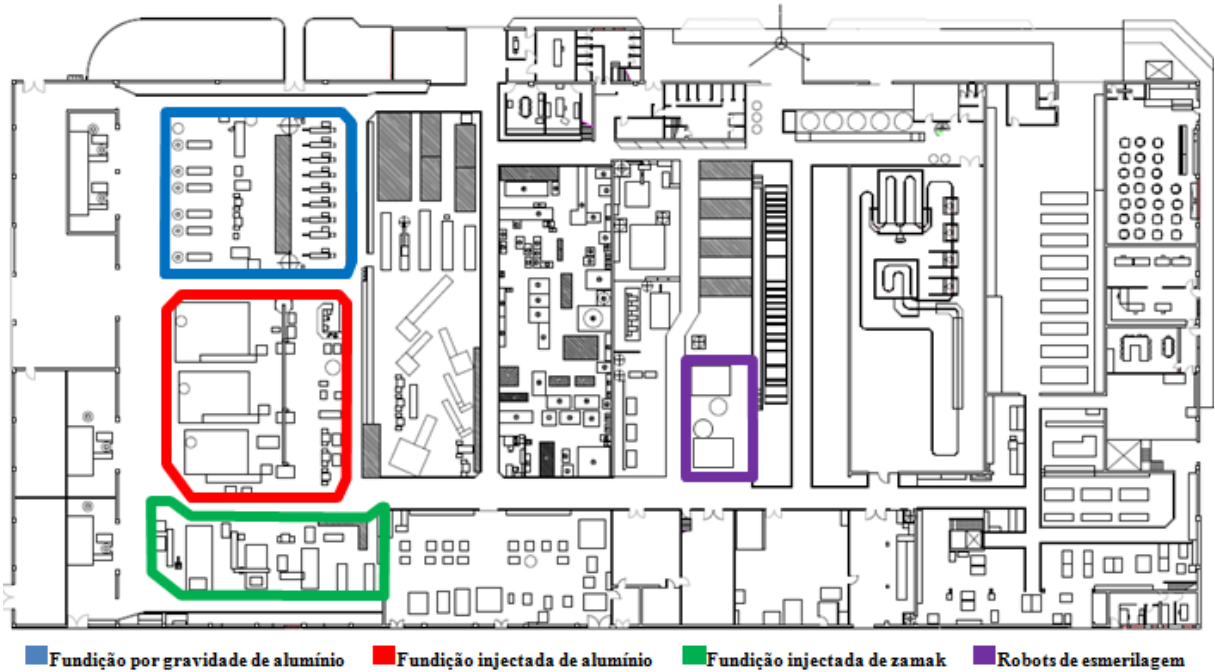


Figura 2 - *Layout* da fábrica da STA

1.2 O problema na produção da STA

A produção na STA funcionava com uma filosofia de produzir para stock (Figura 3). Ao receber uma encomenda, caso não existisse nenhum tipo de stock desse artigo ao longo da fábrica, era libertada uma ordem de fabrico com uma quantidade bastante superior ao encomendado de modo a criar stock nas diversas etapas de produção desse artigo.

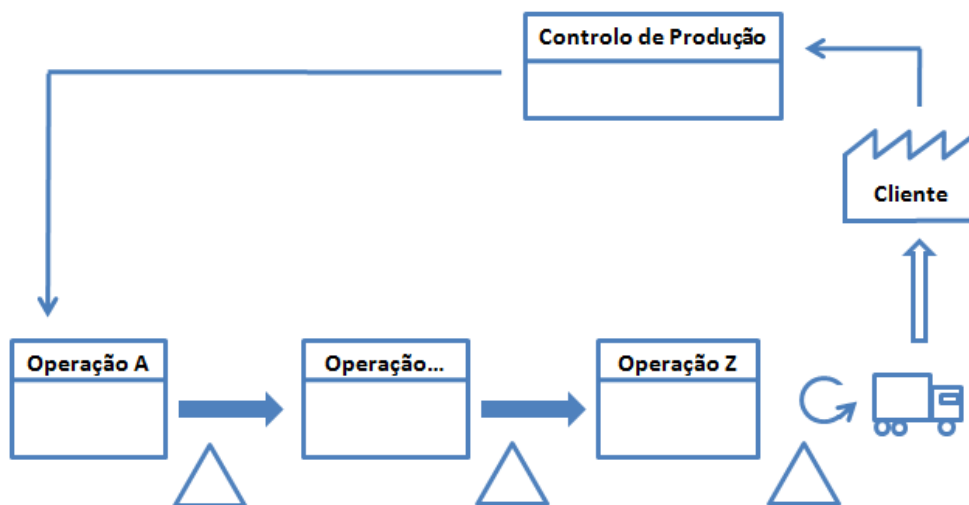


Figura 3 - A produção actual na STA

Não era utilizado qualquer tipo de cálculo para a definição da quantidade a produzir. Este método de produção levou a STA a deparar-se com níveis de stock demasiado elevados. Adicionalmente, e em alguns casos, os artigos tornaram-se obsoletos, por deixarem de ter uso. Devido a não existir nenhum método de gestão de stock, diversos artigos entravam em rotura de stock o que tornava difícil o cumprimento dos prazos de entrega aos clientes.

Os artigos produzidos na secção de fundição possuíam uma nomenclatura de produção constituída por três níveis. O primeiro nível referia-se ao artigo em bruto, o segundo ao artigo com algumas operações de acabamento e o terceiro ao artigo totalmente finalizado. A criação de stock para este tipo de artigos era feita em cada um destes níveis. Este tipo de nomenclatura fazia com que as pessoas responsáveis perdessem demasiado tempo a dar entrada e saída de materiais, o que por vezes levava a grandes discrepâncias entre o stock real e o stock no sistema.

1.3 Sage ERP X3

O Sage ERP X3 é um *software* ERP desenvolvido pelo Grupo Sage que integra todas as informações e todos os processos de gestão de uma empresa numa base de dados única. Permite à empresa uma visão global da sua actividade em tempo real, independentemente do local onde os dados foram criados ou armazenados. O sistema gere globalmente as operações financeiras, o acompanhamento dos stocks, a gestão de relacionamento com clientes (CRM), as compras e a produção, racionalizando ao mesmo tempo o conjunto dos processos da empresa (Figura 4). [2]



Figura 4 - Operações geridas pelo Sage ERP X3 [2]

1.4 Objectivos

Este projecto tem como principal objectivo auxiliar na implementação do Sage ERP X3 de modo a inserir acções correctivas e de optimização na planificação actual da produção da secção de fundição. Pretende-se alcançar um sistema de produção *Lean* de modo a que os níveis de stock da empresa diminuam (redução de desperdícios) e a que os prazos de entrega estabelecidos com os clientes sejam cumpridos.

Para concretizar o objectivo principal foi necessário passar por diversas etapas: a criação de metodologias para a parametrização dos artigos e das operações necessárias ao seu

fabrico; a alteração das capacidades dos postos de trabalho da secção de fundição para capacidades finitas através do conhecimento dos recursos disponíveis para cada um dos processos existentes; a introdução de métodos de gestão de stocks para a criação de lotes de segurança, económicos; e a alteração das nomenclaturas de produção dos artigos de fundição (passagem de 3 níveis para 2 níveis). Espera-se que através da concretização destas etapas a eficiência dos recursos actuais se torne muito superior e que fiquem disponíveis para fazer aquilo que realmente interessa, que não aconteçam roturas de stock de determinados produtos e que os artigos estejam concluídos nas quantidades e nos prazos acordados com o cliente.

2 Revisão bibliográfica

Através da revisão bibliográfica procura-se expor e actualizar os conhecimentos relacionados com os temas tratados neste projecto. Neste capítulo construiu-se a fundamentação teórica proporcionada por autores conceituados, de modo a justificar as diversas opções feitas ao longo do projecto.

2.1 ERP

ERP é a abreviatura para *Enterprise Resource Planning*, cuja tradução livre é Sistema de Gestão Integrado.

Existem diversas definições de ERP, mas na generalidade todas elas apontam para as mesmas noções: Um Sistema de Gestão Integrado representa as técnicas e conceitos necessários para uma gestão dos diversos sectores de uma empresa como um todo, através do uso eficaz dos recursos de modo a melhorar a eficiência da gestão empresarial.

Os *softwares* ERP são na sua forma básica um *software* empresarial que abrange os diversos sectores existentes da empresa (vendas, marketing, produção, compras, finanças, ...) e aplica na prática os conceitos e ferramentas provenientes do ERP (Figura 5). [4]

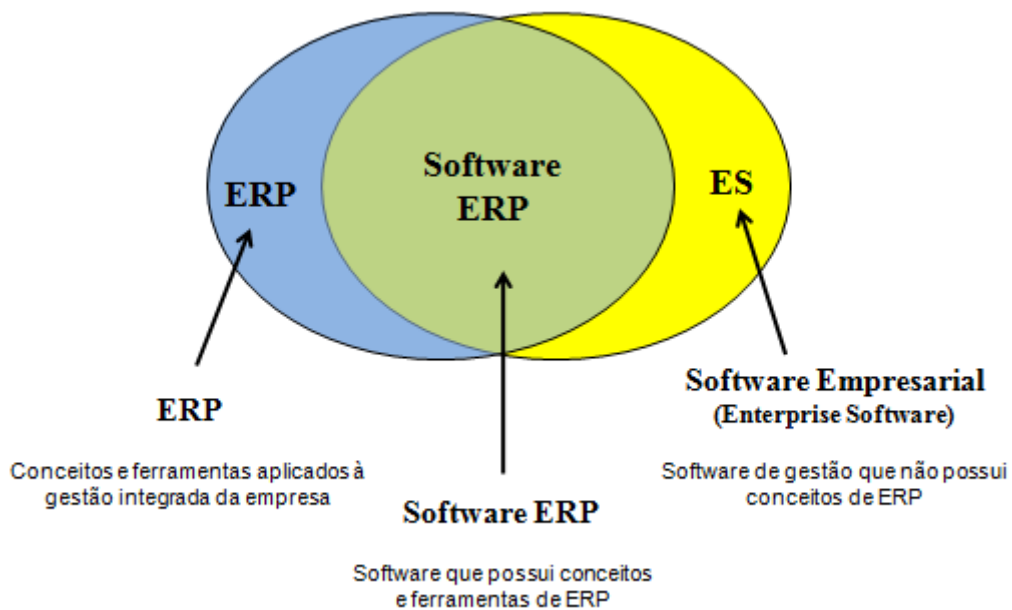


Figura 5 - *Software* ERP [3]

Originalmente os *softwares* ERP eram apenas utilizados na indústria transformadora e consistiam basicamente na gestão da produção, gestão das vendas e nas áreas contabilísticas e financeiras. Mais recentemente iniciou-se a sua adaptação a outros tipos de indústrias, o que fez com que a sua aplicação e utilização se generalizasse a nível mundial. O *software* ERP é projectado de modo a automatizar muitos dos processos básicos da empresa, desde a contabilidade até à produção. Tem como objectivo recolher e partilhar todas as informações relevantes pelos diversos sectores, permitindo assim à empresa obter maior produtividade e ao mesmo tempo reduzir custos e stocks.

O simples facto de implementar um *software* ERP numa empresa não significa que aconteçam melhorias significativas na sua gestão. Em alguns casos até piora a situação actual devido ao facto de o sistema antigo ter sido pelo menos especificamente criado para a respectiva empresa e para as suas actividades. Só é possível atingir melhorias significativas com a implementação do *software* ERP se este for programado de modo a abranger as necessidades e objectivos da empresa, se todos os dados necessários à sua parametrização forem correctamente obtidos e se a partilha de informação entre todos os sectores da empresa ocorrer sem nenhum tipo de dificuldade. [4]

2.1.1 História do ERP

1ª Etapa - Planeamento das Necessidades dos Materiais - MRP

A primeira etapa para a criação do ERP foi dada nos anos 60 com o aparecimento do Planeamento das Necessidades dos Materiais, representado pela sigla MRP (*Material Requirements Planning*).

O aparecimento do MRP foi uma consequência das tentativas de melhoramento da Estrutura de Produtos, designada por BOM (*Bill of Materials*) que consistia numa lista de matérias-primas, produtos semi-acabados e componentes e indicava a quantidade necessária de cada um para a fabricação de um produto final. O raciocínio do MRP teve como objectivo responder às seguintes questões:

- O que se deve produzir?
- O que é que necessário para essa produção?
- O que é que possuímos?
- O que é necessário comprar?

As respostas eram obtidas através do Plano Director de Produção (O que se deve produzir?), do BOM (O que é que necessário para essa produção?), e através do inventário (O que é que possuímos?) determinavam-se os materiais/componentes em falta (O que necessitamos de comprar?). [3]

2ª Etapa - MRP com capacidades finitas

Através do MRP, o planeamento da produção era feito sem que existisse nenhum tipo de informação que permitisse concluir se este era ou não possível de ser alcançado e se os planeamentos anteriores haviam sido concluídos. Nos casos em que o planeamento não era possível de ser executado, a sua criação não acarretava valor para a empresa. Sendo assim surgiu a necessidade de comparar o planeamento com a capacidade dos processos da produção.

Os sistemas MRP que começaram a incluir troca de informações entre a produção e capacidade dos processos ficaram conhecidos como MRP com capacidades finitas (*Closed Loop MRP*). Quando se verificava que o planeamento proposto não era possível de ser realizado, o MRP corrigia o planeamento de modo a este ser executável [5]

3ª Etapa – MRPII

O terceiro passo na evolução foi o Planeamento dos Recursos de Produção designado pela sigla MRPII (*Manufacturing Resource Planning*). O seu aparecimento resultou do desenvolvimento directo do MRP com capacidades finitas e envolveu 3 componentes adicionais:

- Planeamento de vendas e operações
- Interface financeira
- Simulação

Através do MRPII, o planeamento dos recursos de produção começou a efectuar um ajustamento entre o planeamento das necessidades e o planeamento das capacidades. Passou a possuir a capacidade de relacionar diferentes tipos de unidades, ou seja, de considerar o planeamento das necessidades em unidades de stock e o planeamento financeiro na moeda do país e através de simulações podia verificar a resposta do sistema relativamente a diferentes cenários propostos. [4]

4ª Etapa – ERP

Este foi o último passo que conduziu ao aparecimento do ERP. Os seus fundamentos são os mesmos que os do MRPII mas tornou-se ainda mais robusto relativamente à interpretação e troca de informações e a sua utilização como *software* permitiu abranger novos sectores da empresa tais como recursos humanos, desenvolvimento do produto, contabilidade, etc. [3]

2.2 Sistema de Produção Toyota – TPS

A criação do Sistema de Produção Toyota - TPS (*Toyota Production System*) deveu-se fundamentalmente ao fundador da Toyota Sakichi Toyoda, ao seu filho Kiichiro Toyoda e ao engenheiro Taiichi Ohno, sendo este último considerado o principal arquitecto do TPS. Taiichi Ohno fez três afirmações que agrupadas podem definir o TPS:

- "*o principio básico do TPS é a eliminação total de desperdício*"
- "*redução de custos é o objectivo*"
- "*Após a segunda guerra mundial, a nossa maior preocupação era como produzir produtos de alta qualidade. Após 1955, a preocupação passou a ser em como fazer exactamente a quantidade necessária*"

Pode-se assim definir TPS como um sistema de produção focalizado no controlo da quantidade, possui uma forte fundação em processos de controlo de qualidade, o seu objectivo é a redução de custos através da eliminação de todos os desperdícios relacionados aos excessos (*muri*), desequilíbrios (*mura*) e desperdícios (*muda*) e encontra-se em permanente melhoria contínua. [6]

2.2.1 História do TPS

Toyoda Sakichi viajou para os Estados Unidos da América pela primeira vez em 1910, período em que a indústria automobilística começava a ganhar grande popularidade devido à presença do modelo Ford T no mercado. Ao regressar ao Japão, Toyoda Sakichi trouxe um grande entusiasmo pela indústria automóvel. Em 1919 Sakichi Toyoda fundou a empresa

têxtil Toyoda Spinning and Weaving Co,Ld. O nascimento da Toyota Motor Co. aconteceu em 1937 e deveu-se a Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi, cuja principal ambição era a produção em larga escala de automóveis. No entanto, o envolvimento do Japão na II Guerra Mundial adiou as pretensões da Toyota. Com o final da Guerra em 1945 a Toyota retomou os seus planos, mas a indústria japonesa possuía uma produtividade muito baixa quando comparada com a americana. Constava-se que a produtividade dos trabalhadores americanos era aproximadamente dez vezes superior à produtividade dos trabalhadores japoneses. Essa diferença de produtividade apenas poderia ser explicada pela existência de perdas no sistema de produção japonês. Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota, constatou que os trabalhadores eram sub-utilizados, muitas tarefas eram repetitivas e não agregavam valor, a qualidade era negligenciada ao longo de todo o processo de fabricação e existiam elevadas quantidades de stock. Devido a esses factos implementou-se um processo sistemático de identificação e eliminação de desperdícios que se denominou Sistema de Produção Toyota – TPS. O reconhecimento mundial do TPS chegou em 1973 com a crise do petróleo, devido à Toyota ter sido uma das poucas empresas a conseguir sair ilesa. Esse facto despertou a curiosidade de organizações no mundo inteiro para descobrir qual seria o segredo da Toyota. [7]

2.2.2 Casa da Toyota

A casa da Toyota apresentada na Figura 6, foi desenvolvida por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda com o objectivo de explicar a evolução do sistema da Toyota aos seus funcionários e fornecedores.

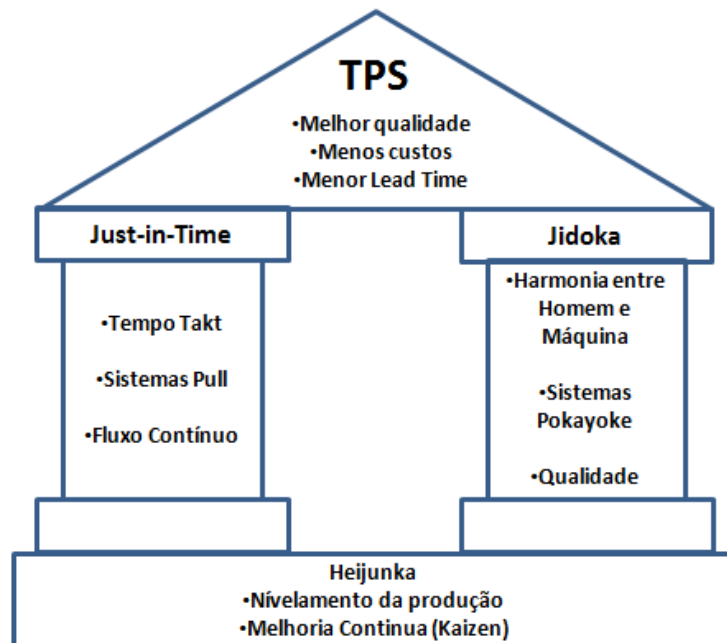


Figura 6 - Casa da Toyota

O primeiro pilar é o *Just In Time* (JIT). Esta é a técnica de fazer exactamente o que o cliente precisa, quando necessário e na quantidade certa. Elimina as principais fontes de desperdício da produção, minimiza os níveis de stock e cria um fluxo otimizado do produto e de informação.

O segundo pilar é designado por Jidoka e consiste em fornecer às máquinas e aos operários a capacidade de detectar anomalias e de interromper de imediato a operação, garantindo assim, a qualidade do produto em cada etapa do processo.

A base da casa é *Heijunka* e conduz a um nivelamento da produção, reduz o *lead-time* total, e coordena as vendas, a programação e as necessidades dos clientes. [6,18]

2.3 Produção *Lean*

A produção *Lean* espelha a gestão feita pelos responsáveis da Toyota Motor CO. através do Sistema de Produção Toyota. Podemos definir a produção *Lean* como um conjunto de conceitos e princípios que têm como objectivo simplificar o modo como uma empresa produz e entrega valor aos seus clientes, enquanto todos os seus desperdícios são eliminados.

Para implementar a produção *Lean* numa empresa são necessárias cinco fases:

- **Definir Valor** - O comportamento do consumidor está constantemente a alterar-se devido às influências tecnológicas, dos mercados e à demografia. Sendo assim, é necessário determinar o que é que o consumidor necessita e quanto é que está disposto a pagar pelo produto/serviço.
- **Mapear a Cadeia de Valor** - A cadeia de valor é utilizada na produção *Lean* para descrever todas as actividades realizadas e as informações necessárias para a produção e entrega do produto/serviço exigido. A análise da cadeia de valor consiste na identificação das actividades que geram valor, das actividades que não geram valor mas são indispensáveis, e das actividades que não geram valor e são desnecessárias.
- **Optimização do Fluxo** - Os produtos ou serviços devem possuir um fluxo de processamento o mais fluido possível de modo a que cada actividade acrescente apenas valor e não contenha desperdícios desnecessários.
- **Implementar Sistemas *Pull*** - Cada etapa de produção deve puxar o que necessita da etapa anterior na presença de um pedido da etapa seguinte. O sistema é apenas accionado quando necessário e quem determina a quantidade e a velocidade da produção é o cliente.
- **Procura da perfeição** - Deve-se sempre procurar melhorar o que se faz actualmente. A eliminação de desperdícios faz com que se revelem desperdícios que anteriormente não se conheciam. A melhoria contínua é possível de ser alcançada através do processo *Kaizen*.

Numa Empresa *Lean* pretende-se utilizar a menor quantidade possível de material, tempo, espaço, instalações, dinheiro, ou qualquer outra coisa que seja necessária para o desenvolvimento e entrega de um determinado produto ou serviço ao cliente. Taiichi Ohno considera como desperdício todas as actividades que adicionam custo mas que não agregam valor e identificou sete principais fontes de desperdício. A eliminação destes sete tipos de *muda* é a chave para a obtenção de uma empresa *Lean*:

- **Transporte:** Movimento de materiais entre processos de transformação.
- **Espera:** Qualquer operador, equipamento ou material que se encontre parado.
- **Excesso de Produção:** Produzir mais do que o cliente necessita. Cria outro tipo de desperdícios tais como maiores custos de posse, maior consumo de matéria-prima e menor flexibilidade de produção.
- **Defeitos:** Qualquer produto ou processo que não cumpra as especificações pretendidas.
- **Stocks:** Qualquer tipo de stock é um desperdício pois ocupa espaço e recursos financeiros.
- **Processo:** Qualquer tipo de esforço que não traga valor do ponto de vista do Cliente.

- **Movimento:** Qualquer movimento de uma pessoa, máquina ou informação que não adicione valor ao processo. [8]

2.4 Sistema de produção *Pull*

O sistema de produção *Pull*, como definido anteriormente, é um sistema apenas accionado quando necessário e quem determina a quantidade e a velocidade da produção é o cliente. Existem três tipos principais de sistemas *Pull*.

2.4.1 Sistema *Pull* de Reabastecimento

Neste tipo de sistema, cada processo contém um supermercado, ou seja, possui uma quantidade específica dos diferentes tipos de produtos produzidos e apenas produz quando é necessário repor produtos no seu supermercado. Conforme o material é retirado do seu supermercado é enviada informação para o processo anterior autorizando a que se retire material deste de modo a repor o nível do supermercado do processo actual. Cada processo é responsável pelo aprovisionamento do seu supermercado (Figura 7). [9,10]

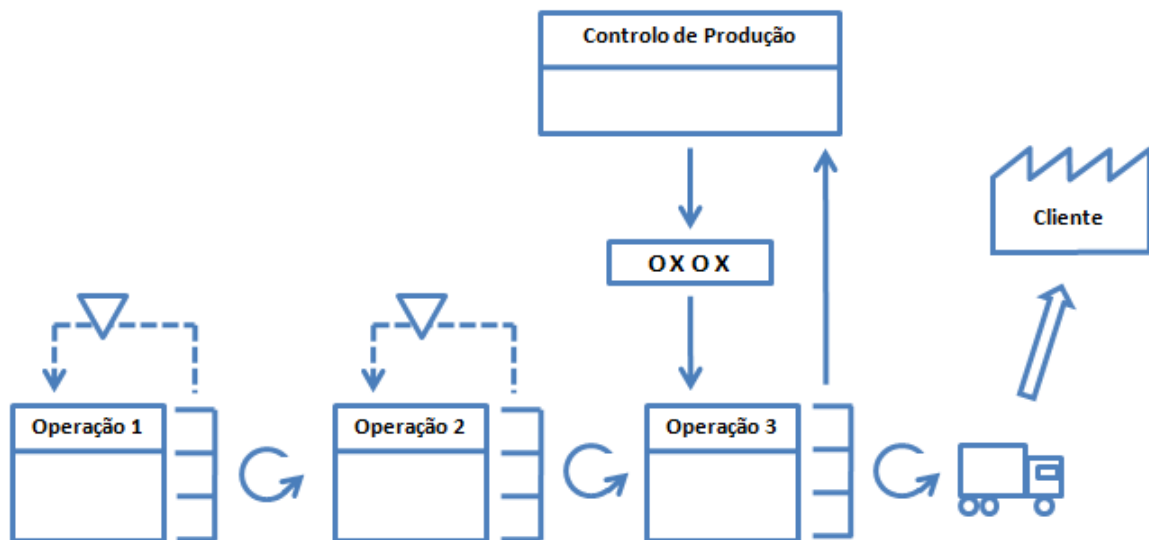


Figura 7 - Sistema *Pull* de reabastecimento [10]

Vantagens: Produtos prontos para expedição a curto prazo.

Desvantagens: Implica a retenção de inventário em cada uma das etapas de produção dos produtos.

2.4.2 Sistema *Pull* Sequencial

Este tipo de sistema é utilizado quando as empresas possuem uma enorme gama de produtos fabricados, tornando-se impraticável a retenção de stock de todos os seus produtos. Ao chegar uma encomenda, o controlo de produção envia informação para a última operação com a quantidade necessária a produzir. Esta irá informar a operação anterior da quantidade necessária a produzir e assim sucessivamente. Os produtos irão ser produzidos por ordem de chegada das encomendas, FIFO (First In First Out). O tempo de produção dos produtos deverá ser inferior ao prazo de entrega definido com os clientes (Figura 8). [9,10]

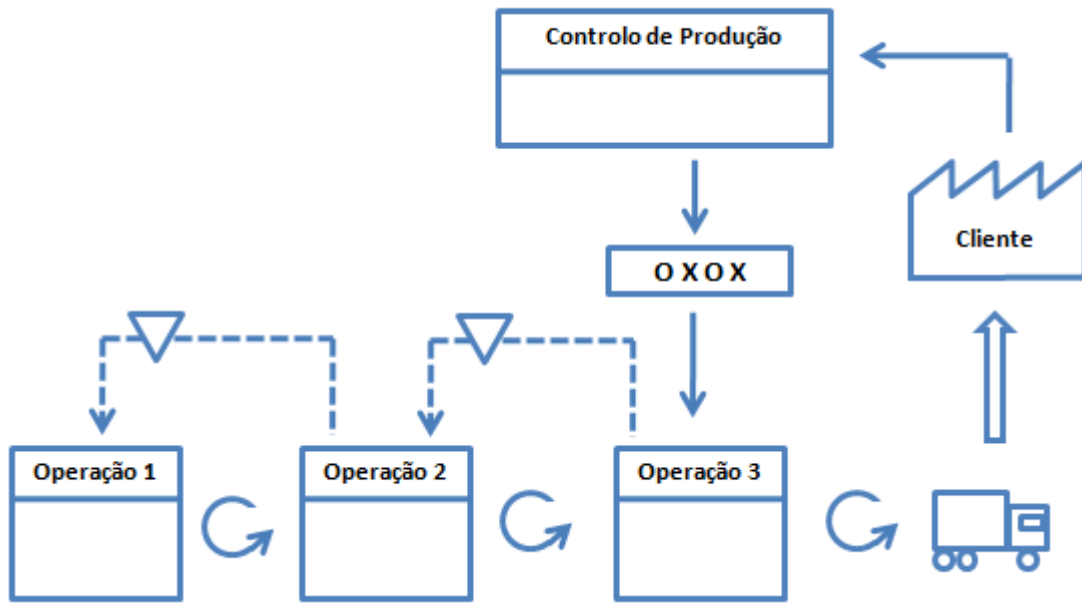


Figura 8 - Sistema *Pull* Sequencial

Vantagens: Requer um inventário pequeno.

Desvantagens: Qualquer problema poderá criar dificuldades para o cumprimento das quantidades e prazos de entrega.

2.4.3 Sistema *Pull* Combinado

Este sistema é uma combinação dos dois tipos de sistemas *Pull* apresentados anteriormente. A sua utilização é mais adequada quando as ordens de fabrico para um certo número de produtos são repetidas, mas também existem produtos cuja produção é rara mas pode ser necessária. Este tipo de sistemas permite a utilização da classificação ABC de produtos. Através da Figura 9 é demonstrado um exemplo onde os produtos classificados como A e B são produzidos através de *Pull* de supermercado (representado a laranja) e os produtos C são produzidos através de *Pull* sequencial (representado a verde). [9,10]

3 Parametrização do ERP




Ao introduzir o novo ERP na STA foram importados diversos dados do sistema anterior. No entanto a fiabilidade desses dados não era muito grande. Além disso, o ERP necessitava de dados adicionais para o seu correcto funcionamento. Neste capítulo irão ser descritas as metodologias utilizadas para o levantamento das informações necessárias para a correcta parametrização do Sage ERP X3.

3.1 Parametrização de Artigos

No ERP o parâmetro necessário para a caracterização dos artigos provenientes da secção de fundição é a quantidade de matéria-prima utilizada para a sua produção, ou seja, o peso do artigo.

3.1.1 Metodologia para obtenção de pesos

Para a obtenção dos pesos foi utilizada uma balança com precisão até à casa decimal e a metodologia utilizada foi a seguinte (Tabela 1):

	Etapa	
1	Peso do conjunto – Efectuou-se sempre a pesagem de 3 conjuntos. Um conjunto é constituído pelo gito e pelas peças que este alimenta.	
2	Peso do gito - Após a separação das peças do gito procedeu-se à pesagem deste. Efectuou-se este passo para os 3 conjuntos.	
3	Peso médio dos conjuntos e dos gitos – Calculou-se o peso médio dos conjuntos (peça + gito) e o peso médio dos gitos.	$\frac{Peso1 + Peso2 + Peso3}{3}$
4	Contagem do número de peças produzidas por gito - Neste passo efectuou-se a contagem do número de peças alimentadas por cada gito, ou seja, o número de cavidades do molde.	
5	% de escória produzida – Através de dados fornecidos definiram-se as seguintes percentagens de escoria produzida por tipo de liga:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2,19% para o <i>Zamak</i> ▪ 6,46% para as restantes ligas

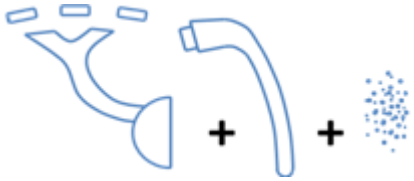
6	Peso de uma peça – Subtraiu-se ao peso médio do conjunto (peças+gito) o peso médio do gito e dividiu-se pelo número de peças produzido	$\frac{(PesoConjunto - PesoGito)}{N^{\circ}Peças}$
7	Peso do gito por uma peça – Dividiu-se o peso médio do gito pelo número de peças	$\frac{PesoGito}{N^{\circ}Peças}$
8	Peso de escória produzido por peça – Determinou-se a quantidade de escória que cada peça com o respectivo peso de gito produzem.	$\frac{\%Escória \times PesoConjunto}{(1 - \%Escória) \times N^{\circ}Peças}$
9	Peso total de uma peça – Peso de uma peça mais o peso de escória produzido mais o peso do gito correspondente à peça. (6)+(7)+(8)	

Tabela 1 - Metodologia para obtenção de pesos

Na antiga base de dados, cada artigo estava apenas parametrizado com o peso de uma peça. No novo ERP, será introduzido como peso do artigo o peso total de uma peça (passo 9), ou seja o peso da peça mais o peso do gito correspondente a uma peça mais o peso da escória correspondente aos dois pesos anteriores, além disso também será introduzido como subproduto o peso do gito. Na Figura 10 apresenta-se um exemplo deste novo tipo de parametrização de peso no Sage X3.

Artigo composto

Artigo similar: 2A0111 | MAN.4000-217.2
 Alternativa: 1 | STA - Produção | Data referência: 02-06-10

Designação: _____ | Unid. stock: UN | Unidade: _____
 Unid. gestão: por um | Qtd. base: 1
 Validade: _____ | Status utilização: Elaboração Exploração

Componente

Seq.	Componente	Designação 1	Quantid. lig.	US	US	Tipo componente	Cód. qtd. lig.	Arred. qt
1	5 101800	ALUMINIO AISi9Cu3(Fe)	0,33	KG	Normal	Proporcional	Ào mais pr	
2	10 101800	ALUMINIO AISi9Cu3(Fe)	0,13	KG	Sub.-produto	Proporcional	Ào mais pr	
3								

Figura 10 - Exemplo de parametrização de um artigo

É possível visualizar as duas quantidades de liga (neste caso: AlSi9Cu3(Fe)) que o artigo necessita para o seu fabrico, estando na primeira linha definido o peso total da peça (33g) e na segunda linha o peso do gito (13g) definido como sub-produto.

3.1.2 Consequências da nova parametrização

Esta parametrização fez com que a requisição de materiais de uma ordem de fabrico tenha em atenção não só a quantidade de matéria-prima necessária para a produção das peças mas também a quantidade de matéria-prima que é utilizada nos gitos. Como o peso do gito é caracterizado como subproduto, ao iniciar uma ordem de fabrico, o ERP irá converter a matéria-prima requerida na fabricação do gito para matéria-prima disponível. Este comportamento do Sage ERP X3 é bastante semelhante à realidade da fundição na STA, pois após a separação do gito da peça, este é enviado para o forno, sendo fundido e passando a ser novamente matéria-prima. O custo de cada produto (considerando apenas custos relacionados com a matéria-prima) calculado pelo ERP passará a ter em conta o peso da peça mais o peso da escória produzida por ela, diferenciando-se assim do antigo método de cálculo que apenas considerava o peso de uma peça. O preço actual de todos os artigos irá sofrer um pequeno aumento devido às perdas serem agora determinadas. Anteriormente para suportar os custos envolvidos com as perdas a STA inflacionava o preço de todas as ligas.

Para auxiliar a perceber quanto é que será o aumento dos preços apresenta-se o seguinte exemplo (Tabela 2):

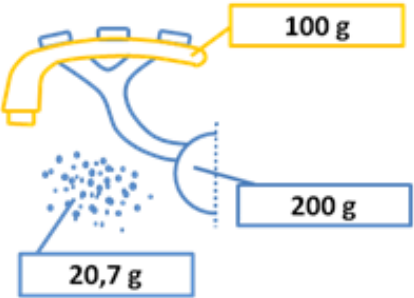
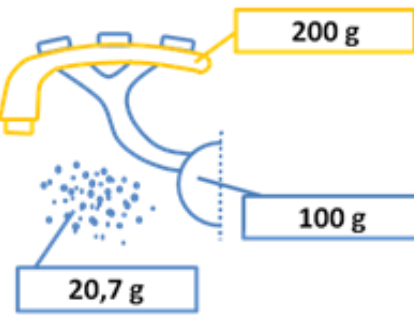
<p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Liga: AlSi10Mg ▪ Preço por kg = 1,98€ ▪ %Escória Produzida = 6,46% ▪ $Rendimento = \frac{PesoPeça}{PesoPeça + PesoGito} \times 100$ 	
 <p>Diagrama de um gito com uma peça de 100g e 200g de escória produzida.</p>	<p>Rendimento = 33,3%</p> <p>Custo Peça = 0,198€</p> <p>Custo Peça+Escória = 0,239€</p> <p>Aumento Preço = 20,70%</p>
 <p>Diagrama de um gito com uma peça de 200g e 100g de escória produzida.</p>	<p>Rendimento = 66,7%</p> <p>Custo Peça = 0,396€</p> <p>Custo Peça+Escória = 0,437€</p> <p>Aumento Preço = 10,35%</p>

Tabela 2 - Exemplo da consequência da parametrização de pesos

Em ambos os casos foram necessárias 300 gramas de matéria-prima para a criação dos conjuntos o que fez com que a quantidade de escória produzida também fosse a mesma (20,7g). No caso em que o rendimento é superior a peça leva mais matéria-prima tornando assim o peso das perdas em relação ao seu menos significativo. Conclui-se então que quanto maior for o rendimento de uma peça menor dimensão terá o valor das perdas em relação ao preço total.

Através das Figura 11 e Figura 12 é possível quantificar em percentagem o aumento do preço unitário relativamente ao rendimento de cada um dos três tipos de fundição existentes na STA.

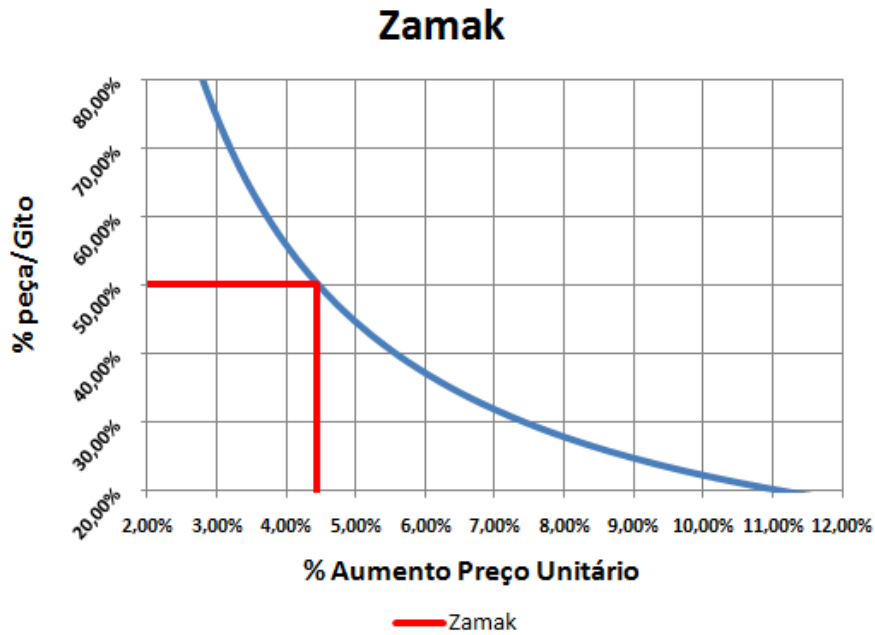


Figura 11 - Aumento do preço unitário de artigos de *Zamak*

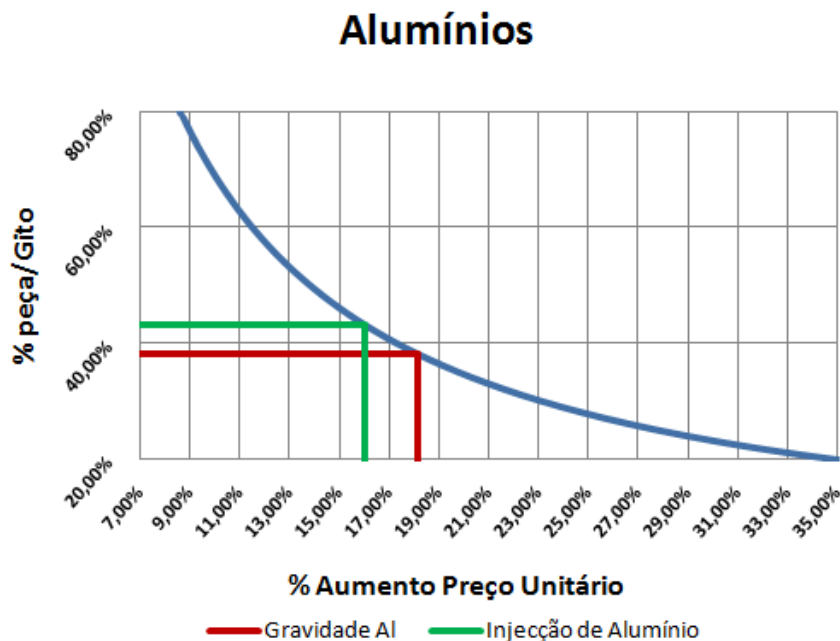


Figura 12 - Aumento do preço unitário de artigos de Alumínio

O rendimento médio para cada tipo de processo de fundição está apresentado para dar uma ideia do aumento médio de preço unitário. Para a fundição injectada de *Zamak* o rendimento é de 50%, o que causa um aumento médio de 5% nos preços, para a fundição por gravidade de alumínio o rendimento é de 39% e o aumento do custo é 18% e para a fundição injectada de alumínio o rendimento é de 44% e o aumento de custo em 16%.

3.1.3 Casos Especiais

Existem algumas situações, tal como se pode ver na Figura 13 Figura 1, em que um molde dava origem a dois artigos diferentes, ou seja, um gito alimentava dois artigos diferentes.

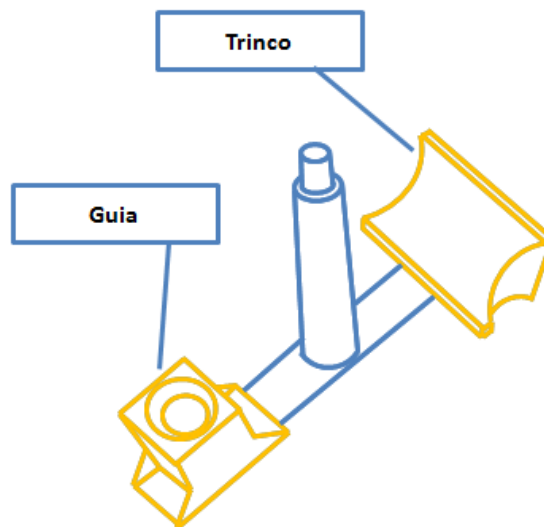


Figura 13 - Um gito alimenta dois artigos diferentes

Nestes casos a metodologia utilizada para a obtenção dos pesos foi muito semelhante:

- 1 - Pesagem de 3 conjuntos
- 2 - Pesagem e cálculo do peso médio do gito
- 3 - Pesagem e cálculo do peso médio para cada artigo
- 4 - Divisão do peso médio do gito por cada artigo
- 5 - Cálculo da escória produzida por cada artigo mais gito correspondente

3.2 Parametrização das Operações

3.2.1 Estudo de tempos

O estudo de tempos foi desenvolvido por F. W. Taylor no início do século XX. Taylor era um engenheiro americano que trabalhava na indústria extractiva (minas) e tornou-se célebre por ter adoptado a divisão do trabalho em tarefas elementares repetitivas. Teve como objectivo tentar responder a duas perguntas básicas:

- Qual a melhor maneira de executar esta tarefa?
- Qual deverá ser o trabalho diário a executar por cada trabalhador para otimizar o trabalho de grupo?

O Estudo de Tempos é uma técnica de medida do trabalho que permite registar os tempos e os factores de actividade para os elementos de uma dada operação ou tarefa executada em determinadas condições e analisar os dados recolhidos a fim de se obter o tempo necessário para executar esta tarefa a um nível de rendimento bem definido. [13]

3.2.2 Metodologia utilizada

O procedimento foi baseado no método da cronometragem. É a mais utilizada das técnicas de medição do tempo. É um método que reflecte o que se passa ao nível do *shop floor*, sendo fácil de compreender e de implementar. Esse procedimento consistiu em: [14]

- a) Identificação da operação e do artigo em causa
- b) Cronometragem dos tempos de ciclo da operação
- c) Determinação do número de ciclos a cronometrar
- d) Cálculo do tempo médio de ciclo
- e) Atribuição de um ritmo de trabalho ao operador em causa
- f) Cálculo do tempo normal da operação

a) - Identificação da operação e do artigo em causa

A primeira etapa tinha apenas como objectivo identificar o artigo (código e designação) e a operação a que estava a ser submetido (código do posto de trabalho e designação da operação).

b) - Cronometragem dos tempos de ciclo da operação

O cronómetro era activado ao mesmo tempo do início da operação e só era terminado após se ter procedido à cronometragem de um número de ciclos suficientes.

c) - Número de ciclos a cronometrar

A determinação do número de ciclos a cronometrar por artigo foi efectuada segundo dois métodos:

- Método prático – No qual são efectuadas 20 a 50 medições em função do bom senso do analista e da amplitude dos valores obtidos. Este método foi utilizado nos casos em que a operação era maioritariamente automatizada, ou seja o trabalhador possuía pouca influência no tempo de operação. [15]
- Método da tabela – No qual o número de medições a realizar é função da duração do ciclo do trabalho a realizar (Tabela 3).

Tempo de Ciclo	Nº de medições
6 segundos	200
15 segundos	100
30 segundos	60
45 segundos	40
1 minuto	30
2 minutos	20
5 minutos	15
10 minutos	10
20 minutos	8
40 minutos	5
> 40 minutos	3

Tabela 3 - Número de medições em função do tempo de ciclo [15]

d) - Cálculo do tempo médio de ciclo

Nesta etapa dividiu-se o tempo total cronometrado pelo número de ciclos medidos, obtendo-se assim o tempo médio de ciclo.

e) - Ritmo de trabalho do operador

A cada operação foi atribuído um factor de actividade (Tabela 4) e um coeficiente de desempenho (Tabela 5) cujos objectivos são relacionar o ritmo de trabalho do operador medido com o ritmo de um trabalhador “normal”.

Qualificação do desempenho do operador na execução da actividade	Factor Actividade
Actividade nula	0 %
Actividade muito lenta (movimento inábeis e hesitantes, executante desinteressado e adormecido)	50 %
Actividade compassada (aparentemente lenta mas sem desperdício de tempo, ritmo sem pressa)	75 %
Gestos vivos e precisos, ritmo normal	100 %
Actividade muito rápida (segurança e destreza e coordenação de movimentos superior à de um trabalhador médio experiente)	125 %
Actividade excepcionalmente rápida (ritmo que não pode ser mantido por muito tempo)	150 %

Tabela 4 - Valores típicos de FA para a qualificação do desempenho do trabalhador [16]

	Habilidade	Esforço	Condições de Trabalho	Consistência do trabalho
Excepcional	+15% +13%	+13% +12%	+6%	+4%
Excelente	+11% +8%	+10% +8%	+4%	+3%
Bom	+6% +3%	+5% +2%	+2%	+1%
Normal	0%	0%	0%	0%
Razoável	-1% -5%	-4% -8 %	-3%	-2%
Fraca	-16% -22%	-12% -17%	-7%	-4%

Tabela 5 - Coeficiente de desempenho [16]

f) - Tempo normal de operação

O tempo normal foi calculado através da seguinte expressão:

$$\text{Tempo Normal} = \text{Tempo Médio} \times (\text{Factor Actividade} + \text{Coef. de Desempenho})$$

A partir do tempo normal obteve-se o valor para a cadência horária:

$$\text{Cadência} = 3600 \div \text{Tempo Normal}$$

Na Figura 14 apresenta-se um exemplo deste novo tipo de parametrização de peso no Sage ERP X3, onde é possível verificar a introdução do tempo de *setup* e da cadência.

Figura 14 - Parametrização das operações no Sage X3

Após a parametrização das operações foi necessário inserir-se na caracterização do artigo as operações a que este era sujeito, tal como se verifica na Figura 15.

	Nr.	Centro	Tipo	Posto	Designação operação	Cadência	Eficiência
1	5	9409	MQ	170	MOLDAR E CORTAR GITO	340,0000	←
2	10	9414	MQ	476	ESMERILAR MEPSA	90,0000	←
3							

Figura 15 - Operação de um artigo

3.3 Parametrização dos Postos de Trabalho

O antigo *software* de gestão considerava os postos de trabalho com capacidade infinita devido a estes não possuírem nenhum limite de carga diária estabelecido. Devido à informação existente no novo ERP ter sido importada do sistema antigo, a capacidade continuava definida como infinita, havendo assim a necessidade de parametrizar correctamente os postos de carga de modo a que o sistema considere a sua capacidade real. As etapas executadas para a parametrização dos postos de trabalho foram as seguintes:

- Identificação dos diversos postos de carga
- Número de máquinas existentes em cada posto de carga
- Número de horas diárias que cada posto de carga funciona
- Definir uma eficiência para o posto de carga
- Aglomeração de postos de carga em centros de carga

Para identificar os diversos postos de carga efectuou-se um levantamento de todas as máquinas existentes na secção de fundição. Devido há existência de um número elevado de máquinas e para posteriormente identifica-las visualmente e saber a qual posto de trabalho é que pertencem, foi criado um *layout* interactivo da secção de fundição.

No *layout* interactivo, todas as máquinas existentes foram identificadas com a cor azul. Ao seleccionar uma máquina, a sua cor altera-se para vermelho e é apresentada uma imagem sua juntamente com o código do posto de carga atribuído, a designação do posto de carga, a quantidade de máquinas semelhantes pertencentes ao mesmo posto e o seu esquema de funcionamento semanal. Em casos em que existam mais máquinas pertencentes ao mesmo posto de carga, estas ficam salientadas a laranja. A eficiência é um valor baseado na interferência do tempo que os trabalhadores necessitam para necessidades pessoais, repouso, auxílio e actos especiais no tempo total disponível do posto de trabalho.

Através da Figura 16 é possível visualizar um exemplo do funcionamento do *layout* interactivo. Neste caso foi seleccionada uma máquina de fundição de alumínio por gravidade. É possível verificar a máquina seleccionada salientada a vermelho e a laranja as restantes máquinas pertencentes ao mesmo posto. Este Posto de carga foi definido como “MAQ.AUTOMATICAS COQUILHA”, possui 6 máquinas e funciona no esquema 1/8 (8 horas por dia, 5 dias por semana).

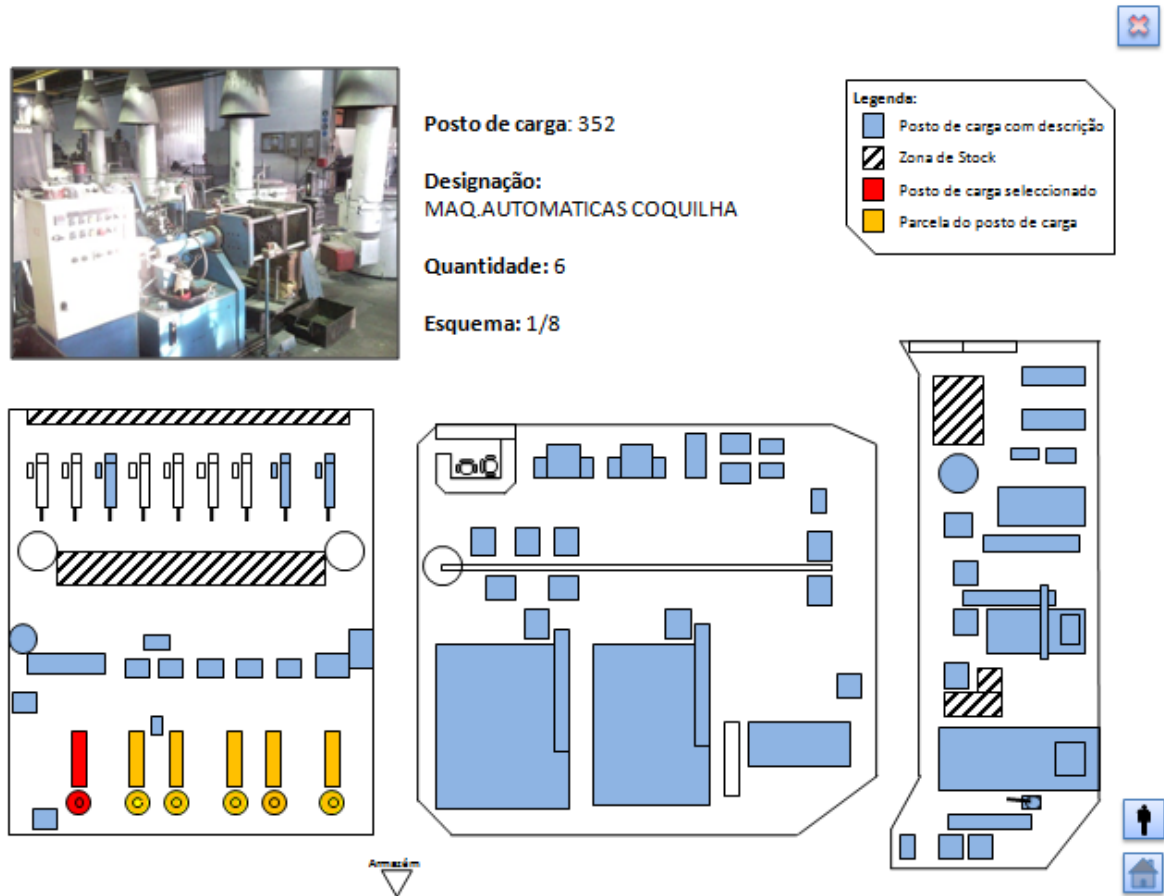


Figura 16 - Exemplo do *Layout* Interactivo

Outra situação em que as máquinas são salientadas com a cor laranja é quando todas pertencem a uma célula de fabrico. Nestes casos a designação do posto de trabalho é definida pelo nome da máquina principal. Um exemplo é máquina de injeção de *zamak* com capacidade de 300 toneladas, pois devido à prensa mecânica, ao robot e à máquina de furar/roscar estarem situados ao seu lado e apenas efectuarem operações nos artigos provenientes dessa máquina de fundição, considera-se esse conjunto de máquinas como um só posto de trabalho, neste caso designado por “ITAL-PRESS 300 ZAMAK” (Figura 17).

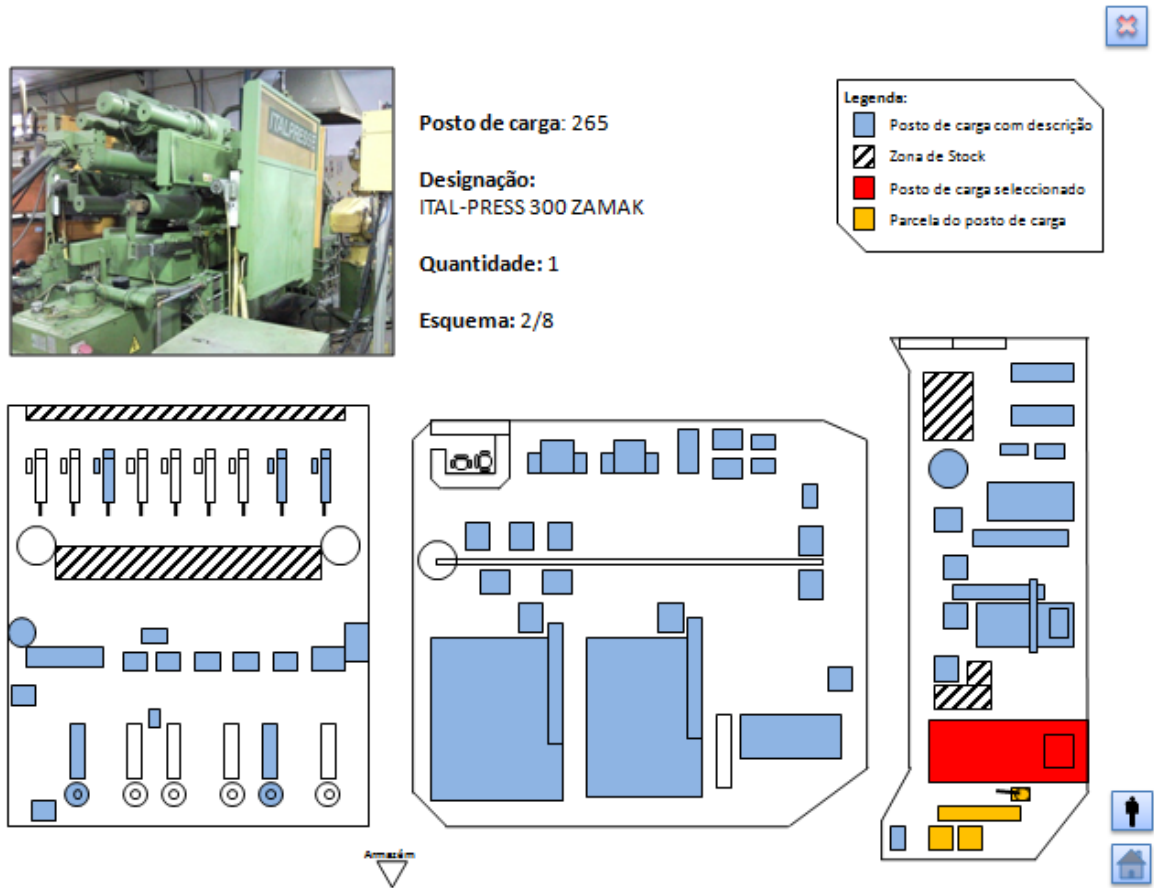


Figura 17 - Célula de produção no *Layout Interactivo*

Através da Figura 18 é apresentado um exemplo da parametrização de um posto de carga no Sage ERP X3, onde se inseriram os diversos dados recolhidos:

Posto de carga: 265 [Ligação estab.](#) A Estab. STA

Designação: ITAL-PRESS 300 ZAMAK Dscr. curta

[Centro de carga](#) 9408 ZAMAK

Máquina Mão de obra Subcontratação

Gestão Variação Substituição Carga

Parâmetros

[Esquema](#) 2/8 16 horas/dia; 5 dias/semana

Seccção valoriz.

Numero exemplar(es) 1 % saldo automático 100,000

Localização Nível qualificação

Nível visualização: Nível 1

Forçado Agrupamento Horizonte 0 Dias

RCCP

Performances

Eficiência em % 90,0

Perda em % 0,000

Acumul.

Tempos previstos 0,0000

Tempos realizados 0,0000

Figura 18 - Parametrização de um posto de carga

A última etapa executada foi o agrupar dos diversos postos de carga em 4 centros de carga:

- **Zamak** - Todos os postos de carga que apenas executam operações em artigos provenientes do processo de fundição de zamak injectado.
- **Alumínio** - Todos os postos de carga que apenas executam operações em artigos provenientes do processo de fundição de alumínio injectado.
- **Coquilha** - Todos os postos de carga que apenas executam operações em artigos provenientes do processo de fundição de alumínio por gravidade.
- **Mecanizações** - Todos os postos de carga que efectuem operações a artigos provenientes dos diferentes tipos de processos de fundição.

Através da Figura 19 apresenta-se a aglomeração dos postos de carga no centro de trabalho ZAMAK.

Última leitura			
Centro de carga			
Centro de carga	Descrição posto		
9401	FERRAMENTARIA		
9408	ZAMAK		
9409	ALUMÍNIO		
9410	COQUILHA		
9411	MECANIZAÇÕES		
9413	VIBRAÇÃO		
9414	POLIMENTO		
9415	ANODIZAÇÃO		
9416	PINTURA LIQUIDA		
9417	LACAGEM		
9418	ESMERILAGEM		
9421	FABRICO COMPONENTES		
9422	INOX		
9425	MONTAGEM		
9598	SUB-CONTRATAÇÃO		

Centro de carga	9408
Descr.	ZAMAK
Nível visualização	Nível 1

Caso de emprego			
	Posto de carga	Designação do posto	Tipo posto carga
1	200	MO.FUNDIÇÃO	Mão de obra
2	252	OPER.MANUAIS FZ	Mão de obra
3	255	TRIULZI 130 ZAMAK	Máquina
4	260	TRIULZI 40 ZAMAK	Máquina
5	265	ITAL-PRESS 300 ZAMAK	Máquina
6	267	FRECH 80 ZAMAK	Máquina
7	270	BUHLER A5 ZAMAK	Máquina
8	285	BALANCES ZAMAK	Máquina
9	370	MAQ.ATARRACH. CRIDAN	Máquina
10	375	TORNO SOFI	Máquina
11	380	MAQ.TRANSFER CORPOS	Máquina
12	385	MAQ.ATARRAC.CRIDAN 2	Máquina
13	400	MÃO RÓSG&R (Eliminar)	Máquina

Figura 19 - Centro de Carga ZAMAK

4 Planeamento da Produção

4.1 Sistema Escolhido

Como já referido anteriormente, o objectivo ambicionado para o planeamento da produção da STA é a introdução de um sistema *Pull*. No segundo capítulo fez-se uma introdução aos tipos de sistemas *Pull* existentes e após uma análise do *shop floor* concluiu-se que o sistema mais indicado a adoptar na STA será o de *Pull* combinado. Através da Figura 20 é possível verificar o sistema *Pull* combinado pretendido:

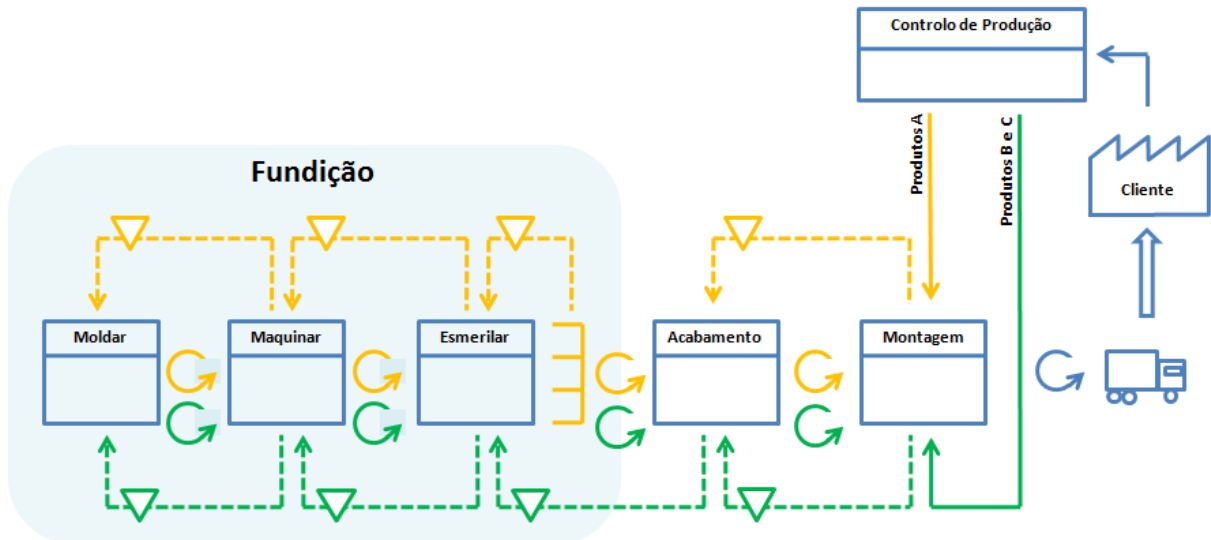


Figura 20 - Sistema *Pull* pretendido

É de notar que houve a criação de um supermercado no último processo da secção de fundição. Esta opção foi tomada devido ao tempo que cada artigo demora desde a sua moldação até à sua finalização ser consideravelmente longo, o que dificulta o cumprimento dos prazos de entrega.

Como qualquer tipo de stock é considerado um desperdício devido a ocupar espaço e recursos financeiros, o supermercado não deve possuir todos os artigos produzidos, mas sim apenas uma gama de produtos muito bem definida. Caso o supermercado possuísse todo o tipo de produtos, no momento da introdução no ERP da quantidade de armazenamento pretendida para cada artigo semi-acabado, poderia ocorrer uma sobrecarga de ordens de fabrico, cujo intuito seria apenas o de repor níveis de stock de todos artigos que possuíssem uma quantidade inferior à definida no supermercado.

Para decidir quais os produtos que serão armazenados no supermercado procedeu-se a uma classificação ABC.

4.1.1 Classificação de Artigos

Esta classificação possui uma ligeira modificação relativamente à que se apresentou no segundo capítulo, pois não vai ter em conta o valor de vendas do artigo em relação ao valor de vendas total, mas sim o consumo do artigo em relação ao consumo total. Esta escolha deveu-se à existência de produtos cujo valor é pequeno mas que são fundamentais para a montagem de artigos finalizados (Figura 21). Além disso, esta classificação foi efectuada em

cada um dos principais processos de fundição existentes na STA (fundição por gravidade de alumínio, fundição injectada de alumínio e fundição injectada de *zamak*).

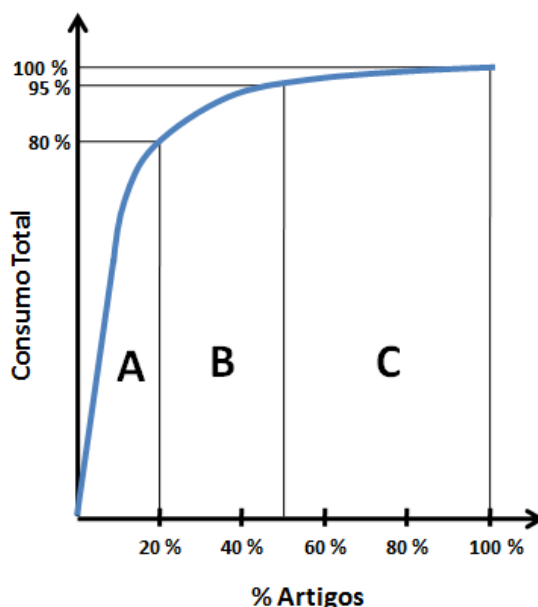


Figura 21 - Classificação ABC segundo o consumo

Como se verifica na Figura 21, os artigos foram classificados segundo 3 classes:

- A – nos quais se encontram cerca de 20% dos artigos e que representam cerca de 80% do consumo total.
- B – nos quais se encontram cerca de 30% dos artigos e que representam cerca de 15% do consumo total.
- C – nos quais se encontram cerca de 50% dos artigos e que representam cerca de 5% do consumo total.

Foi decidido que o supermercado apenas irá armazenar os produtos classificados como A. Pretende-se que ao receber uma encomenda destes produtos, as operações de acabamento e montagem puxem do supermercado os produtos semi-acabados e que os concluem de modo a serem expedidos muito rapidamente.

Os produtos classificados como B e C funcionarão com o sistema *Pull* sequencial, pois ao receber uma encomenda de algum deste tipo de produtos, a sua produção será “puxada” a partir da primeira etapa de produção.

Sendo assim, o supermercado da zona de fundição irá conter 64 dos cerca de 400 artigos produzidos, mais concretamente 41 artigos provenientes da fundição injectada de *zamak*, 17 da fundição por gravidade de alumínio e 6 na fundição injectada de alumínio.

4.1.1.1 Classe D

A STA está constantemente a desenvolver e a produzir novos produtos. Para estes possuírem prazos de entrega relativamente curtos existe a necessidade de possuir no supermercado da fundição uma determinada quantidade de produtos semi-acabados.

Para o Sage ERP X3 considerar que o supermercado deve armazenar este novos produtos, adicionou-se a classe D às classes A, B e C. Esta classe será utilizada em artigos que não possuam informação relativamente a consumos de datas anteriores. Os produtos classificados como D necessitam de um dado adicional: a procura prevista, através da qual o

software determinará a quantidade a produzir de cada vez (lote económico) e a quantidade a armazenar no supermercado (ponto de encomenda).

Sendo assim o supermercado irá armazenar produtos classificados como A e D.

4.2 Alteração das nomenclaturas

Como se pretende possuir stock no supermercado de artigos semi-acabados cujas operações executadas na secção de fundição estejam todas concluídas, houve a necessidade de alterar as nomenclaturas de produção actuais. Para explicar as alterações necessárias vai-se utilizar o exemplo de um artigo com a designação Base 219.

As nomenclaturas de produção actuais da Base 219 são as seguintes (Figura 22):

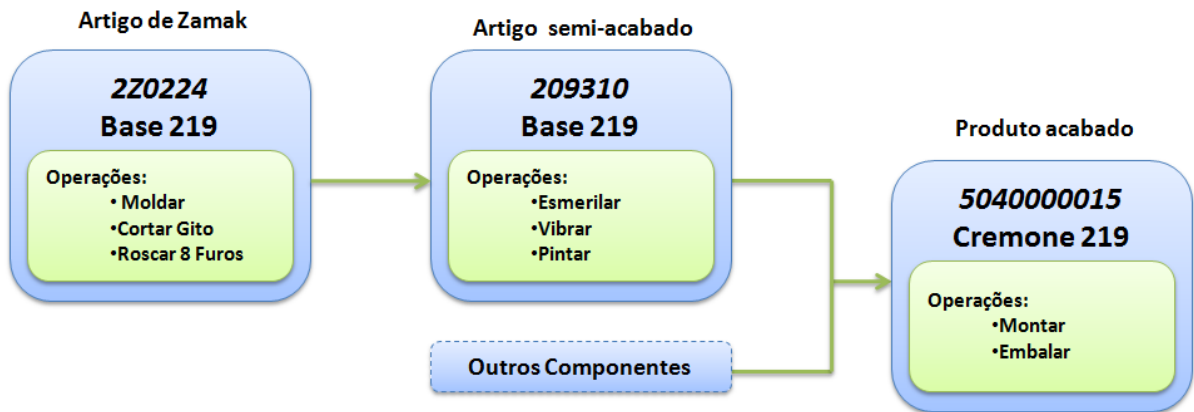


Figura 22 - Nomenclatura actual de produção

Como se pode verificar, a nomenclatura actual possui três níveis. O nível intermédio possui uma operação que pertence à secção de fundição: a operação de esmerilar. Como o objectivo é passar de três para dois níveis, é necessário enviar a operação de esmerilagem para o primeiro nível e o resto das operações para o terceiro nível. O objectivo pretendido é então (Figura 23):

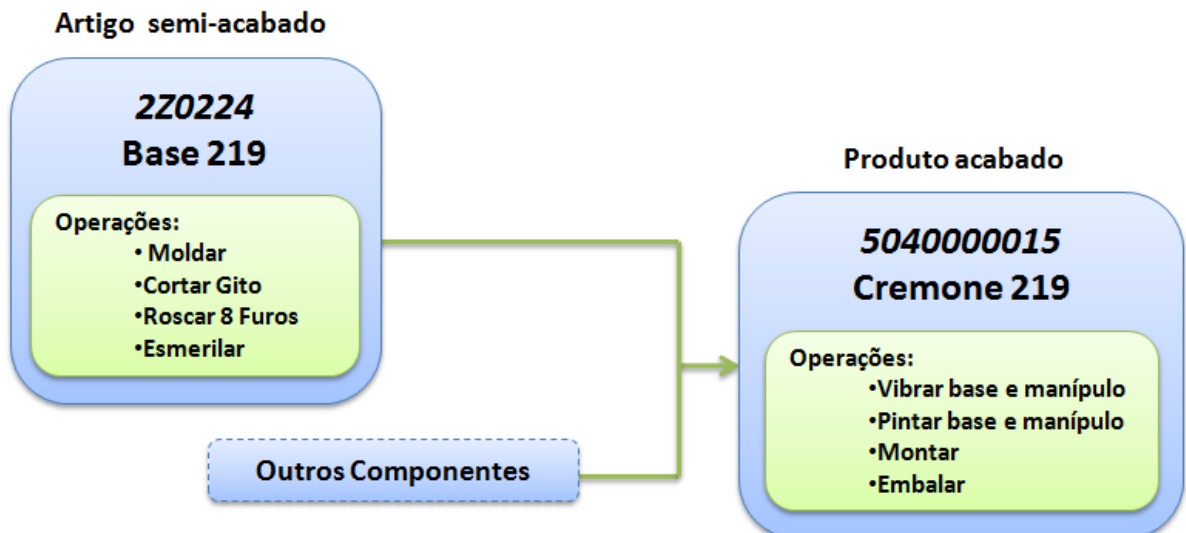


Figura 23 - Nomenclatura de produção pretendida

No supermercado irá ser armazenado o artigo semi-acabado. Esta alteração de nomenclaturas é um processo moroso pois terá que ser executado manualmente artigo a artigo, de modo a definir a nova localização das operações do nível intermédio.

4.3 Quantidade a produzir

Como as máquinas de fundição têm actualmente um tempo de *setup* bastante elevado, é necessário evitar que ocorram situações em que o ERP lance ordens de fabrico de pequenas quantidades, cujo tempo de produção seja muito inferior ao de *setup*. Com este fim tem de se determinar uma quantidade a produzir de cada artigo que minimize os diferentes tipos de custos envolvidos. Essa quantidade vai ser determinada através do lote económico.

O lote económico visa minimizar dois tipos de custos: o custo de armazenamento (quanto menor a quantidade de artigos em stock menor serão os custos) e o custo de lançamento da ordem de fabrico (quanto maior a quantidade de unidades criadas menor será o custo de fabricação por unidade). Como se vê na Figura 24 o lote económico advém da intersecção das curvas dos dois tipos de custos, ou seja o ponto onde o custo total é menor. [12]

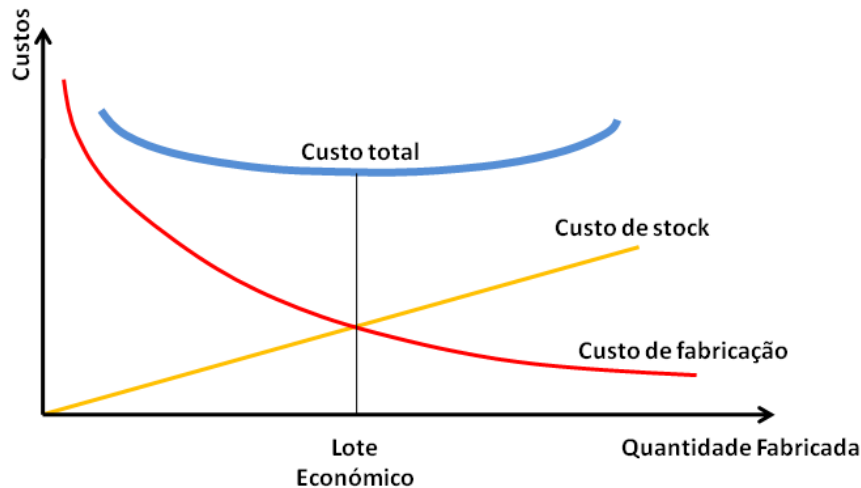


Figura 24 - Lote Económico [12]

O lote económico será calculado através da seguinte expressão:

$$LE = \sqrt{\frac{2 \times C \times CF}{TP \times CU}}$$

Legenda:

- LE - Lote económico
- C - Consumo anual
- CF - Custo fixo de fabrico
- TP - Taxa de posse
- CU - Custo unitário

O custo de fabrico foi calculado através da seguinte expressão:

Custo fixo de fabrico

$$= \text{TempoSetup} \times (\text{CustoDowntime} + \text{CustoFerramentaria}) \\ \times (1 + \text{TaxaOportunidade}) + \text{CustoAdministrativo}$$

Legenda:

- Custo ferramentaria por hora: 13€
- Custo downtime por hora: depende da máquina em questão
- Taxa de oportunidade: 15%
- Custo Administrativo: 5€

Através da taxa de posse é possível determinar o custo de manter em armazém uma unidade de um determinado produto, durante um determinado período de tempo. É difícil definir um valor mas existem estimativas para a generalidade dos negócios, que apontam para (Tabela 6):

	% Custo
Custo do dinheiro	10% a 15%
Custo do espaço	2% a 5%
Perdas	4% a 6%
Manuseamento	1% a 2%
Administração	1% a 2%
Seguros	1% a 5%
TOTAL	19% a 35%

Tabela 6 - Determinação da taxa de posse [17]

Com base nos valores da Tabela 6, decidiu-se estabelecer a taxa de posse como 25%.

4.3.1 Lote Técnico

O lote técnico foi determinado através do número de cavidades que cada molde possui, ou seja, o número de unidades que em cada moldação são criadas. Este lote fará com que o lote económico passe a ser um número múltiplo seu.

4.4 Quantidade a armazenar

Para determinar o nível de stock que o supermercado deve possuir de cada produto e devido à utilização de lotes económicos, recorreu-se ao método de gestão de stocks denominado ponto de encomenda. Este método consiste em lançar uma ordem de fabrico da quantidade previamente definida pelo lote económico assim que o stock atingir um determinado nível, o chamado ponto de encomenda (Figura 25). [12]

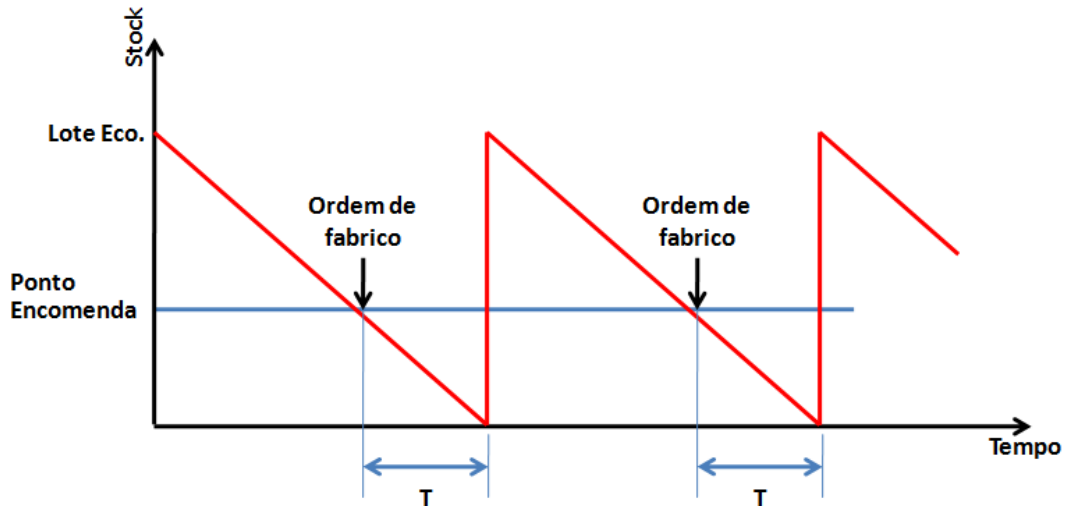


Figura 25 - Ponto de Encomenda [12]

O ponto encomenda é calculado através da expressão:

$$PE = T \times C$$

Legenda:

- T - Tempo necessário para a produção do lote económico (em meses)
- C - Consumo médio mensal

4.4.1 Stock Segurança

A Figura 25 representava o consumo como constante, algo que na realidade não ocorre. O consumo na vida prática é difícil de prever e apresenta flutuações como se vê na Figura 26. Essas flutuações podem causar excesso ou roturas de stock.

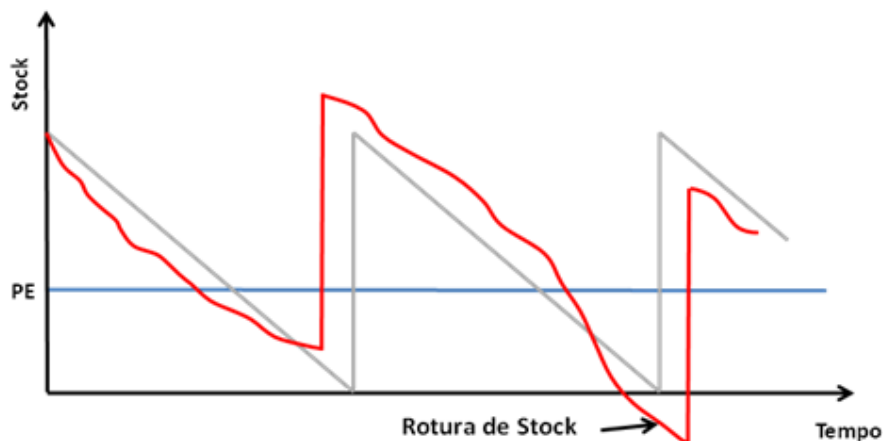


Figura 26 - Rotura de stock devido à variação do consumo

Uma maneira de minimizar o aparecimento de roturas de stock é a criação de stock de segurança (Figura 27). O inconveniente na sua utilização é o aumento do stock, o que causa maiores custos de posse.

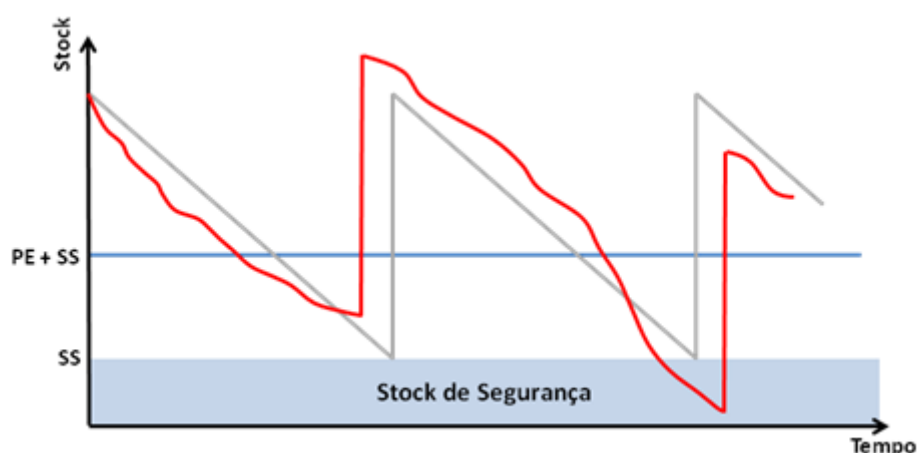


Figura 27 - Stock de Segurança [12]

Devido à STA possuir uma grande flutuação ao nível do consumo dos produtos provenientes da fundição, resolveu-se proceder à criação de um stock de segurança calculado através da expressão:

$$\text{Stock Segurança} = k \times \sigma(C) \times \sqrt{T}$$

Legenda:

- k - nível de serviço = 80%
- $\sigma(C)$ - Desvio padrão mensal do consumo
- T - tempo necessário para a produção do lote económico (em meses)

4.5 Minimização de stock

De modo a minimizar o nível de stock efectuaram-se algumas alterações na parametrização do cálculo de lotes.

O tempo de *setup* das máquinas de fundição possui uma grande influência no cálculo dos lotes económicos. Os tempos de *setup* registados na STA para as diversas máquinas de fundição rondam as 2h30m. Um dos objectivos que a STA propõe para um futuro próximo é a implementação de técnicas de mudança de ferramenta rápida (SMED) para que ocorra uma diminuição desses tempos. A empresa Sobinco através da implementação de técnicas SMED conseguiu reduzir facilmente o tempo de *setup* das suas máquinas de fundição para 1h30m. Com base nesses resultados, alterou-se no Sage ERP X3 o tempo de *setup* para 1h30m. Esta alteração fará com que ocorra uma diminuição da quantidade dos lotes económicos. Na Figura 28 é demonstrado um exemplo, onde se comparam os lotes económicos considerando o tempo de *setup* de 2,5 horas e 1,5 horas. Verifica-se que a diferença dos lotes económicos é bastante significativa.

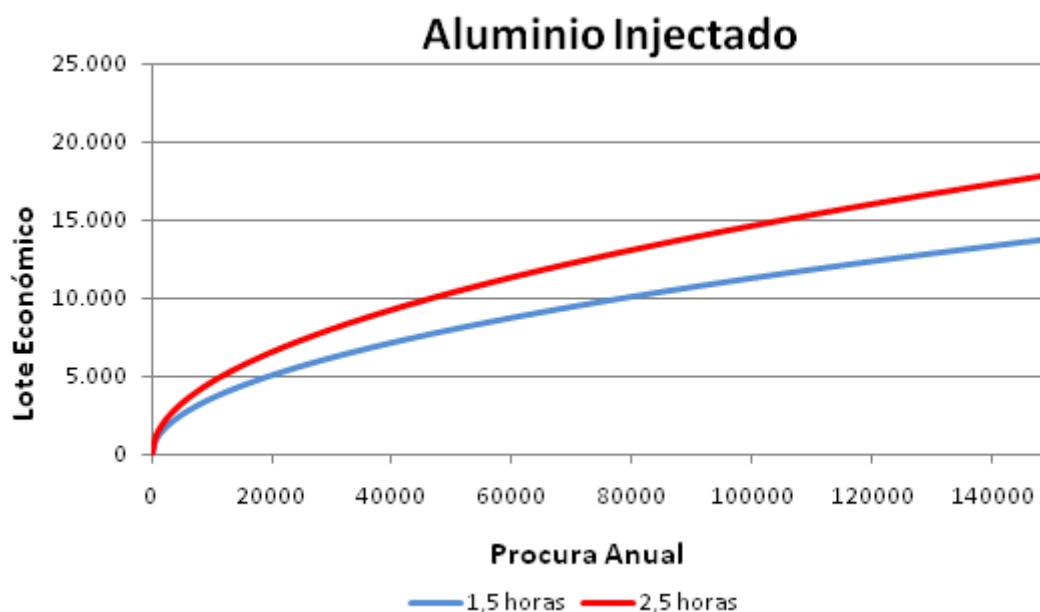


Figura 28 - Diminuição do lote económico

Além da alteração do tempo do *setup*, também se procedeu à alteração do tempo de produção dos lotes económicos. O Sage ERP X3 irá considerar como tempo de produção dos lotes económicos um valor inferior ao da realidade. Para produtos que possuam um tempo de produção do lote económico superior a 10 dias, o Sage ERP X3 irá considerar menos 5 dias (Tabela 7). A escolha de retirar 5 dias deveu-se ao facto da STA possuir um prazo de entrega de 5 dias úteis acordado com os clientes. Esta alteração irá influenciar o cálculo do ponto de encomenda e dos stocks de segurança.

Tempo de produção real (dias)	Tempo de produção no ERP (dias)
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	5
7	5
8	5
9	5
10	5
11	6
12	7
...	...

Tabela 7 - Diminuição do tempo de produção no Sage ERP X3

Através da Figura 29 apresenta-se um exemplo da parametrização do planeamento da produção no Sage ERP X3. A quantidade introduzida no ponto de encomenda já inclui o stock de segurança calculado.

Reaprovisionamento	
Tipo sugestão	Fabrico
Estab. reaprov.	
Stock segurança	
Pto encomenda	4.154
Stock máximo	
Lote económico	13.918
Lote técnico	2
<input checked="" type="checkbox"/> Protecção em curso (replaneamento)	

Figura 29 - Parametrização da Produção

5 Planeamento de Compras

Antes da implementação do novo ERP, a gestão dos stocks dos produtos comprados (matérias primas, mercadorias e embalagens) era feita por uma pessoa que, através de uma listagem gerada pelo sistema de gestão antigo, analisava os níveis de stock, artigo a artigo e com base na sua experiência, considerava se havia ou não necessidade em lançar ordens de compra. O antigo sistema, ao criar a listagem dos níveis de stock, apresentava os artigos numa ordem em que estes estavam relacionados entre si. Por exemplo, apresentava um produto acabado e, nas linhas inferiores, apresentava os artigos comprados necessários para a sua montagem. Com o novo ERP Sage X3 a listagem dos artigos já não é executada na mesma ordem. Isso criou maiores dificuldades na interpretação dos níveis de stock por parte da pessoa responsável e fez com que determinados artigos atingissem níveis críticos de stock chegando mesmo em alguns casos a verificarem-se roturas. Por esse motivo houve a necessidade urgente em implementar um método automático de gestão dos produtos comprados.

5.1 Quantidade a comprar

A quantidade a comprar foi determinada pela quantidade económica de encomenda:

$$QEE = \sqrt{\frac{2 \times C \times CE}{TP \times CU}}$$

Legenda:

- QEE - Quantidade Económica de Encomenda
- C - Consumo anual
- CE - Custo de Encomenda = 5€
- TP - Taxa de Posse = 0,25
- CU - Custo unitário

5.2 Quando comprar

O sistema irá determinar o momento de compra dos artigos através do ponto de encomenda, calculado através da seguinte expressão:

$$PE = (C \times PME)$$

Legenda:

- C – Consumo médio mensal
- PME - Prazo Médio de Entrega (em meses)

5.2.1 Stock Segurança

Para minimizar o risco do aparecimento de roturas de stock recorreu-se à criação de um stock de segurança, sendo este calculado pela seguinte expressão:

$$\text{Stock Segurança} = k \times \sqrt{(\sigma(C)^2 \times PME) + (\sigma(PME)^2 \times C^2)}$$

Legenda:

- k - nível de serviço
- C – consumo médio mensal
- PME - Prazo média de entrega (meses)
- $\sigma(C)$ - Desvio padrão mensal do consumo
- $\sigma(PME)$ - Desvio padrão mensal do prazo médio de entrega

Este método de cálculo do stock de segurança é diferente do utilizado para os artigos criados em fundição. Esta diferença deve-se ao facto de neste caso, não só se ter em consideração as flutuações do consumo, mas também as variações dos prazos de entrega dos artigos (Figura 30).

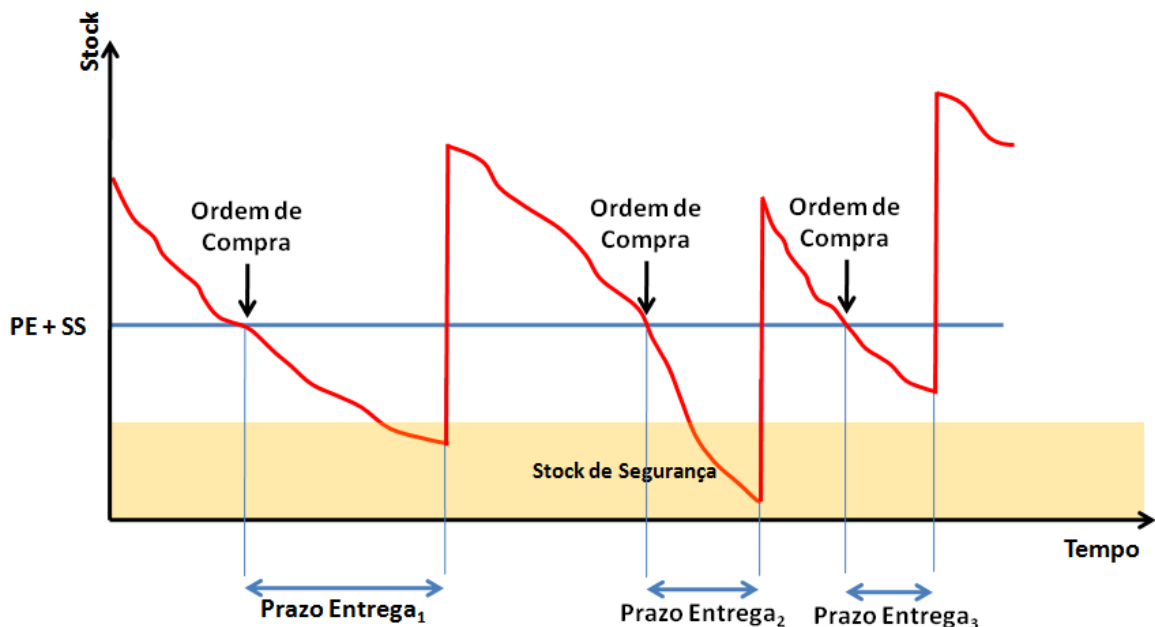


Figura 30 - Stock de Segurança

5.3 Minimização de stock

Em alguns casos a interpretação do Sage ERP X3 dos prazos de entrega dos produtos comprados, provenientes do sistema antigo não foi a mais correcta. Como consequência, o valor calculado para o prazo médio de entrega foi superior ao que na realidade acontece. Para minimizar o impacto da interpretação incorrecta do Sage ERP X3, foram consideradas as seguintes restrições:

- Fornecedores provenientes do mercado nacional e cujo prazo médio de entrega de um artigo seja superior a 30 dias, é definido o prazo de entrega médio como 30 dias.
- Fornecedores provenientes do mercado externo e cujo prazo médio de entrega de um artigo seja superior a 45 dias, é definido o prazo de entrega médio como 45 dias.

A STA atribui uma classificação A, B ou C aos fornecedores baseada no cumprimento dos prazos de entrega e no fornecimento das quantidades correctas encomendadas. Para diminuir a quantidade de stock calculada pelo do stock de segurança, a STA admitiu suportar um menor nível de serviço quanto melhor for a classificação do fornecedor:

- Para fornecedores com classificação A: $k = 0,5$
- Para fornecedores com classificação B: $k = 0,65$
- Para fornecedores com classificação C: $k = 0,8$

6 Gestão de Produtos Acabados

Após uma reunião com o director geral e o director comercial, tomou-se a decisão de criar um supermercado no fim da linha de produção. Este supermercado apenas irá possuir uma lista de produtos específicos, nomeadamente produtos para o mercado nacional da marca SOFI. Esta decisão teve como objectivo responder às encomendas da marca SOFI quase instantaneamente, o que conduzirá à valorização da marca representada pela STA.

6.1 Quantidade armazenada no supermercado

Ao contrário do que sucedeu no supermercado da fundição, onde se produzia sempre uma quantidade superior à necessária para restabelecer o nível do supermercado devido à utilização do lote económico, neste caso apenas se vai produzir a quantidade necessária para restabelecer o nível determinado no supermercado. Para decidir a quantidade a armazenar utilizou-se o seguinte raciocínio:

$$Stock\ Total = Stock\ Corrente + Stock\ Seguran\c{c}a\ 1 + Stock\ Seguran\c{c}a\ 2$$

O stock corrente será o consumo médio durante o tempo de reabastecimento.

$$Stock\ Corrente = Consumo\ M\acute{e}dio\ Mensal \times Tempo\ de\ Reabastecimento(em\ meses)$$

Como a STA pretende controlar a produção destes artigos semanalmente, o Tempo de Reabastecimento deverá ser 5 dias, ou seja ($5 \times 12 \div 365$) meses.

O stock de segurança 1 tem como objectivo absorver as variações da procura e será calculado pela expressão:

$$Stock\ Seguran\c{c}a\ 1 = \sigma(C) \times \sqrt{TR}$$

Legenda:

- $\sigma(C)$ - Desvio padrão mensal do consumo
- TR – Tempo de reabastecimento (em meses)

O stock de segurança 2 tem como objectivo absorver atrasos na linha de produção, defeitos na produção e operações de acabamento extra. Decidiu-se tomar como valor padrão para o factor de segurança 15%.

$$Stock\ Seguran\c{c}a\ 2 = Stock\ (corrente + Stock\ seguran\c{c}a\ 1) \times Factor\ Seguran\c{c}a$$

A partir da Figura 31 pretende-se demonstrar a evolução do stock no supermercado de produtos acabados caso o consumo fosse constante. Verifica-se que a reposição de stock ocorre semanalmente.

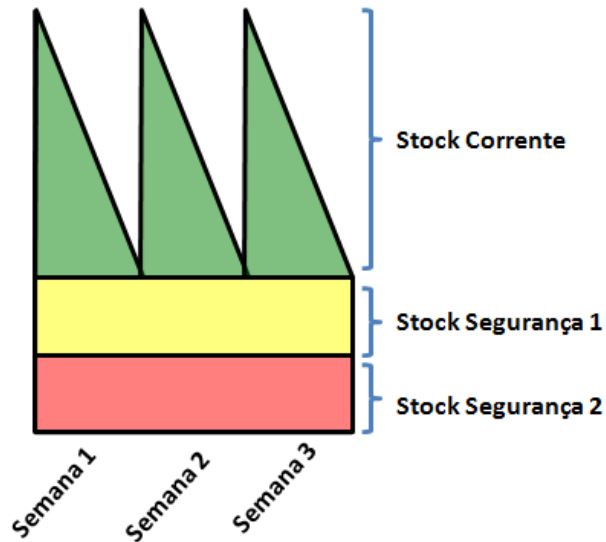


Figura 31 - Níveis de stock no supermercado [10]

6.2 Produtos a serem armazenados

Como referido anteriormente o principal objectivo deste supermercado é o armazenamento de produtos da marca SOFI. Além dessa marca, também houve a decisão de armazenar produtos da marca TESA e determinados artigos para o mercado europeu. De modo a não armazenar todos os produtos pertencentes às duas marcas, o que levaria à criação de stock excessivo, procedeu-se a uma análise ABC desses produtos.

A análise ABC foi efectuada tendo em atenção o valor de venda do artigo em relação ao valor de vendas totais, optando-se por armazenar os produtos classificados como A. A escolha de armazenar produtos para o mercado europeu foi executada devido a acordos efectuados pela STA com alguns clientes. Esses acordos estipularam quais os artigos finalizados que a STA deveria possuir em stock.

7 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Do ponto de vista pessoal, o trabalho desenvolvido ao longo deste projecto foi de extrema importância, pois permitiu colocar em prática diversos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e verificar quais os tipos de problemas que ocorrem no dia-a-dia de uma empresa. Para a STA permitiu apoio na implementação do novo *software* de gestão integrado e na criação de metodologias para alterar o seu actual modelo da produção.

Numa avaliação final ao projecto realizado, pode-se concluir que se conseguiram alcançar três grandes objectivos:

- O estudo do ponto de situação actual da empresa, definição do que era necessário alterar e a criação de metodologias para proceder às alterações necessárias.
- Recolha dos dados necessários à criação de uma base de dados essencial ao correcto funcionamento do *software* de gestão integrado. Foram parametrizados cerca de 40% dos artigos produzidos na secção de fundição e as respectivas operações, estando incluídos nesses 40% praticamente todos os artigos definidos como A. Os postos de carga foram todos parametrizados correctamente.
- Definição de modelos para o planeamento da produção e gestão de stocks. Foram criadas metodologias de modo a que o sistema calcule e gere automaticamente os lotes económicos, pontos de encomenda e stocks de segurança.

Não se concretizou a implementação das metodologias no *shop floor*, principalmente devido a dificuldades encontradas na sua implementação na área de contabilidade no momento em que este projecto decorreu. No entanto, através dos resultados obtidos na versão de teste foi possível verificar que se irá obter uma redução dos níveis de stock, minimização de roturas de materiais e redução dos prazos de entrega estipulados com os clientes.

Para a implementação das metodologias no *shop floor* existe a necessidade urgente de se proceder à alteração das restantes nomenclaturas de produção dos artigos e à contagem física do stock existente na fábrica devido a discrepâncias com o stock registado no sistema. Uma dificuldade encontrada foi a resistência à mudança de mentalidade dos operários em relação à introdução das novas nomenclaturas, devido ao hábito de trabalho com a nomenclatura de 3 níveis. Apenas se conseguiu obter a confiança das pessoas através de um teste com a nova nomenclatura, num pequeno grupo de artigos, pois demonstrou-se que o novo método é melhor, mais simples e menos trabalhoso em termos de entradas e saídas de material.

De futuro existem certas medidas que devem ser tomadas: a implementação de técnicas de mudança de ferramenta rápida (SMED) nas máquinas de fundição de modo a reduzir significativamente o seu tempo de *setup*. Após o alcance de um tempo de *setup* curto deverá proceder-se a um nivelamento da produção pois já não haverá necessidade de se trabalhar com lotes económicos. Apenas se produzirá o que for necessário para repor os níveis de stock nos supermercados. A definição de um valor para a taxa de posse mais aproximado com a realidade da STA deverá ser obtido através de uma análise à contabilidade analítica.

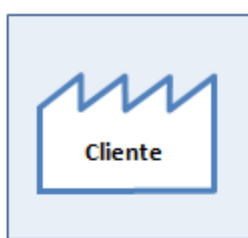
Bibliografia

- [1] STA - Sociedade Transformadora de Alumínios, <http://www.sofi.pt/>, último acesso: Junho 2010
- [2] SAGE – Software para uma gestão eficaz, <http://www.sage.pt/>, último acesso: Junho 2010
- [3] Wallace, Thomas F., Michael H., (2001),“ERP: making it happen : the implementers' guide to success with enterprise resource planning”, 3ª Edição, Editora John Wiley and Sons
- [4] Leon, Alexis, (2007),”Erp Demystified”,2ª edição, Editora McGraw-Hill
- [5] Slack, N., Robert Johnston (2007), "Operations management", 5ª Edição, Editora Pearson Education
- [6] Wilson, Lonnie (2009),” How to Implement Lean Manufacturing”, Editora McGraw Hill
- [7] Ghinato, P. (2000), “Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.”, Edições UFPE, Recife.
- [8] Sayer, Natalie J., Bruce Williams (2007), ”Lean for Dummies”, Editora Wiley Publishing, Inc.
- [9] Society of Manufacturing Engineers (2005),”Lean Directions: Pull Systems Must Fit Your Production Needs”, <http://www.sme.org/cgi-bin/get-newsletter.pl?LEAN&20051011&1> , último acesso: Junho 2010
- [10] Smalley, Art (2004),” Creating level pull: a lean production-system improvement guide for production-control, operations, and engineering professionals”, Lean Enterprise Institute
- [11] Müller, Max (2003),” Essentials of inventory management”, Editora AMACOM
- [12] Vasconcelos, Bernardo Calafate. - Apontamentos da disciplina de Gestão de Empresas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- [13] AEP (2003), "Métodos e Tempos, Manual Pedagógico PRONACI", Exertus Lda.
- [14] Pinto, João Paulo, "A medição do Tempo e Estabelecimento de Padrões e KPI's",Comunidade Lean Thinking
- [15] “Estudo dos Tempos”, Engenharia do Processo: Métodos e Técnicas de Gestão
- [16] “Estudo dos Tempos”, Instituto Superior Técnico
- [17] Ferreira L.M., "Gestão das Operações e Logística: Custos de funcionamento do sistema de gestão de stocks", DEGEI, Universidade Aveiro
- [18] Gemba Research, “TPS - Toyota Production System”, <http://www.gemba.com/portuguese/consulting.cfm?id=144>, último acesso: Junho 2010

ANEXO A: Simbologia



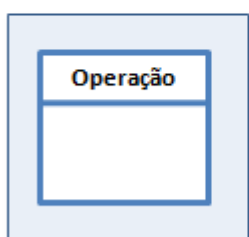
Supermercado



Cliente



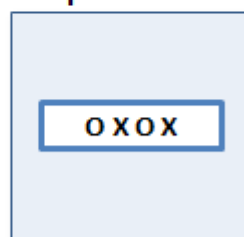
Requisição de produtos



Processo



First In First Out



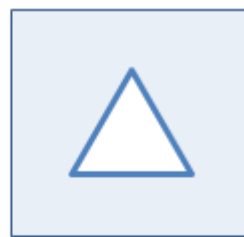
Nivelamento



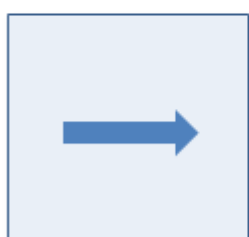
Pull



Expedição



Inventário



Push



Fluxo de Informação



Produtos acabados para o cliente

ANEXO B: Folha Excel: Parametrização das gamas

B164 LINGUA 10449 NB														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Artigo	Designação do Artigo	Centr	Posto	Designação do Posto	Designação de Operação	Cadênci	Cadênci	Diferenç	Nº	Tempo	Quantidade	FA	Cf Dsp	
1						PRODII	PRODII	a (unç)	Unidade	(%)	e			
50	220319	ESP.10876/1 SA	9408	265 ITAL-PRESS 300 (C/1 PESSOA)	MOLD.E CO.GITO	422	341	81	4	681	20	100%	0%	
51	220264	ESP.11065/2 SA	9408	265 ITAL-PRESS 300 (C/1 PESSOA)	MOLD.E CO.GITO	450	341	109	4	640	20	100%	0%	
52	2G0026	ESP.3252/2 SA	9410	352 MAQ.AUTOMATICAS COQUILHA MOLDAR	MOLDAR	44	44	0	2	1695	11	100%	6%	
53	2G0026	ESP.3252/2 SA	9410	125 CO.GITO FUND.GRAVID.	CORT. GITO+REP. FUROS E ROS	153	130	23	3	2186	32	100%	3%	
54	2G0029	ESP.3253/2 SA	9410	352 MAQ.AUTOMATICAS COQUILHA MOLDAR	MOLDAR	44	44	0	2	1690	11	100%	6%	
55	2G0029	ESP.3253/2 SA	9410	125 CO.GITO FUND.GRAVID.	CORT. GITO+REP. FUROS E ROS	155	130	25	3	2232	33	100%	3%	
56	220207	ESP.EXTERIOR 10689 SA	9408	260 TRIULZI 40 T ZAMAK	MOLDAR E CO.GITO	167	600	-433	1	645	30	100%	0%	
57	220207	ESP.EXTERIOR 10689 SA	9408	390 MAQ.FURAR FLOTT	ROSCAR M4 ESP.EXTERIOR	360	300	60	1	1120	120	100%	7%	
58	220303	ESP.INTERIOR 10690 SA	9408	260 TRIULZI 40 T ZAMAK	MOLDAR E CO.GITO	167	600	-433	1	645	30	100%	0%	
59	220166	ESTATOR 9746 CB (C/MARCA EC	9408	270 BUHLER AS ZAMAK	MOLDAR	678	350	328	1	175	33	100%	0%	
60	220166	ESTATOR 9746 CB (C/MARCA EC	9408	285 BALANCES ZN 20 A 45T	CO.GITO E PELIC.	884	682	202	1	316	87	100%	12%	
61	220166	ESTATOR 9746 CB (C/MARCA EC	9408	370 MAQ.ATARRBACH. CRIDAN	ROSC.M20X1,25 TORN.GRAV.M	291	250	41	1	612	53	100%	7%	
62	5,57E+09	FIXADOR ACCESS.TECHNO 57103	9408	270 BUHLER AS ZAMAK	MOLDAR + CORTE GITO	728	350	378	1	173	35	100%	0%	
63	220298	GACHE 8351-5.1 SA	9408	255 TRIULZI 130 T ZAMAK	MOLD. CO.GITO	393	300	93	2	604	33	100%	0%	
64	220291	GACHE 8352-1.1 SA	9408	255 TRIULZI 130 T ZAMAK	MOLD. CO.GITO	394	300	94	2	566	31	100%	0%	
65	220080	GANCHO 10866 BATENTE 10866	9408	270 BUHLER AS ZAMAK	MOLDAR CONI.	551	621	-70	1	196	30	100%	0%	
66	220286	GARFO 30000-650.4 SA	9408	260 TRIULZI 40 T ZAMAK	MOLD.CO.GITO SEP.PECAS	515	300	215	2	405	29	100%	0%	
67	220350	GRAMPO 11404/3 SA	9408	260 TRIULZI 40 T ZAMAK	MOLD.E CO.GITO	397	300	97	2	561	31	100%	0%	
68	220338	GUIA 8645 SA	9408	285 BALANCES ZN 20 A 45T	CORTE GITO	1123	2308	-1185	1	557	186	100%	7%	
69	220338	GUIA 8645 SA	9408	270 BUHLER AS ZAMAK	MOLDAR	563	841	-278	1	211	33	100%	0%	
70	220321	GUIA 8944 SA	9408	265 ITAL-PRESS 300 (C/1 PESSOA)	MOLD.CO.GITO	431	679	-248	4	935	28	100%	0%	
71	220321	GUIA 8944 SA	9408	200 MO.FUNDIÇÃO	ENCALCAR GUIA	593	833	-240	1	559	95	100%	3%	
72	220120	GUIA ROLO 7308.1 NB	9408	285 BALANCES ZN 20 A 45T	CORTAR GI.CALIB.	851	1154	-303	1	193	47	100%	3%	
73	220120	GUIA ROLO 7308.1 NB	9408	390 MAQ.FURAR FLOTT	FURAR P/M4, REPASS.FURO E R	569	577	-8	1	325	53	100%	3%	
74	220120	GUIA ROLO 7308.1 NB	9408	270 BUHLER AS ZAMAK	MOLDAR	420	350	70	1	214	25	100%	0%	

ANEXO C: Folha Excel: Parametrização dos artigos (zamak5)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Artigo	Designação	Nº Cavidad	Peso Total	Peso Gito	Peso 1 Peça (g)	Peso Gito por peça (g)	Rendimento	Peso 1 Peça PRODIM (g)	Diferença	%Escória	Peso Escória por peça (g)	Novo peso total por peça (g)	
1													
2	220301	AFINADOR DE ALTURA 2800-19	2	165	59	29,5	64,24%	54	-1	2,19%	1,8	84,3	
3	220212	ALAVANCA 10290 SA	1	28,75	12,75	12,75	55,65%	1	15	2,19%	0,6	29,4	
4	220307	BASE 10923/1 SA	4	330	228	25,5	30,91%	33	-7,5	2,19%	1,8	84,3	
5	220284	BASE 11231 SA	2	195	107	44	45,13%	29	15	2,19%	2,2	99,7	
6	220332	BASE 11328/3 SA	4	1594	888	176,5	44,29%	192	-15,5	2,19%	8,9	407,4	
7	220334	BASE 11330/1 SA	2	149	53	48	64,43%	48	0	2,19%	1,7	76,2	
8	220076	BASE 11383/20 CYL SA	2	230	152	39	33,91%	41,5	-2,5	2,19%	2,6	117,6	
9	220360	BASE 11404/1 SA	2	170	66	53	61,63%	44	9	2,19%	1,9	87,9	
10	220217	BASE 4000-217.1 SA	2	850	398	226	53,18%	222	4	2,19%	9,5	434,5	
11	220224	BASE 4000-219.1 SA	2	718	312	203	56,55%	188	15	2,19%	8,0	367,0	
12	5820080300	BASE 82008-26.2 BRUT	2	174	108	33	37,93%	36,5	-3,5	2,19%	1,9	88,9	
13	220323	BASE 8225L.VI-1.1 SA	2	677	391	143	42,25%	137	6	2,19%	7,6	346,1	
14	220322	BASE 8225L-1.1 SA	2	810	542	271	33,09%	128	6	2,19%	9,1	414,1	
15	220344	BASE 824L.1.1 SA	2	576	301	137,5	47,74%	146	-8,5	2,19%	6,4	294,4	
16	220345	BASE 824L.VI-1.1 SA	2	582	283	149,5	51,37%	146	3,5	2,19%	6,5	297,5	
17	220161	BASE 9473 SA	4	362	222	35	38,67%	34	1	2,19%	2,0	92,5	
18	220208	BOTAO 10688 SA	1	56	24	32	57,14%	31	1	2,19%	1,3	57,3	
19	5576026201	BOTTOM END CAP 5760262 BRU	1	11,5	7,5	4	34,78%	4	0	2,19%	0,3	11,8	
20	220357	BRACO 21110-611.4 SA	4	52	24	7	53,85%	8	-1	2,19%	0,3	13,3	
21	220037	CAIXA 70000-14.1 SA	1	83	52	31	37,35%	31	0	2,19%	1,9	84,9	
22	220029	CAIXA DO GANCHO 11392/6	4	124	60	16	51,61%	15	1	2,19%	0,7	31,7	
23	220035	CALCO 70000-14.14 SA	2	28	18	5	35,71%	5	0	2,19%	0,3	14,3	
24	220162	CASQUILHO 9747 SA	2	36	24	6	33,33%	6	0	2,19%	0,4	18,4	
25	220211	CORPO 10292 SA	4	1292	907	96,25	29,80%	96	0,25	2,19%	7,2	330,2	
26	220320	CORPO 8943 SA	4	397,5	225,5	43	43,27%	38	5	2,19%	2,2	101,6	