Faculdade de Engenharia
Universidade do Porto



RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Análise e Aplicação de Técnicas da Produção em Fluxo

Nuno Jorge Gonçalves
Outubro de 1997

621(047.3)DEMEGI
GEI513 1997/GONn

FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E GESTÃO INDUSTRIAL

EUROFER
(Maia)

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

LICENCIATURA EM GESTÃO E ENGENHARIA INDUSTRIAL

Análise e Aplicação de Técnicas da Produção em Fluxo

Nuno Jorge Gonçalves

Orientadores

Eng. José Barros Basto

Eng. Jorge Silva

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Biblioteca

Outubro de 1997

621(047.3)DEMEGI/GEI513/1557/GONm
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Biblioteca
Nº 68695
CDU 621(047.3)
Data 5/8/2003

Agradecimentos

Ao Engenheiro José Barros Basto, coordenador do estágio ao nível da FEUP, pelo apoio prestado durante todo o estágio, pela disponibilidade sempre demonstrada, pelos óptimos conselhos, preocupação e interesse constante.

Ao Engenheiro Rui de Carvalho, Administrador da Eurofer, que proporcionou a realização deste estágio.

Ao Engenheiro Jorge Silva, Director da Produção da Eurofer, pela colaboração na qualidade de coordenador de estágio, pelo auxílio e supervisionamento demonstrado.

Ao Engenheiro Casais, Sr. Albano e Paulo pelo bom ambiente de trabalho proporcionado e pela amizade demonstrada. Sem a sua colaboração e empenho este estágio não teria obtido os mesmos resultados.

À Engenheira Maria Eduarda, responsável pela secção da Macharia, pelo acompanhamento, conselhos e auxílio prestado.

Ao Engenheiro Belchior e aos elementos da secção de Tempos e Métodos pela colaboração proporcionada ao longo do estágio.

Aos elementos do Planeamento da Produção, Sr. Duarte, Sr. Fernando e Sr. Rui pela amizade e colaboração demonstrada.

À Dra. Ana, Directora da Contabilidade, pela colaboração e auxílio prestado.

A todos os elementos do GEIN que directa ou indirectamente colaboraram na realização deste estágio e em especial à Isabel e Soledade.

Sumário

Este relatório tem por finalidade descrever o estágio efectuado na Eurofer SA, Fundição de ferro, de Março a Setembro de 1997.

A área em que se desenvolveu este estágio foi a **Produção**, mais especificamente a **Fabricação**, onde foi possível desenvolver alguns conceitos e temas sobre Tempos e Métodos, Organização e Engenharia Industrial, Processos de Fabrico e Métodos de Produção actuais.

O objectivo central deste estágio foi o estudo e acompanhamento do processo de fabrico de um conjunto de referências que representam 36% das previsões de vendas para o ano de 1997. A finalidade foi melhorar e simplificar o processo de fabrico, actualizando as gamas operatórias, eliminando desperdícios, e, finalmente, rever os custos de produção unitários, das mesmas referências.

Para alcançar este objectivo foi constituído um grupo de trabalho, em que fui incluído, com elementos do Planeamento da produção, Desenvolvimento e concepção do produto, e Fabricação.

O programa de trabalho incluiu o tratamento e análise de tarefas de fabrico, estudo de tempos e métodos de tarefas, configuração e balanceamento de células de produção. A simplificação de fluxos produtivos, eliminação de desperdícios e balanceamento de células foram pontos prioritários de estudo. O passo final do estudo consistiu na análise e revisão dos custos de produção, actualizando os mesmos no sistema informático, com as alterações introduzidas.

Deste estudo resultou a actualização de custos de produção de **30 referências**, a análise pormenorizada do seu processo produtivo, o balanceamento e configuração das respectivas células de fabrico. Foi concebida uma aplicação em **Access** sobre este trabalho, que poderá ser mais desenvolvida e utilizada pela secção de Tempos e Métodos.

O outro objectivo deste estágio foi o estudo e aplicação de métodos para reduzir os tempos de preparação de séries de fabrico (tempos de *"Set-Up"*). O método utilizado neste trabalho foi o **SMED** (*"Single Minute Exchange of Die"*).

Devido à filosofia de produção diversificada, utilizada pela empresa, que assenta na fabricação de vários produtos em pequenos lotes, é necessário fazer frequentemente mudanças de ferramenta, para novas séries de produção, em espaços de tempo reduzidos.

Para evitar tempos não produtivos, e reduzir substancialmente os tempos de preparação, foi seguido passo a passo o método SMED em três casos de aplicação, que servem de exemplo a cada um dos sectores em que é necessário estudar e diminuir os tempos de *"Set-Up"*.

Para este trabalho foi igualmente constituída uma equipa de trabalho com elementos da secção de Tempos e Métodos, e Fabricação. A aplicação desta técnica permitirá encurtar substancialmente a preparação de séries de fabrico na secção de Macharia, Moldação e Acabamentos de peças.

Índice

1. Introdução ---------- 1
   1.1. Enquadramento e finalidade do Estágio ---------- 1
   1.2. Estrutura do Relatório ---------- 2

2. Caracterização da Empresa ---------- 3
   2.1. Historial da Empresa ---------- 3
   2.2. Estrutura da Empresa ---------- 3
      2.2.1. Serviços Administrativos ---------- 3
      2.2.2. Serviços Técnicos ---------- 3
      2.2.3.Parque de Sucatas ---------- 3
      2.2.4. Fusão ---------- 4
      2.2.5. Macharia ---------- 5
      2.2.6. Fundição 1 ---------- 6
         2.2.6.1. Moldação 1 ---------- 6
         2.2.6.2.Acabamentos 1 ---------- 7
         2.2.6.3. Armazém de Produtos Acabados 1 (APA 1) --------- 8
      2.2.7. Fundição 2 ---------- 8
         2.2.7.1.Moldação 2 ---------- 8
         2.2.7.2. Acabamentos 2 ---------- 9
         2.2.7.3. Armazém de Produtos Acabados 2 (APA 2) --------- 9
      2.2.8. Galvanização ---------- 9
      2.2.9. Controle Final ---------- 9

3. Proposta de Estágio ---------- 11
   3.1. Plano de Estágio - primeira proposta de trabalho ---------- 11
   3.2. Plano de Estágio - segunda proposta de trabalho ---------- 13

4. Sistemas de Produção ---------- 14
   4.1. Estrutura da Produção - exposição esquemática da produção ------- 14
   4.2. Planeamento e controle da Produção ---------- 15
      4.2.1. Análise de cargas e capacidades ---------- 16
      4.2.2. Planeamento da produção por encomenda ---------- 17
   4.3. Métodos de produção ---------- 19
      4.3.1. MRP - Materials Requirements Planning ---------- 19
         4.3.1.1. Desenvolvimento do método ---------- 19
      4.3.2. JIT - Just In Time ---------- 21
         4.3.2.1. Origens do JIT ---------- 22
         4.3.2.2. Eliminação de desperdícios ---------- 22
         4.3.2.3. Fábricas Foco ---------- 23
         4.3.2.4. Tecnologias de Grupo ---------- 23
         4.3.2.5. Qualidade na Fonte ---------- 25
         4.3.2.6. Nova definição de cliente ---------- 25
         4.3.2.7. Organização em Just In Time ---------- 26
         4.3.2.8. Programação Uniforme ---------- 27
         4.3.2.9. Técnica de controlo Kanban ---------- 28
            4.3.2.9.1 – Objectivos da Técnica Kanban---------- 28
            4.3.2.9.2. – Organização da Técnica Kanban---------- 28
            4.3.9.2.3. – Informação contida numa etiqueta Kanban ---------- 29

4.3.2.10. Máquinas sempre prontas ---------- 30
4.3.2.11. Minimização de tempos de Set-up ---------- 30
4.3.2.12. Balanceamento de linhas de produção e células de fabrico ---------- 31
4.3.2.12.1 Balanceamento e Layout de uma linha constituida por várias operações -------- 32
4.3.2.12.2. Sensibilidade e eficiência às variações do tempo de ciclo ---------- 35
4.3.2.12.3. Balanceamento de Capacidade --------- 35
4.3.2.13. Produção em volume vs. Produção em Fluxo--- 36
4.3.2.14. Nivelamento da Carga ---------- 36
4.3.3. OPT - Optimized Production Technology ---------- 37

5. Filosofia de Produção da Empresa ---------- 39
5.1. Objectivo da Empresa ---------- 39
5.2. Frequentes problemas das empresas industriais ---------- 40
5.3. Simplificação e Controlo da Produção - Produção em Fluxo --------- 43
5.3.1. Redução dos Percursos - Simplificação dos Fluxos---------- 43
5.3.1.1. As implantações funcionais ---------- 43
5.3.1.2.. Possível Abordagem---------- 45
5.3.1.3. Células de Fabrico---------- 46
5.3.1.4. Características das Células de fabrico ---------- 47
5.3.1.4.1. Balanceamento da Célula ---------- 47
5.3.1.4.2. O prazo mínimo ---------- 48
5.3.1.4.3. Flexibilidade ---------- 48
5.3.1.4.4. Simplificação do planeamento e da programação ---------- 48
5.3.1.4.5. Reacções à mudança ---------- 48
5.3.2. Mudança rápida de Ferramentas ---------- 49
5.3.2.1. Princípios básicos na mudança rápida de ferramenta ---------- 50
5.3.3. Eliminação de Imprevistos ---------- 51
5.3.3.1. Fiabilidade das máquinas ---------- 51
5.3.3.2. Qualidade da Produção ---------- 53
5.4. Implementação das Soluções ---------- 54

6. Estudo do Processo de Fabrico ---------- 55
6.1. A Engenharia de Métodos ---------- 55
6.2. O Processo de Fabrico ---------- 56
6.2.1. Abordagem no estudo de Tempos e Métodos ---------- 57
6.2.1.1. Posto e operário ---------- 57
6.2.1.2. Referência ---------- 57
6.2.1.3. Condições de trabalho ---------- 58
6.2.1.4. Autoria e estudo efectuado---------- 58
6.2.1.5. Valores de trabalho ---------- 58
6.2.1.6. Tempos e métodos de operações ---------- 58
6.2.2. Informação do Processo de Fabrico ---------- 59
6.2.2.1. Referência ---------- 59
6.2.2.2. Macharia ---------- 59
6.2.2.3. Moldação ---------- 59
6.2.2.4. Acabamentos ---------- 59

6.3. Sistema de Informação ---------- 61
6.3.1. Estrutura da base de dados ---------- 61
6.4. O Sistema de Custeio ---------- 63
6.4.1. Descrição do Sistema ---------- 63

7. Sistema SMED - Single Minute Exchange of Die ---------- 65
7.1. Introdução ---------- 65
7.2. Operações de mudança tradicionais ---------- 66
7.3. Bases do Método SMED ---------- 68
7.4. Etapas do Método SMED ---------- 69
7.4.1. Operações internas e externas ---------- 69
7.4.1.1. Estado 0: Distinção entre o que é externo e é interno ---- 69
7.4.1.2. Estado 1: Separação entre operações internas e externas- 69
7.4.1.3. Estado 2: Transformação de operações internas em externas ---------- 70
7.4.1.4. Estado 3: Racionalização de operações internas e externas ---------- 70
7.5. Técnicas de Aplicação do SMED ---------- 71
7.5.1. Separação das operações internas e externas ---------- 71
7.5.1.1. Uso de Cheklist ---------- 71
7.5.1.2. Ensaios de operações e funções ---------- 71
7.5.1.3. Melhoramento de transporte de utensílios e componentes ---------- 71
7.5.2. Conversão de operações internas em externas ---------- 72
7.6. Casos de Aplicação ---------- 72
7.6.1. Caso de mudança de ferramenta de uma furadora ---------- 72
7.6.2. Caso de mudança de uma caixa de machos numa máquina da Macharia ---------- 73
7.6.3. Caso de mudança de uma placa molde na máquina de moldação Tokyu ---------- 74

8. Resultados e Conclusões ---------- 75

9. Bibliografia e Referências ---------- 79

1. Introdução

1.1. Enquadramento e finalidade do Estágio

Este estágio curricular, que decorreu do início de Março a Setembro de 1997 na Eurofer SA, surgiu como opção às disciplinas de 2º semestre da Licenciatura em Gestão e Engenharia Industrial (LGEI), da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), com o apoio do Programa de Desenvolvimento Educativo para Portugal (PRODEP II), do Ministério da Educação.

O estágio teve a supervisão do Engenheiro Barros Basto, assistente do GEIN e DEMEGI, da FEUP, e do Engenheiro Jorge Silva, Director da Produção da Eurofer.

O objectivo do estágio, como já foi referido, foi o estudo e acompanhamento do processo de fabrico de um conjunto de referências que representam a família A numa análise ABC, das previsões de vendas para o ano de 1997. Com este estudo pretende-se melhorar o fluxo de produção de cada referência e eliminar desperdícios que apareçam na cadeia do processo produtivo. Numa fase final procedeu-se à actualização das gamas operatórias de cada referência e respectivos custos unitários de produção.

É apresentado numa fase final do relatório, sobre este estudo efectuado, a comparação entre os custos antigos e os custos actualizados.

A segunda fase deste trabalho, referente a aplicação do método SMED (*Single Minute Exchange Of Die*) com o intuito de encurtar as mudanças de ferramenta demoradas, vem preencher a necessidade de reduzir os tempos não produtivos verificados na empresa, para preparação de novas séries de fabrico.

É apresentado neste relatório uma amostra dos casos de aplicação deste estudo.

1.2. Estrutura do Relatório

Este relatório contém sete capítulos de texto sobre a discussão do estágio realizado na Eurofer SA. Numa última parte apresentam-se os anexos divididos em três secções. Uma secção com laytouts da fábrica, outra secção com os processos de fabrico estudados de cada referência e uma última secção com o estudo dos casos de mudança de ferramentas e aplicação do método SMED.

No segundo capítulo faz-se a apresentação da empresa, iniciando-se com uma breve referência histórica e posicionamento no mercado. Segue-se depois uma descrição mais permonorizada dos sectores da empresa e do seu funcionamento.

No terceiro capítulo apresentam-se as propostas de estágio e os objectivos que se pretendem atingir em cada um dos trabalhos.

No quarto capítulo é feito um desenvolvimento teórico sobre a área em que se desenvolve este estágio, a Produção. É feito uma exposição esquemática da produção, desenvolve-se o tema do planeamento da produção da empresa e faz-se um desenvolvimento de alguns dos principais métodos de produção conhecidos na actualidade, MRP, JIT e OPT. É ainda feito o enquadramento da empresa com estes métodos.

No quinto capítulo fala-se do sistema de produção da EUROFER e os objectivos que se pretendem atingir ao nível da organização e métodos de produção. Faz-se uma referência a algumas falhas que poderão aparecer nesta empresa. Discute-se aqui quais as principais falhas que poderão aparecer num sistema de produção e apresentam-se propostas para possíveis abordagens desses problemas.

No sexto capítulo descreve-se o estudo do processo de fabrico. Faz-se uma referência à engenharia de métodos, características necessárias para estudar tempos e métodos, e a informação necessária para estudar as tarefas de fabrico. Descreve-se posteriormente o método utilizado para analisar o processo de fabrico, a informação tratada em cada processo e o método de balanceamento utilizado nas células. Para completar este estudo foi desenvolvida uma aplicação em Access 7.0. Descreve-se aqui a estrututa da base de dados e a sua finalidade. Finalmente faz-se uma referência ao sistema de custeio e aos custos obtidos com a actualização das gamas operatórias. É feita a comparação com a situação anterior.

O sétimo capítulo é dedicado ao sistema SMED, ao seu desenvolvimento teórico e à base conceptual do método, à explicação dos seus passos e algumas técnicas de aplicação. Finalmente são discutidos alguns casos estudados na fábrica sobre o processo de mudança de ferramenta, e como foi aplicado a esses casos o método SMED.

O oitavo capítulo contém a descrição de resultados e conclusões. Algumas recomendações são aqui referidas relativamente às duas propostas de trabalho.

A parte final deste relatório contém os anexos ao relatório. Está dividido em cinco secções de Anexos.

2. Caracterização da Empresa

2.1. Historial da Empresa

A EUROFER é uma indústria metalomecânica (sociedade anónima), que se dedica à produção de peças componentes várias, fundidas, em vários tipos de aços e ferros. É uma empresa com uma existência de vinte e cinco anos, que viveu recentemente um processo de fusão com outra empresa, tendo passado por uma fase de restruturação e reorganização.

A empresa alberga actualmente mais de seiscentos trabalhadores e situa-se na Maia.

Actualmente pretende-se aplicar uma filosofia de produção que se baseia essencialmente no fluxo contínuo da produção, através do manuseamento e trabalho em células de fabrico flexíveis, apostando na minimização de movimentos dentro da fábrica e na simplificação do processo de fabrico.

Entre as peças fundidas e trabalhadas pela empresa, encontram-se por exemplo caixas de diferencial para a indústria automóvel, cantoneiras, apoios vários, braçadeiras, bacias, etc. Grande parte do volume da produção (mais de 50%), destina-se ao mercado externo, estando entre o leque dos clientes algumas empresas do sector automóvel e empresas do sector metalomecânico.

2.2 Estrutura da Empresa

O Diagrama geral da fabrica encontra-se em anexo IA, que aconselhamos a ser desdobrado de modo a ilustrar esta secção. A empresa encontra-se estruturada da seguinte maneira:

2.2.1. Serviços Administrativos

É onde se situa o sector administrativo da empresa. Será da responsabilidade desta área a gestão financeira, contabilística, direcção comercial e administrativa da empresa.

2.2.2. Serviços Técnicos

É o sector responsável pela secção técnica da indústria, englobando o planeamento e controle da produção, gestão de recursos humanos, sector de planeamento e controle da qualidade, desenvolvimento e concepção do produto, laboratórios de análises e secção de controle de tempos e métodos.

2.2.3. Parque de Sucatas

Esta secção é responsável pelo aprovisionamento do material de sucata que posteriormente será dirigido para fusão. A sucata está separada em várias áreas que contêm diferentes tipos de metal.

2.2.4. Fusão

Nesta secção encontram-se os fornos de fusão (ao todo sete) responsáveis pela fusão do metal. É aqui que se irá fundir todo o metal que posteriormente será utilizado na moldação.

Actualmente a indústria trabalha com três tipos de ferros na fundição:

- **Ferro nodular (GGG)**
- **Ferro maleável (GTS)**
- **Ferro cinzento (GGL)**

Existem cinco fornos de fusão do metal e dois de canal , sendo todos **fornos eléctricos**, o que se traduz num enorme consumo de energia acompanhado por custos elevados. Os dois fornos de canal são responsáveis pelo armazenamento do metal proveniente dos fornos de fusão. O metal é vazado destes dois fornos para os colherões, e destes recipientes para as caixas de moldação.

Actualmente a fábrica está separada em **Fundição 1** e em **Fundição 2**.

Dos cinco fornos de fusão, três abastecem regularmente a Fundição 1, sendo cada um de 8 toneladas, nomeadamente:

1. ASEA
2. BBC
3. A

Um forno de canal está regularmente a trabalhar com esta secção. Este forno é de 40 toneladas e a sua função é essencialmente de armazenar o ferro fundido e distribuí-lo por vazamento para colherões que se usam nas máquinas de moldação. Estes colherões são usados nas máquinas de moldação para vazamento do metal nas caixas de moldação.

Existem dois fornos disponíveis na Fundição 2, que são fornos com capacidade de 8 toneladas cada, que se denominam de :

1. I4
2. I5

Tal como na Fundição 1 existe um forno de canal (I6) com as mesmas funções, que trabalha regularmente com a Fundição 2 .

2.2.5. Macharia

Esta secção é responsável pela fabricação de machos necessários para a moldação das peças. Actualmente está dividida em duas secções: uma recente e outra antiga.

Cada peça necessita de um determinado número e tipo de machos. Esses machos são moldados em areia seca à qual se adicionam alguns aditivos , tal como a resina. Alguns dos machos são mergulhados em tinta ao saírem da célula de fabrico, para dar um acabamento superficial de melhor qualidade e aumentar a sua espessura.

O sistema de produção estabelecido aqui é em célula de fabrico, existindo uma gama operatória a executar por um ou vários operários para obter um determinado número de machos.

Existem dois tipos de máquinas de moldação de machos nesta secção:

- **máquinas de caixa quente (Hot-Box)**
- **máquinas de caixa fria (Cold-Box).**

As máquinas de **caixa fria** são as seguintes:

	Quantidade
- Loramendi	(2)
- Arabamendi	(1)
- Imafond	(1)
Total	**4**

As máquinas de **caixa quente** são as seguintes:

	Quantidade
- Infum	(3)
- Mecc	(5)
- Shalco	(6)
- Imafond	(2)
- Eurocor	(1)
Total	**17**

As máquinas de caixa quente necessitam de aquecimento da caixa obtida através de uma chama de gás.

Nesta secção encontramos torres de areias, com silos e misturadores próprios, para fazer a mistura da areia com os aditivos. Também existe uma estufa própria para secagem de machos, geralmente de maior tamanho, que são mergulhados em tinta. Além desta estufa encontramos mais duas, de menor capacidade, que são usadas para secagem de machos de menor dimensão.

No anexo IB vem representado o Layout da macharia.

2.2.6. Fundição 1

A Fundição 1 é a secção responsável pela produção de peças de menor tamanho, geralmente de peso inferior a 1Kg, e engloba as seguintes secções:

2.2.6.1. Moldação 1

Será nesta secção que se vai verter todo o metal fundido proveniente dos fornos de fusão (secção de fusão) para as caixas de moldação de modo a obter as peças desejadas. Para uma rápida visualização queira consultar o anexo IC. Essas caixas têm areia preparada com aditivos para a moldação. O processo de vazamento é feito através de colheres gigantes suspensas (colherões) que se deslocam através de guias.

Esta área contém três máquinas de moldação automáticas responsáveis pela moldação de peças. Essas máquinas são :

- **TOKYU**
- **DISA 2011**
- **DISA 2013**

O processo de moldação em cada máquina é contínuo e em série, sendo bastante elevado o número de peças que estas máquinas conseguem moldar por unidade de tempo. O número de moldações por hora varia um pouco de peça para peça. Na máquina TOKYU a média de moldações por hora é de **90** e nas máquinas DISA o número de moldações por hora é aproximadamente **200** por hora.

Os tempos de preparação de uma nova série de fabrico dependem da mudança de placa molde nas máquinas de moldação. Esse tempo de *set-up* varia um pouco de placa para placa e difere de máquina para máquina. Foram executadas filmagens á mudança da placa molde na máquina TOKYU e verificou-se um tempo de mudança de ferramenta com média de 7 minutos.

As caixas de moldação ficam no fim do vasamento em fila de espera propositadamente, para dar tempo ao metal para se solidificar e arrefecer. Seguidamente dá-se a apartação da caixa de moldação, sendo a areia renovada em torres de areia para novas caixas de moldação. Nas torres de areia existe um conjunto de silos e mecanismos que executam a separação da areia e a sua limpeza.

Ao abandonarem a secção de moldação, as peças fundidas irão passar para a secção de **Quebra-Jitos** onde se irá fazer a separação da peça do sistema de Jitagem. Esta operação é efectuada manualmente sendo utilizados martelos e outras ferramentas nessa tarefa.

A próxima fase da Fundição I, por onde passam as peças, será a **Granalhagem** que é um processo de limpeza das peças em máquinas chamadas **granalhadoras**. A limpeza é feita em tambores com granalha injectada nos mesmos. Nesta secção existem três granalhadoras, estando duas situadas após a secção de Quebra-Jitos, e outra na zona de controle de fundição. Estas máquinas (TAIFUN) estão representadas no diagrama do anexo IC, acima referido.

Posteriormente, as peças vão ser sujeitas a um controle inicial, numa zona de **Controle da fundição**, para se verificar a qualidade e estrutura das peças resultantes da moldação. Este controle é essencialmente visual.

Recozimento

Na Moldação 1 encontram-se ainda dois fornos de recozimento, responsáveis pelo tratamento térmico ás peças, de marca BIRLEC, com capacidade para aproximadamente de 300 Kg/hora. O tempo de recozimento das peças nestes fornos é aproximadamente de 20 horas. As peças que necessitam de recozimento são essencialmente as fundidas em ferro maleável. Existem algumas peças fundidas em ferro nodular que, por terem um elevado teor de cementite, exigem este mesmo tratamento.

2.2.6.2. Acabamentos 1

A secção de Acabamentos 1 é responsável por todas as operações de maquinagem e acabamento que devem ser executadas nas peças provenientes da Fundição 1.

Dependendo de peça para peça, as operações de maquinagem incluem rebarbagem com mós de vários tipos, fresagem, furação de peças , calibragem e pintura. De uma maneira geral cada peça sofre um conjunto de operações de acabamentos. Existem para o efeito vários tipos de máquinas tais como:

- mós eléctricas
- fresadoras
- furadoras
- prensas
- balancés

O sistema de produção estabelecido nesta secção é em célula de fabrico, sendo estabelecida uma célula para o conjunto de operações de acabamento necessárias para uma dada peça.

Depois de pronta a peça nos acabamentos, ela será embalada em caixas paletizadas próprias, sendo colocada posteriormente na secção de armazém de produtos acabados vindos da fundição 1.

Distingue-se nesta secção uma área própria para acabamentos de campânulas e bacias.

Nesta secção encontra-se também reservada uma área para operações de **maquinagem**, onde existe um conjunto de tornos mecânicos e um automático, além de furadoras e outras máquinas convencionais. No diagrama do anexo IC está representada na zona de acabamentos de bacias.

2.2.6.3. Armazém de Produtos Acabados 1 (APA1)

Esta secção é destinada ao armazenamento e controle dos stocks de produtos acabados, provenientes da fundição 1. Daqui, as peças saem directamente para os fornecedores em camiões de grande porte, geralmente todas as sextas-feiras de cada semana.

2.2.7. Fundição 2

Esta parte da fábrica é responsável pela produção de peças de grande porte, geralmente de peso superior a 1 Kg, e envolve um conjunto de operações e secções semelhantes às da fundição 1. Essas secções são :

2.2.7.1. Moldação 2

Tal como na Moldação 1, nesta secção faz-se o vazamento do metal para as caixas de moldação e posterior limpeza e controle de fundição. O processo de vazamento é idêntico ao da Moldação 1. O seu diagrama (planta) está na página do anexo ID.

Nesta secção existem duas máquinas de moldação, que se denominam :

- **George Fischer (GF)**
- **DISA 2095**

O processo de moldação é no entanto semelhante ao da Moldação 1, funcionando como um sistema de fabrico em série, obtendo-se um elevado número de peças por unidade de tempo. Na máquina George Fischer o número de peças obtidas por hora ronda as **70** e na máquina DISA 2095 o número de moldações por hora ronda as **175**.

No fim do processo de vazamento, as caixas de moldação ficam em fila de espera, para que se dê tempo para a solidificação e arrefecimento do metal. Seguidamente faz-se a apartação da caixa, sendo a areia aproveitada e renovada em torres de areia, tal como na Fundição 1.

A fase seguinte é a de **Quebra-Jitos,** de novo uma operação mista, usando martelos e separadores automáticos para ajudar nessa tarefa.

As peças são posteriormente limpas na zona de **Granalhagem** em máquinas que se chamam granalhadoras. Essas granalhadoras são :

- GF5
- Taifun

A GF5 tem um sistema de ganchos para pendurar as peças, que assim são limpas através da projecção de granalha, e a Taifun possui um tambor onde as peças são colocadas e limpas por projecção da granalha e movimento de rotação do tambor.

Segue-se depois a fase de acabamentos das peças na secção de **Acabamentos 2**.

2.2.7.2. Acabamentos 2

Nesta secção executa-se, em sistema de célula de fabrico, um conjunto de operações de maquinagem e acabamento sobre as peças vindas da secção de Moldação.

As operações de acabamento incluem rebarbagem, furação, calibragem, pintura, etc. Para o efeito existe um conjunto de máquinas necessário, tal como nos Acabamentos 1, que são:

- mós eléctricas
- fresadoras
- furadoras
- balancés

Depois de terminadas as tarefas de acabamento, as peças seguem empacotadas em caixas paletizadas para a secção de Armazém de produtos acabados da Fundição 2.

Encontra-se nesta secção uma célula de fabrico com duas mós suspensas, para operações de acabamentos sobre peças de maiores dimensões como válvulas, caixas de diferencial, etc.

2.2.7.3. Armazém de Produtos Acabados 2 (APA)

Será nesta secção que se vai fazer a armazenagem e controle dos stocks de produtos acabados provenientes de Acabamentos 2 .

2.2.8. Galvanização

Esta secção ainda funciona em instalações exteriores á própria fábrica, estando-se já a preparar a sua mudança para a zona da fábrica. Será nesta secção que algumas peças serão galvanizadas.

2.2.9. Controle Final

Nesta secção é feito um controle final sobre as peças resultantes, no seu estado acabado. Apenas algumas referências passam por esta secção. O controle efectuado é essencialmente visual ou com calibre próprio.

De seguida apresenta-se o organigrama da empresa.

ORGANIGRAMA DA EMPRESA

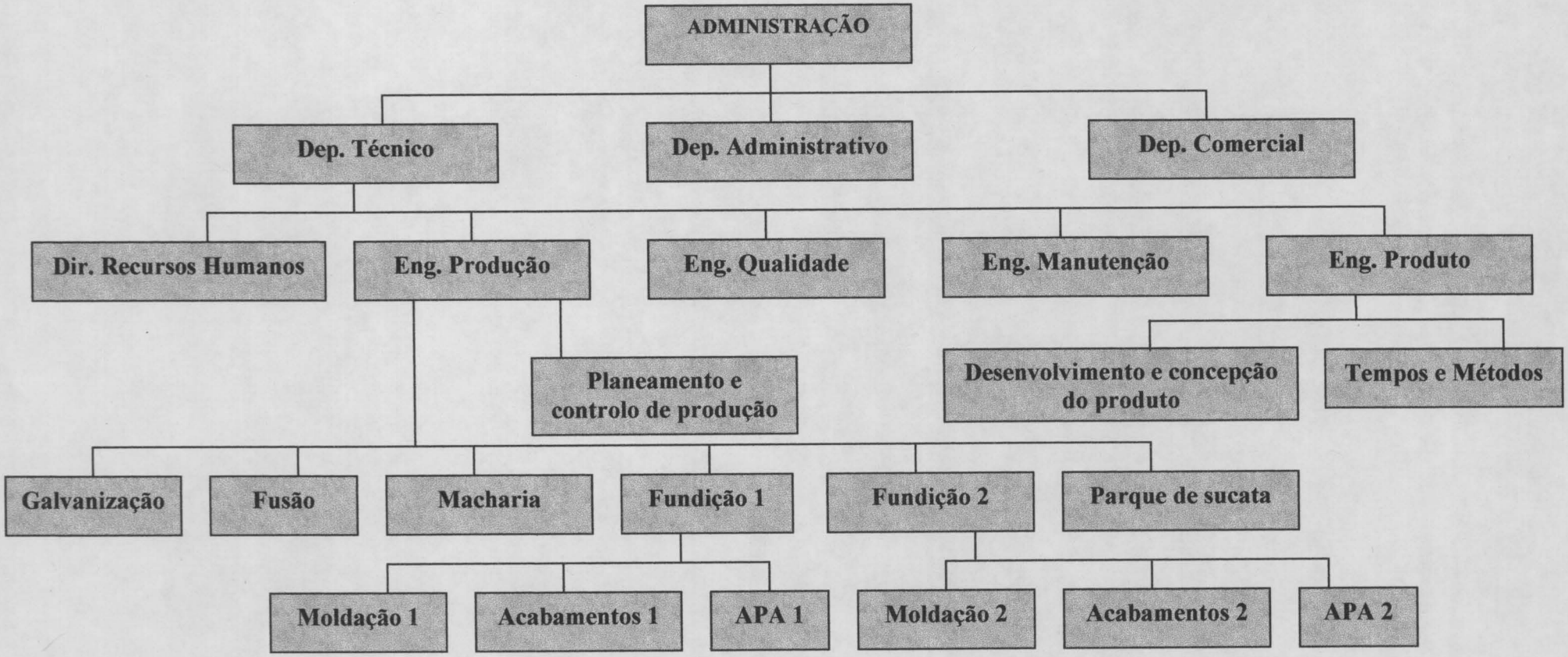


Fig. 1 – Organigrama da Empresa

3. Proposta de Estágio

Após reunião no dia 7 de Março de 1997, sexta-feira, com o director do planeamento da produção, Sr. Eng. Jorge Silva e o director de todo o departamento técnico, Sr. Eng. Rui de Carvalho, foi planeada e apresentada uma proposta de trabalho que consistia no acompanhamento e estudo da produção de um conjunto de referências, que representam 36% das vendas previstas para o ano de 1997.

Para isso foi constituída uma equipa que contém os seguintes elementos:

- **Sr. Paulo** (Planeamento da Produção)
- **Sr. Arnaldo** (Desenvolvimento do produto)
- **Sr. Eng. Casais** (Responsável pela Fundição 1)
- **Sr. Nuno** (Estagiário na área da produção, autor deste relatório)

O objectivo do trabalho foi de observar e estudar todo o processo de fabrico dos produtos seleccionados, com o intuito de reorganizar, restruturar e melhorar o processo de produção dos mesmos. Numa fase posterior recalcularam-se os **custos de produção** de cada referência com as devidas actualizações no processo de fabrico, e na gama operatória do sistema, comparando-se os valores dos custos com os preços de venda praticados.

A análise feita pretende clarificar o fluxo de materiais, o percurso de cada referência, e estudar o melhor aproveitamento da mão de obra.

Outra proposta de trabalho que foi incluída no tema de estágio foi o estudo de métodos de mudança de ferramenta entre séries de fabrico, com o objectivo de organizar o processo de mudança e preparação de uma nova série de fabrico, no menor espaço de tempo possível. A metodologia utilizada para reduzir os tempos de *Set-Up* foi o sistema **SMED (Single Minute Exchange of Die)**.

3.1. Plano de Estágio - primeira proposta de trabalho

Relativamente ao primeiro trabalho, o controle do processo de fabrico de cada referência, foi feito em três secções:

- Macharia
- Moldação
- Acabamentos

Algumas das referências não necessitam de macho e como tal não é feito nenhum acompanhamento na secção de Macharia. Apenas nas secções de Macharia e Acabamentos a produção é feita em células de fabrico. Na secção de moldação a produção é em série.

A informação retirada e tratada para cada uma das referências encontra-se descrita na secção 6.2.2. – Informação do processo de fabrico.

Os aspectos que sofreram especial atenção no estudo foram os seguintes:

1. **Recolha de Tempos**

   - Tempo de cada operação
   - Tempo total das operações

2. **Criar uma linha de fluxo unitária**

   - Mão de obra polivalente
   - Postos balanceados

3. **Balanceamento no tempo de ciclo**

   - Manter a produção e minimizar o número de operários
   - Maximizar a produção mantendo o número de operários

4. **Usar medidas de eficiência do processo**

   - Determinação do Rendimento obtido
   - Determinação da Produtividade global da célula

Custos de Produção

O sistema de custeio utilizado pela empresa é o sistema das secções homogéneas.

Na gama operatória estão descritas todas as operações que sofre um produto. Cada operação está incluída num determinado centro de trabalho . Por sua vez cada centro de trabalho está afecto a um determinado centro de custo. Este centro de custo representa o valor do custo standard de produzir naquela determinada secção, cada quilograma por hora. Ou seja, produzir em cada secção, tem um determinado custo por cada quilograma e por cada hora de produção.

Na gama operatória está contida a seguinte informação:

- Artigo
- Nº operação
- Centro de custo da operação
- Centro de trabalho da operação
- Descrição da operação
- Tempo de arranque
- Tempo unitário da operação
- Peso do artigo

Os tempos de arranque e os tempo unitários vêm na unidade de **nº horas necessárias para produzir 1000 peças**.

Além desta informação, encontra-se na folha de cálculo do custo de produto acabado, a informação do consumo de carga metálica e energia eléctrica necessária.

O custo standard de cada secção está subdividido nas quatro parcelas:

- Custo em matéria prima
- Custo em mão de obra directa
- Gastos gerais de fabrico fixos
- Gastos gerais de fabrico variáveis

O valor de custo unitário de cada produto é determinado a partir dos custos unitários em cada uma destas parcelas. O valor do custo de cada parcela é calculado para uma base de 1000 peças.

O custo em matéria prima é determinado a partir do consumo em carga metálica e em energia eléctrica multiplicado pelo respectivo custo standard.

O custo em mão de obra directa, gastos gerais de fabrico fixos e gastos gerais de fabrico variáveis são determinados a partir dos valores de tempos unitários de cada operação em cada centro de trabalho, multiplicado pelo respectivo custo standard de cada uma das parcelas.

Antes de se obter um custo total unitário determinam-se os sub-totais após o controlo de fundição, antes do controlo final e após o controlo final. Estes subtotais são determinados tomando em consideração a percentagem de refugo que é aproveitado.

3.2. Plano de Estágio - segunda proposta de trabalho

A segunda proposta de trabalho consistia em estudar a mudança de ferramenta das máquinas após cada série de fabrico, tentando arranjar soluções para diminuir os tempos de preparação de cada série. Para isso foi aplicado o método SMED no estudo da mudança de ferramenta e na implementação de soluções que tornassem todo o processo o mais rápido possível.

Foi constituída uma equipa para executar este trabalho que continha os seguintes elementos:

- Eng. Belchior (director da Eng. do Produto e Métodos)
- Eng. Aurélio Campos (chefe de projecto)
- Eng. Aragão (chefe de projecto)
- Eng. Eduarda (responsável pela Macharia)
- Sr. Fernando (encarregado)
- Sr. Nuno (estagiário)

Foram feitas filmagens e estudos de preparação de séries de fabrico nas seguintes máquinas:

- Imafond - Macharia
- Furadora Erlo - Acabamentos 1
- Tokyu - Moldação 1

Em cada um dos três casos de estudo se aplicou o mesmo método que virá descrito no capítulo 7.

4. Sistemas de produção

4.1. Estrutura da Produção - Exposição Esquemática da Produção

Sistemas de produção são meios pelos quais transformamos recursos, **inputs,** para criar bens utilizáveis e serviços como **outputs**.

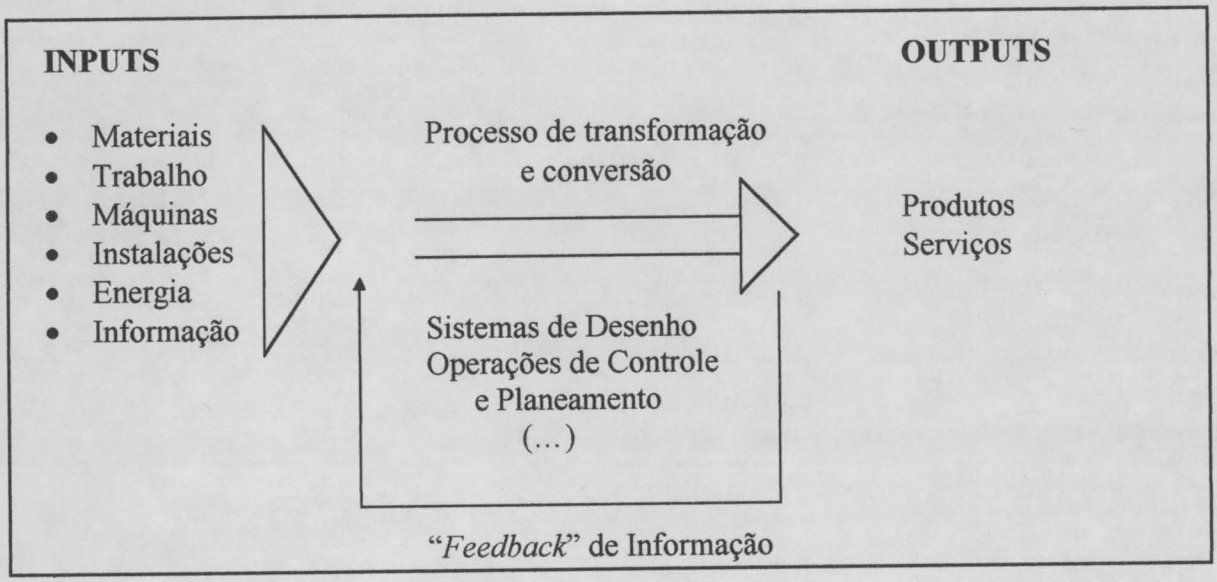


Figura 2 –Esquema da produção

Toda a produção é composta por processos e operações.

Um **PROCESSO** é um fluxo contínuo em que as matérias primas são transformadas em produtos finais.

Uma **OPERAÇÃO** é toda a acção realizada por um homem, uma máquina ou um equipamento sobre matérias primas, produtos intermediários ou finais. É um passo no processo global de produção de um serviço ou um produto que leva ao output final.

A **PRODUÇÃO** é uma combinação de operações e processos, com uma ou mais operações correspondentes a cada etapa do processo.

O processo de fabrico pode ser repartido em quatro categorias distintas:

1. TRABALHO: aprovisionamento, montagem, modificação de forma e qualidade
2. INSPECÇÃO: comparação com um standard
3. TRANSPORTE: mudança de lugar
4. ARMAZENAGEM: período de tempo em que o trabalho, transporte e inspecção não é feito sobre o produto.

A fase de ARMAZENAGEM pode ser dividida em três categorias:

- Armazenagem de matérias primas
- Armazenagem de produtos finais
- Armazenagem de materiais em curso de fabrico

Operações Principais

As operações executadas em cada processo de fabrico podem ser de quatro categorias:

- Mudança de ferramenta
- Operações essenciais
- Operações auxiliares
- Acontecimentos marginais

As operações de mudança de ferramenta são aquelas executadas entre séries de fabrico consecutivas, que constituem tarefas de preparação. As operações essenciais são aquelas que transformam o produto, ou para isso contribuem directamente, e as operações auxiliares são aquelas que não contribuem directamente para a transformação do produto, mas que não deixam de ser imprescindíveis ao mesmo.
Os acontecimentos marginais podem ser classificados em operações de higiene e fadiga.

4.2. Planeamento e controle da Produção

A produção é a actividade central da empresa, sobretudo numa empresa de transformação do sector secundário, como é o caso da Eurofer, onde as matérias primas são transformadas em produtos.

A tarefa da produção é concretizar um produto que vai satisfazer determinado serviço, de um modo o mais económico possível. O Planeamento é a função reguladora da execução, sendo o modo de planear a produção dependente da estrutura produtiva.

No caso da Eurofer a sua estrutura assemelha-se ao género de produção por encomenda que corresponde ao fabrico de produtos que sendo de concepção e execução pouco complexas para a capacidade da empresa, têm procuras individuais relativamente baixas. A empresa produz pequenas quantidades de uma grande variedade de produtos (que têm semelhanças tecnológicas). Num dado momento podem estar a ser executados diversos produtos partilhando os meios de produção existentes.

Este tipo de produção diversificada exige uma disposição oficinal que se designa por implantação celular, ou seja, os meios de produção são móveis e estão agrupados por famílias de produtos, em **células de fabrico**. Dentro de cada família, os produtos podem ser geometricamente muito distintos, mas envolvem operações que são executadas pelo mesmo conjunto de máquinas, embora com sequências operacionais diferentes. Este é o princípio da Tecnologia de Grupo, em que cada produto é executado pela célula destinada à sua família.

O Planeamento tem a missão reguladora da produção e como, tal é responsável por tarefas relacionadas com as encomendas e programas de produção, os materiais em curso de fabrico, os meios de produção e os materiais de produção.

Especificamente, o Planeamento e Controle é responsável por:

- fixar o calendário das operações a executar em função da disponibilidade dos serviços e das oficinas, procurando que os prazos de execução sejam curtos e satisfaçam as datas e quantidades pedidas.

- preparar o lançamento das operações, coordenando as acções para satisfação das necessidades em materiais, ferramentas e outros meios, lançando as ordens de execução em momento oportuno por forma a sincronizar as fases do processo produtivo.

- acompanhar as ordens, confirmando a sua execução nos termos previstos, ou no caso de existirem desvios, promover acções de correcção.

Relativamente aos materiais em curso de fabrico, o Planeamento deve procurar minimizar o seu volume dentro dos princípios da gestão económica de stocks. Relativamente aos meios de produção, deve procurar ocupar eficazmente as pessoas e os equipamentos de acordo com as suas capacidades, evitando esperas e atrasos.

Assim o Planeamento e controle engloba três fases: o **ordenamento**, o **lançamento** e o **acompanhamento**. O ordenamento elabora o programa de execução tendo em atenção os prazos de entrega, o encadeamento das actividades e os recursos disponíveis. O lançamento desencadeia as acções de acordo com o programa. O acompanhamento segue o desenrolar das operações desencadeadas e transmite as informações para as fases anteriores.

4.2.1. Análise de Cargas e Capacidades

Para estabelecer o programa de produção, o Planeamento tem de subordinar as cargas derivadas das encomendas às disponibilidades dos meios de produção. A avaliação das cargas e capacidades terá que ser feita numa unidade comum.

A unidade de carga e capacidade mais frequentemente usada é o tempo, mas existem outras unidades de carga como por exemplo a capacidade dos fornos de fusão. A capacidade depende do número e da natureza dos meios de produção, do método de execução e do horário de trabalho.

A capacidade de produção definida na base do horário de trabalho é um valor teórico, porque na realidade existem perdas por dificuldades de organização, por absentismo, por problemas relacionados com equipamento e manutenção do mesmo. Por esta razão são usados para efeitos de planeamento, coeficientes de relação entre capacidade teórica e prática.

A forma mais simples de aumentar a capacidade, e bastante utilizada no seio da empresa, é fazer horas extraordinárias. Outra solução que se apresenta, e se torna bastante eficaz em alturas de excessos de carga, é a contratação de mais equipas de trabalho a prazo, sobretudo em empresas, como é o caso da Eurofer, que trabalham em mercados de procura sazonal.

4.2.2. Planeamento e Controle da Produção por Encomenda

A encomenda gera um processo que vai percorrer um circuito de várias etapas, através de diversos sectores da empresa. Nesse circuito existem múltiplos processos que o Planeamento tem de coordenar para cumprir os prazos de entrega, dentro dos critérios de utilização dos recursos.

O Planeamento coordena as várias etapas do circuito e estabelece as ligações entre os diversos sectores intervenientes no processo de encomenda. O sector comercial recebe as encomendas dos clientes, com a indicação dos produtos, quantidades requeridas e prazos de entrega. A essas encomendas pode juntar outros produtos, decorrentes das previsões de venda. A partir das encomendas e das previsões de venda elaboram Ordens de Fabrico que se enviam ao Planeamento.

O Planeamento é responsável então por transmitir ao gabinete do projecto os elementos referentes ao produto encomendado, estabelecer um programa provisório de execução das grandes etapas da encomenda, se necessário desencadear a compra de materiais, transmitir os documentos relevantes às secções interessadas, em particular aos Métodos, aos Aprovisionamentos e à Fabricação. Por fim tem de controlar todas as etapas do processo em ligação com todos os sectores mencionados, introduzindo as correcções necessárias.

O sector de Métodos tem por função estudar o processo de fabrico, definir a gama operatória, especificar os desenhos dos produtos e as ferramentas e materiais e materiais a serem utilizados.

As ordens de fabrico em carteira vão traduzir-se numa carga oficinal que deve ser ajustada às capacidades disponíveis. Essa carga vai sendo conhecida com maior precisão à medida que avançam os processos de projecto e de método de fabrico relativos a cada encomenda. Há então que distribuir, no tempo, as cargas estimadas, de acordo com as capacidades disponíveis e atendendo às datas de entrega.

Este processo de atribuição de cargas segundo as capacidades existentes é feito para um determinado horizonte temporal. O sistema informático existente faz um planeamento das necessidades de material, para os artigos encomendados, na forma de um **MRP ("Materials Requirements Planning").**

Seguidamente descreve-se este método de planeamento da produção, MRP, como outros dois métodos de produção bastante importantes que são o **JIT ("Just In Time")** e o **OPT ("Optimezed Production Technology")**.

No caso da Eurofer, podemos afirmar que o seu planeamento da produção se assemelha a um MRP, no que diz respeito ao planeamento das necessidades para um dado período. Em termos de filosofia de produção e organização a Eurofer está neste momento a caminhar para um tipo de organização que se assemelha ao JIT.

Seguidamente apresenta-se um diagrama representativo do sistema de planeamento.

Planeamento de Produção e Circulação de Informações

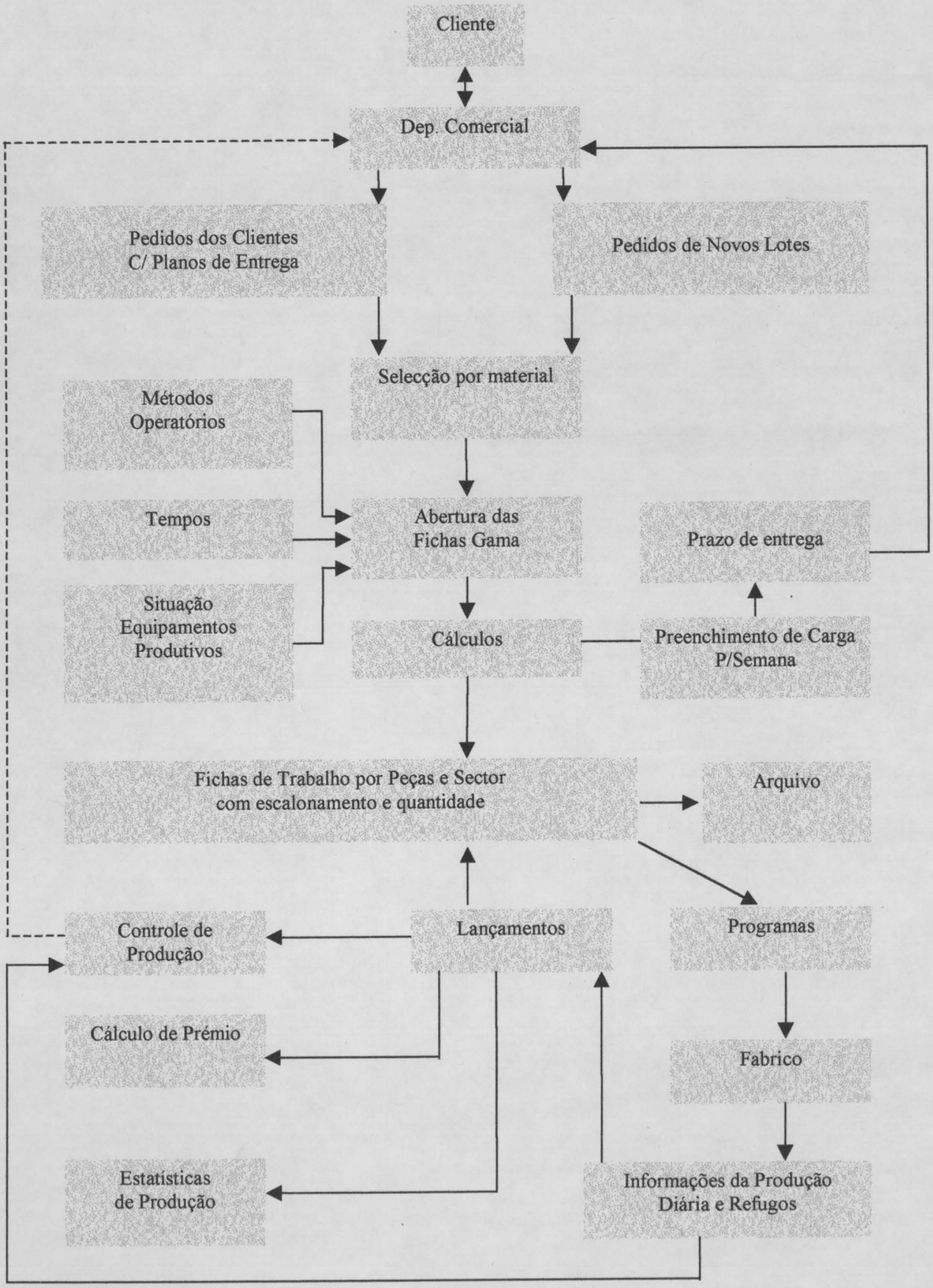


Figura 3 – Organigrama do Planeamento e Controle da Produção

4.3. Métodos de Produção

4.3.1. MRP - Materials Requirements Planning

Nos anos 70 a grande revolução para o aumento da produtividade nas empresas foi o MRP (Materials Requirements Planning). Posteriormente esta sigla foi também aplicada a uma versão mais evoluída denominada "Manufacturing Resources Planning". Actualmente a distinção é feita pelas designações MRP e MRPII respectivamente. Ambos os métodos se baseiam no estabelecimento de planos de produção para planeamento das necessidades em materiais, com o objectivo de executar a produção prevista.

No método MRP o planeamento das necessidades de materiais faz-se sem atender às capacidades existentes (em recursos como máquinas e mão de obra) enquanto no MRPII há um ajuste entre os planos de necessidades e de capacidades. O ajuste é feito inicialmente a um nível agregado, para depois ser feito a um nível fino.

O método MRP procura que a produção se realize na medida em que é necessária. Determinado componente só é fabricado, apenas quando é requerido para satisfazer uma procura ditada pela necessidade ou pela conveniência, ou seja, só se produz quando o artigo ou componente é necessário. O método reside no cálculo da necessidade de quantos componentes são necessários e quando são necessários para a produção de um artigo.

O Planeamento da Eurofer na fase de definição das necessidades de componentes e materiais faz-se segundo este método com apoio de um sistema informático que se assume como um MRP, planeando essas necessidades ao longo de um calendário estabelecido.

4.3.1.1. Desenvolvimento do método

A data em que um componente será necessário chama-se *data-devida*. O conhecimento antecipado das datas-devidas para os vários componentes é um aspecto essencial de toda a lógica do MRP. Estas datas são determinadas a partir do *plano director de produção*, da *estrutura dos produtos* e do *inventário dos componentes em stock*.

O plano director da produção refere-se a produtos finais ou quase finais e fixa as quantidades e as datas em que esses produtos devem estar disponíveis para satisfazer os prazos de entrega. A estrutura dos produtos contém informação relativa aos componentes de cada um dos produtos e os níveis de cada um dos seus componentes. Tendo acesso a esta informação determinam-se as necessidades brutas e as datas devidas correspondentes, ao longo do horizonte de planeamento.

O inventário mestre é um registo das existências presentes e programadas, dos materiais em armazém. Subtraindo as existências das necessidades brutas, obtém-se o plano das necessidades líquidas. É este último plano que serve de base ao lançamento das ordens de fabrico.

Em termos simplistas é este o funcionamento do MRP. O produto final é decomposto numa série de artigos intermédios a que correspondem outras tantas fases de fabrico.

Teoricamente o MRP constitui um processo eficaz de gerir a produção e responder rapidamente às alterações da procura e dos planos de fabrico. Porém a sua eficácia depende muito de haver uma base de dados exaustiva e rigorosa (sobre estruturas, gamas de fabrico e tempos), da correcção nos procedimentos em todo o processo produtivo, do controlo de fabrico e da introdução oportuna das transacções no sistema. Isso implica um elevado grau de organização empresarial.

Lógica do MRP

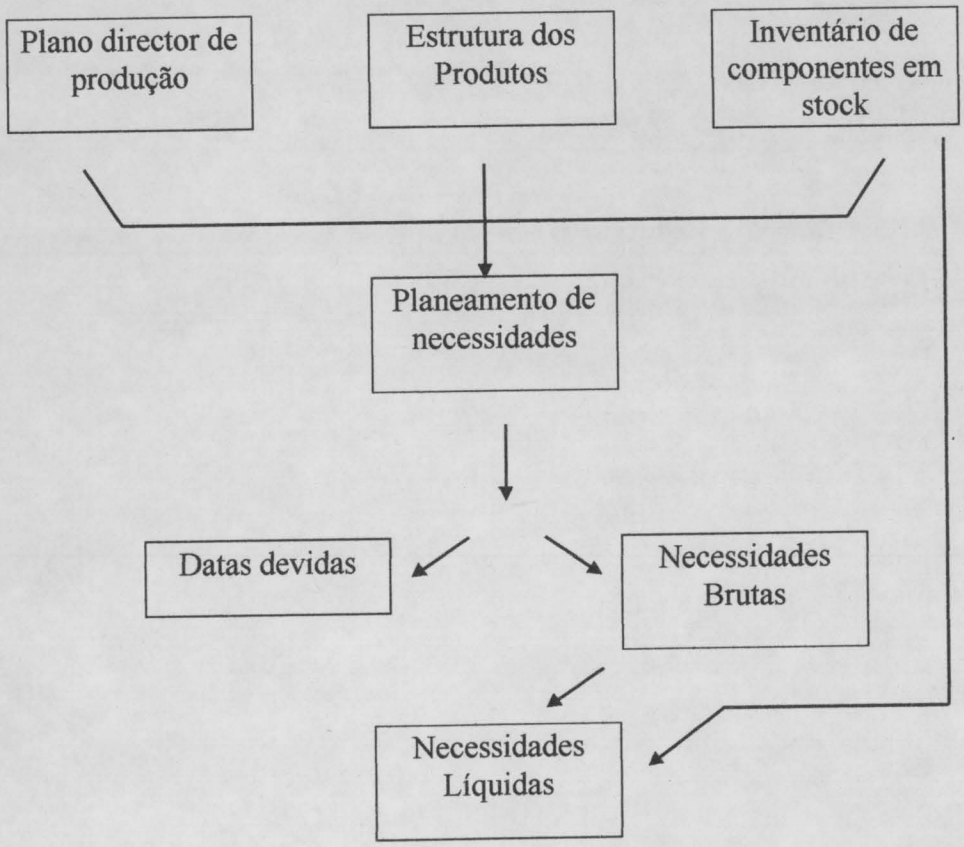


Figura 4. – Lógica do MRP

A falha do sistema MRP reside no ignorar as capacidades existentes e disponíveis para efeitos de planeamento de necessidades. O sistema não faz a afectação da carga ás capacidades existentes na empresa.

4.3.2. JIT - Just In Time

"Produzir JIT não é produzir mais rapidamente, mas sim mais inteligentemente".
"Rui Assis e Mário Figueira"

O JIT trata-se de um processo exigente, que obriga a repensar em profundidade toda a organização da empresa. Como tal, requer uma atitude virada para a transformação de padrões e procedimentos, em que o improviso cede o lugar à organização e ao rigor.

O JIT pode ser descrito como uma filosofia operacional com o objectivo de aumentar continuamente a produtividade e a qualidade numa empresa. Foca os métodos de organização e controlo da produção que permitem à empresa efectuar entregas rápidas e muito frequentes mantendo simultaneamente stocks baixos.

O conceito de JUST-IN-TIME nas empresas industriais significa produzir no momento certo, sem antecipação nem atrasos relativamente ao tempo de entrega previsto.

Como vantagens do JIT existe a eliminação ou redução drástica do nível de stocks de matérias primas, componentes e produtos fabricados, sem incorrer em risco de incumprimento dos prazos de entrega.

A diminuição de stocks necessários à laboração sem descontinuidades origina uma dupla economia: os investimentos em instalações de armazenagem são mais reduzidos e os custos de posse, em que avultam os custos financeiros, reduzem-se substancialmente.

Levado ao limite, o funcionamento de uma empresa segundo processos do JIT permite eliminar manipulações associadas à armazenagem dos produtos acabados ou em curso de fabrico.

A sincronização entre os ritmos de trabalho das empresas no sistema JIT obriga à optimização dos circuitos de produção e ao seu funcionamento sem falhas, uma vez que qualquer quebra de cadência origina de imediato prejuízos à empresa.

A ausência do elemento amortecedor entre a produção e o mercado que os stocks constituem, obriga a que os produtos tenham que sair das linhas de fabrico respeitando rigorosamente as respectivas especificações. Este aspecto é designado por **Qualidade na Fonte**, que tem como corolário imediato a eliminação dos desperdícios.

4.3.2.1. Origens do JIT

O sistema JIT foi desenvolvido no Japão pela Toyota Motor Company e popularizado nos anos 70 nesta empresa pelo vice-presidente Sr. Taichi Ohno e vários seus colegas.

O sistema foi implantado pela primeira vez no Ocidente, em 1980 na Kawasaki no estado do Nebraska nos EUA. Desde então espalhou-se por muitas outras empresas nos EUA e passou depois para a Europa durante a década de 80.

As raízes do JIT, encontram-se no facto do Japão ser um país com enorme falta de espaço e com recursos materiais exíguos, o que desenvolveu nos Japoneses uma mentalidade contrária a toda a forma de desperdício.

A estratégia seguida pelos Japoneses deu origem a três medidas tácticas, progressivas no tempo:

1- Em vez de gastarem imenso dinheiro em I&D importaram tecnologia. Por exemplo a indústria dos semicondutores foi desenvolvida a partir de uma licença adquirida à Texas Instruments.

2- Concentraram todos os seus esforços ao nível das operações fabris de forma a conseguir a máxima produtividade a baixos custos. A engenharia focou a sua atenção na forma de fazer os produtos (engenharia do processo) em vez de na sua concepção (engenharia do produto).

3- Viraram-se para a qualidade e fiabilidade, tentando atingir os níveis máximos possíveis, de forma a oferecer aos seus clientes vantagens quase impossíveis de conseguir pelos seus concorrentes em todo o mundo.

A implementação destas tácticas está relacionada com dois conceitos fundamentais:

- Eliminação de toda a forma de desperdício
- Considerar as pessoas

4.3.2.2. Eliminação de desperdícios

O Sr. F. Cho da Toyota Motor Company define assim desperdício:

"Tudo aquilo para além do mínimo de equipamento, materiais, peças e trabalhadores, absolutamente essenciais á produção, é desperdício."

De outra forma desperdício é tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto. Assim não há lugar a stocks de segurança nem a produção antecipada.

" Se não vais usar agora, não o faças, pois é desperdício". [1]

[1] Ver referência 8 da Bibliografia

4.3.2.3. Fábricas Foco

Uma empresa especializada num certo produto apresenta grandes vantagens quando comparada com outra com uma produção mais diversificada (integrada verticalmente).

Quanto maiores e diversificadas são as empresas, maior é a sua complexidade. Este facto acentua a tendência das empresas para a adopção de procedimentos burocráticos, que constituem grandes obstáculos à rapidez de tomada de decisões e factores de diluição de responsabilidade.

Uma empresa focada é mais facilmente gerível, consegue maior domínio sobre o produto e, muitas vezes, economias de escala importantes que lhe permitem andar na vanguarda da tecnologia.

4.3.2.4. Tecnologias de Grupo

Uma forma de fabrico em que se apresenta a configuração da fábrica pode ser **Organização por Processo (ou por famílias)**, ou seja, organização por máquinas que usam a mesma tecnologia: tornos, prensas, fresadoras, etc.
Neste tipo de organização, o percurso de uma peça, cuja gama de operações façam parte tarefas em várias máquinas, verifica-se que é longo e sinuoso. Um tipo de organização deste tipo, com este Layout, conduz à fabricação de grandes quantidades de cada vez (lotes grandes) em cada máquina, alongando enormemente o ciclo de produção (lead time) e originando stocks em curso elevados. A confusão reina, as pessoas trabalham sob stress e desmotivam-se. A seguir é apresentado um layout típico deste género.

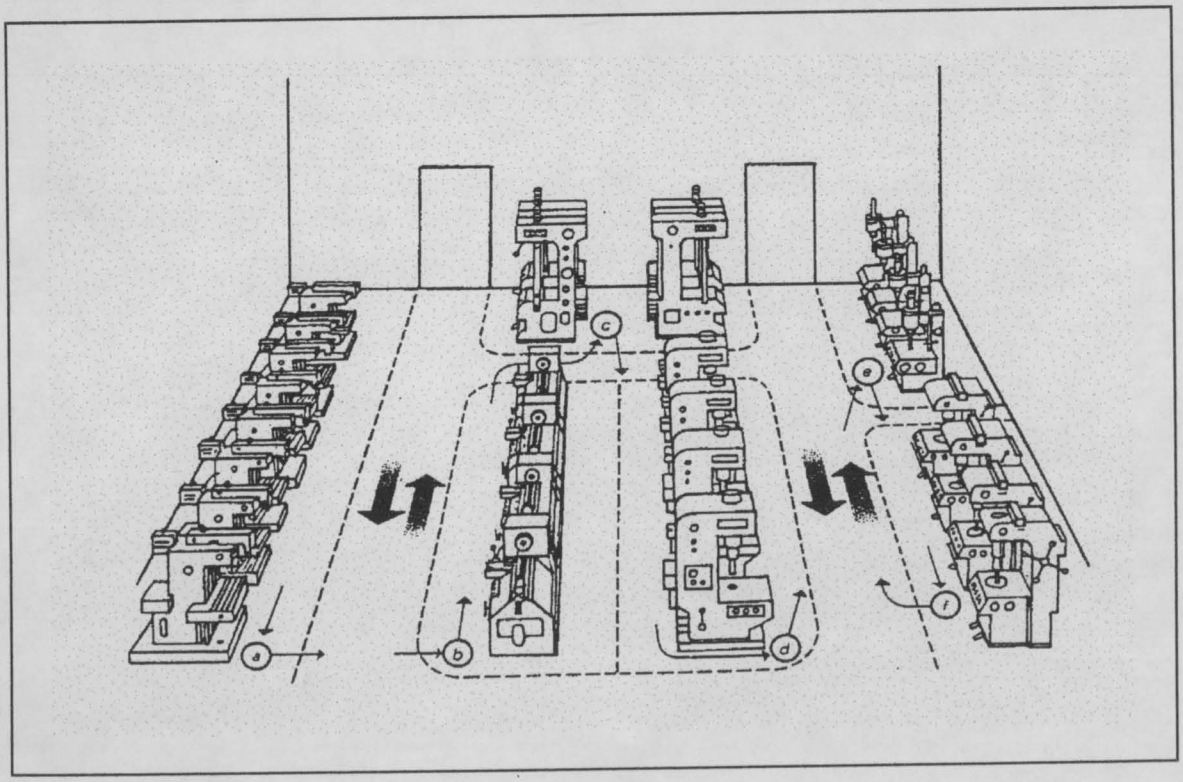


Figura 5. Organização por Processo

Se se puder, entre as peças produzidas pela fábrica, agrupá-las em famílias que tenham características semelhantes, no que respeita a operações a processar (torneamento, prensagem, rectificação, etc.) e parâmetros do processo (forma, material, tamanho, tempo de ciclo de produção) poderemos então agrupar todas as máquinas que processam cada família de peças e instalá-las todas juntas, passando a constituir uma **Organização em Célula de Fabrico**.

A ideia da célula de trabalho consiste em agrupar máquinas, tradicionalmente dispersas, em departamentos orientados por processo, em pequenos grupos que permitam obter um compromisso entre um layout orientado por processo e um layout orientado por produto.

A **Tecnologia de Grupo** oferece as seguintes vantagens:

- Desenho simplificado.
- Redução de compras de matérias primas devido à agregação das compras por famílias.
- Planeamento e controle das operações simplificados.
- Percurso de peças mais curtos e carregamento de máquinas simplificado.
- Redução do número de ferramentas necessário, de tempos mortos de Set-Up, de stocks em curso de fabrico e de tempos de ciclo.

As **Células de trabalho** oferecem as seguintes vantagens:

- Reduzem os volumes de stock em curso de fabrico.
- Reduzem os tempos de ciclo de fabricação, os **lead times** aos clientes.
- Menor espaço ocupado, pois já não é necessário acomodar stocks em curso.
- Redução de stock de matérias primas e produtos acabados (maior rotação de stocks).
- Redução do custo de mão de obra directa, devido a um melhor fluxo e uma melhor programação das actividades (melhor taxa de utilização dos trabalhadores).
- Maior motivação, envolvimento e participação dos operadores. Os operadores aceitam também maior responsabilidade pela qualidade, pois estes problemas podem ser rapidamente identificados e corrigidos por eles próprios.
- Maior produtividade e competitividade.

A seguir é apresentado um layout típico deste tipo de organização.

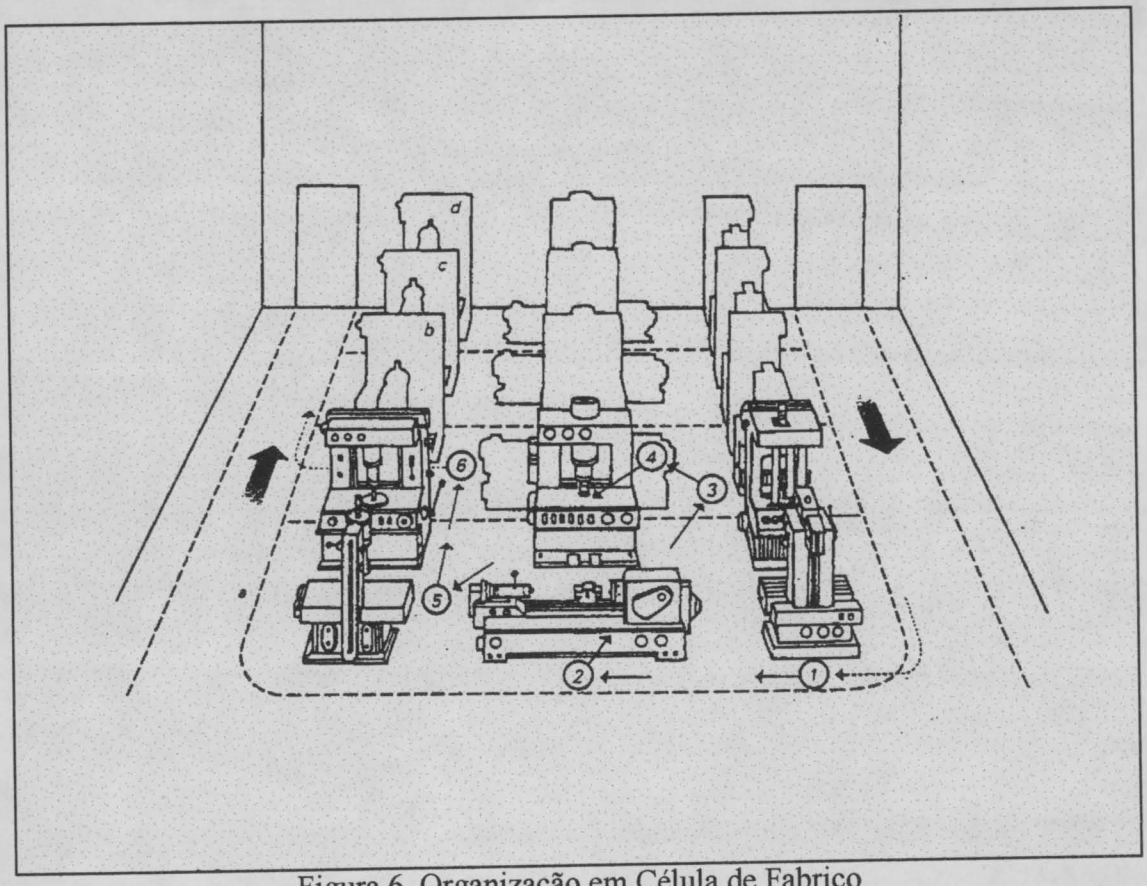


Figura 6. Organização em Célula de Fabrico

4.3.2.5. Qualidade na fonte

Qualidade na fonte significa corresponder às expectativas do cliente (interno ou externo) fazendo bem à primeira vez e sempre .

Em JIT em vez de existirem inspectores que verificam falhas originadas pelos operadores, são os próprios operadores que se tornam inspectores do seu próprio trabalho.

A perfeição deve ser considerada como um objectivo a atingir. É necessário acreditar que os operadores são capazes de aceitar maiores responsabilidades. O que conta de facto é a inteligência e não a formação académica. É necessário um ambiente de trabalho de mútua confiança para que este prolifere.

É necessário acabar com a figura dos inspectores de Qualidade, que para além de não acrescentarem qualquer valor ao produto, são vistos pelos operadores como fiscais do seu trabalho e faz com que estes não assumam eles próprios a responsabilidade da qualidade.

O controlo da qualidade pelos próprios operadores constitui uma medida de enriquecimento de tarefas que se traduz, quase sempre, num acréscimo de motivação.

4.3.2.6. Nova Definição de Cliente

Na empresa devemos passar a ver como clientes os postos de trabalho a jusante do nosso, aqueles aos quais entregamos o resultado do nosso trabalho, seja fabril ou administrativo. E como fornecedor os postos de trabalho a montante, aqueles que nos entregam o resultado do seu trabalho (**cliente interno e fornecedor interno**).

4.3.2.7. Organização em JUST-IN-TIME

A produção JIT representa uma atitude de gestão com o objectivo de produzir as peças necessárias, nas quantidades estritamente necessárias, no momento estritamente necessário.

Uma peça produzida a mais, ou mais cedo, é considerado **desperdício**.

Os objectivos que se pretendem alcançar são os seguintes:

- Stocks quase inexistentes
- Ciclos de produção (lead times) extremamente curtos
- Resposta rápida a alterações de encomendas de clientes e/ou modificações recomendadas pela engenharia do produto
- Qualidade dos produtos excelente

Num sistema de produção JIT, a redução dos stocks é mais uma consequência da fiabilização e melhor gestão do sistema do que um objectivo em si mesmo.

Princípios básicos na organização JIT:

1. **Simplificação**

- Não complicar aquilo que pode ser fácil. Só o necessário se encontra no local de trabalho.

2. **Organização**

- Cada coisa no seu lugar. Tudo bem identificado e visível. Listas de apoio no local de trabalho.

3. **Disciplina**

- Manter tudo no seu lugar e sempre pronto a ser usado.

4. **Limpeza**

- A sujidade contribui para tornar os locais desagradáveis á vista e causa mau estar.

5. **Visibilidade**

- Open-space é a solução apropriada para rapidez de identificação, localização e informação.

6. **Participação**

- Cada um é responsável pelo seu local de trabalho e dá contas ao resto da fábrica dos resultados obtidos, de qualidade e produtividade.

4.3.2.8. Programação Uniforme

Para produzir JIT é preciso um nível de fiabilidade do processo que garanta a disponibilidade do equipamento e a qualidade dos produtos.

Além disso é preciso que o fluxo da produção seja tão uniforme quanto possível. A ideia consiste em fazer todos os dias um pouco de todos os produtos necessários para o mês todo.

A programação uniforme tem apenas como objectivo cativar os recursos necessários para a produção planeada (para a semana, por exemplo.). A fabricação é adiada até ao último minuto possível, de forma a ter em conta eventuais alterações.
Esta filosofia constitui uma atitude completamente diferente da tradicional onde se privilegia a maximização da ocupação das máquinas e de operadores, mesmo que isso signifique trabalhar para stock.

Muitas empresas encomendam quantidades superiores aquelas de que realmente têm necessidade. Se o fabricante produzir um pouco de todos os produtos todos os dias, também poderá entregar aos seus clientes um pouco de todos os produtos que eles necessitam e exactamente na quantidade prevista para cada dia. Em consequência o serviço ao cliente melhorará enormemente.

A ideia final é estabelecer um plano mensal para todos os produtos e dividi-lo em fatias diárias. É mais fácil para efeitos de planeamento, considerar médias do que operações faseadas no tempo. Enquanto a capacidade média for superior à carga média, o plano é realizável.

A programação uniforme constitui assim como que uma preparação para produzir.

Produzir diariamente um pouco de todos os produtos, torna possível realizar entregas diárias a clientes de todos os produtos e exactamente nas quantidades que necessitam.

É preciso, para realizar este objectivo, estabelecer um plano mensal ou semanal para todos os produtos e dividi-lo em fatias diárias respeitando a condição de manter a capacidade média superior à carga média, de forma a que o plano seja realizável.

Isto só é possível quando os tempos de preparação de máquina são de tal forma reduzidos que se pode produzir economicamente uma pequena quantidade todos os dias. É esta a única forma de conciliar produtividade com flexibilidade.

4.3.2.9. Técnica de Controlo Kanban

A técnica Kanban foi desenvolvida no Japão, nas fábricas de produção automóvel Toyota, durante os anos 70, tendo-se expandido para as empresas ocidentais a partir dos anos 80.

Um Kanban funciona como uma encomenda interna. Funciona como um sistema coordenador de todo o fluxo (tráfego) de materiais dentro de uma fábrica.

É uma técnica simples de controlo da produção, que usa contentores dedicados e etiquetas (encomendas ou guias de remessas) internas, recicláveis. Só é aplicável em processos de fabricação discreta e repetitiva, ou seja de produtos normalizados de baixa complexidade possuindo estruturas com poucas variantes.

É também condição para que a técnica funcione que os equipamentos estejam organizados fisicamente segundo linhas dedicadas por produto (vários modelos) ou tecnologia de grupo (agrupamento de peças com características semelhantes, constituindo uma mesma família).

5.3.2.9.1. Objectivos da Técnica Kanban

Os objectivos resumem-se aos seguintes pontos:

1. Regularizar internamente as flutuações da procura do mercado, criando programas de produção o mais uniformes possível.

2. Regularizar as flutuações do stock de fabricação entre os postos de trabalho devido às diferenças de capacidade entre estes e tentar mesmo eliminá-lo.

3. Descentralizar a gestão das oficinas, confiando às chefias directas um papel de gestão efectiva da produção e dos stocks em curso.

5.3.2.9.2. Organização da Técnica Kanban

Num sistema funcionando segundo a filosofia operacional JIT, a flexibilidade constitui um objectivo primordial. A técnica Kanban permite atingir este objectivo através de um mecanismo extremamente simples de programação e funcionamento sincronizado de todos os postos de trabalho.

A ideia fundamental consiste em fazer com que cada cliente interno (posto de trabalho a jusante) comunique em cada momento ao seu fornecedor interno (posto de trabalho a montante) exactamente o quê, quanto e quando necessita. A produção de cada posto de trabalho corresponderá assim à exacta medida das necessidades de jusante.

Neste sistema cada posto de trabalho é simultaneamente cliente e fornecedor, respectivamente do posto de trabalho a montante e do posto de trabalho a jusante. Na técnica Kanban, é a procura que puxa *("PULL")* a produção de cada posto de trabalho de forma encadeada e sequencial.

Diz-se também que o Kanban é uma técnica de pedido de jusante ou ainda de produção em fluxo puxado.

A técnica constitui uma forma de conseguir sincronização adequada de uma sequência de operações, necessárias á produção de cada produto, de forma a minimizar stocks e conseguir o "*lead time*" mais curto possível.

Enquanto que tradicionalmente, a produção é despoletada por programas, no sistema Kanban a produção é despoletada apenas por Kanban´s em circulação.

O sistema é ajustável, é auto-regulador, permitindo um ajustamento fácil dos parâmetros de gestão às variações da procura (por exemplo, regulando o número de Kanbans e contentores).

5.3.2.9.3. Informação contida numa etiqueta Kanban

Informação de Identificação:

- Referência da peça e da operação
- Número de peças que completam um contentor

Informação de Movimentação:

- Nomes dos postos de trabalho cliente e fornecedor
- Local onde colocar os contentores completos

Local onde colocar as etiquetas Kanban livres

Informação de Gestão:

- Número de etiquetas Kanban em circulação da respectiva referência
- Número de etiquetas Kanban correspondentes a um lote de fabricação e ao nível de reposição

Informação Técnica:

- Referências das ferramentas a utilizar
- Instruções de operação, de regulação e de controlo.

Numa forma mais simples, o cartão ou etiqueta deve identificar a referência do produto, a data de produção, o fornecedor interno, o cliente interno e observações.

Actualmente, na Eurofer, cada contentor que contém produtos é acompanhado com um cartão com informação do tipo de referência, a data de fabricação e donde provém esse produto. Não resulta exactamente como um Kanban porque não é esse cartão que desplota o fabrico para o posto seguinte, apesar da informação que contém se assemelhar a um Kanban.

4.3.2.10. Máquinas Sempre Prontas

Todas as máquinas devem ser objecto de programas de manutenção preventiva ou condicionada, de forma a mantê-las em condições que garantam a sua continuidade de funcionamento (disponibilidade) e em consequência, reduzir a necessidade de manutenção de stocks de segurança.

4.3.2.11. Minimização de tempos de "*SET-UP*"

As operações de preparação ("*Set-up*") de uma máquina para mudança de série de fabrico são normalmente complexas e morosas.

Quando as encomendas são diversificadas e de pequena dimensão, o que exige que a produção seja diversificada, o impacte do tempo de "S*et-up*" é grande.

No sistema JIT há necessidade de reduzir drasticamente os tempos de "S*et-up*" para poucos minutos ou mesmo segundos para viabilizar a produção diversificada em pequenos lotes.

Enquanto tradicionalmente o tempo de "*Set-up*" era visto como uma constante, no sistema JIT é visto como uma variável.

Esta preocupação deu origem a uma técnica de redução de tempos de "*Set-up*":

SMED (Single Minute Exchange of Die)

O método SMED permite reduzir de forma muito significativa a complexidade das regulações e afinações e, em consequência, eliminar a necessidade de especialistas, correntemente designados por afinadores.

4.3.2.12. Balanceamento de Linhas de Produção e Células de Fabrico

Quando a mesma linha tem que produzir vários produtos, cada produto tem que ser produzido numa certa quantidade (lote), sendo necessário parar e preparar previamente a linha.

Chama-se **balanceamento** ao processo de comparação da carga (horas-homem ou horas-máquina) induzida por um programa de produção, com a capacidade disponível dos seus recursos necessários utilizar para o seu cumprimento.

Sendo:

$P_1, P_2, \ldots P_n$	- produtos
$D_1, D_2, \ldots D_n$	- consumo anual desses produtos
$Ts_1, Ts_2, \ldots Ts_n$	- tempos de set-up para produção desses produtos
$L_1, L_2, \ldots L_n$	- dimensão do lote de cada produto
$Tp_1, Tp_2, \ldots Tp_n$	- tempo de produção de uma unidade de cada produto
$Q_1, Q_2, \ldots Q_n$	- quantidade em stock de cada produto
T_a	- tempo anual disponível pela instalação

Regras de balanceamento de uma instalação:

1ª Regra

A soma dos tempos de "*set-up*" e dos tempos de produção de uma instalação deve ser igual ou inferior ao tempo disponível da instalação, num certo intervalo de tempo:

$$\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{D_i}{L_i}\times T_{S_i}+D_i\times T_{P_i}\right)\le T_a \qquad (1)$$

2ª Regra

O tempo de produção de qualquer subconjunto de produtos (h,...,m) deve ser em qualquer momento, igual ou inferior ao tempo mínimo previsto de esgotamento de stock existente, nesse momento de qualquer dos produtos:

$$\sum_{j=h}^{m}\left(T_{S_j}+L_j\times T_{P_j}\right)\le \min\left(\frac{Q_i}{D_i}\right) \quad i \in (h,\ldots,m) \qquad (2)$$

4.3.2.12.1. Balanceamento e Layout de uma linha constituída por várias operações

Quando se inicia pela primeira vez a fabricação de um produto, a Engenharia do Processo deve começar a estudar todas as operações necessárias a executar, prever a sua duração, e tendo em conta as relações de precedência sequenciar todas as operações, proceder ao chamado balanceamento da linha que se vai constituir para fabricar aquele produto.

O balanceamento de uma linha, constituída por muitas operações, para processamento de um produto, consiste em encontrar a solução para uma das alternativas seguintes:

1. Dado um tempo de ciclo, determinar o número mínimo necessário de postos de trabalho (estações).

2. Dado um número de estações, determinar o tempo de ciclo mínimo possível.

Cada estação terá sempre algum tempo ocioso já que na prática não se consegue uma eficiência de 100%.

Num problema de balanceamento consideramos:

N - **n.º de postos de trabalho** ao longo da linha. Normalmente um posto é ocupado por um único operador que pode realizar uma ou mais operações.

nota: uma estação pode ter mais do que um operador, ou um operador pode intervir em mais do que uma estação.

C - **Tempo de ciclo**. Tempo decorrido entre a fabricação de duas peças sucessivas á saída da linha, ou seja, o tempo máximo permitido a cada estação. Na célula de fabrico este tempo corresponde ao tempo da operação mais lenta.

T_i - **Tempo médio** correspondente á operação de ordem (i). Este tempo deve ser menor que C.

ΣT_i - **Tempo total** necessário para produzir uma unidade, ou soma das durações de todas as operações.

As relações estabelecidas são as seguintes:

Relações

Número mínimo de estações:

$$N_{min} = \frac{\sum T_i}{C} \qquad (3)$$

Eficiência do balanceamento:

$$\text{Eficiência (E)} = \frac{\sum T_i}{N \times C} \qquad (4)$$

Folga do conjunto:

$$\text{Folga (F)} = N \times C - \Sigma Ti \qquad (5)$$

Nota: Não existe nenhum método exacto para o cálculo do balanceamento de uma linha de produção. Na prática usam-se métodos heurísticos, entre os quais, um dos mais populares é o do **"Tempo de operação mais lenta"** . Este foi o método utilizado no balanceamento das células de fabrico.

Tempo de ciclo

O tempo de ciclo em programação uniforme significa o intervalo de tempo que medeia entre a saída de duas peças numa linha. Por exemplo, 60 peças por hora significa o mesmo que 1 minuto entre cada duas unidades. O Tempo de ciclo diz-se então igual a 1 minuto por peça.
Quanto mais baixo for o tempo de ciclo maior é o ritmo de produção.

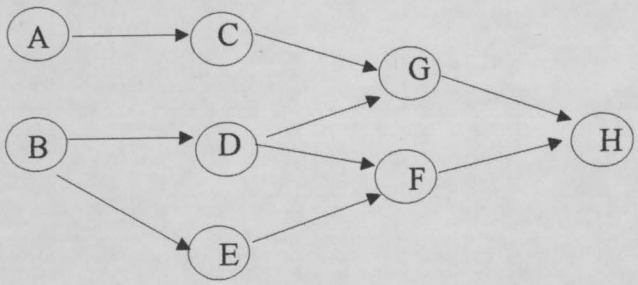
Exemplo de Aplicação

Seja **P** a produção necessária de um dado produto por turno de 8 horas e $\mathbf{T_t}$ o tempo de produção útil.

Pretende-se especificar uma linha com **N** estações (postos de trabalho) e quais as operações que se podem agrupar em cada posto.

O tempo necessário entre cada estação (o de movimentação) é desprezável, supondo que os postos se encontram muito próximos uns dos outros. Sabe-se a duração $\mathbf{T_i}$ de cada operação e as respectivas precedências.

Começa-se por desenhar o diagrama de sequências operatórias:



O **tempo de ciclo C**, necessário, é:

$$C = \frac{T_t}{P} = \frac{Tempo_de_produção_util}{produção_necessaria}$$

$$\left(\frac{Min/Dia}{Unidades/Dia} = \frac{Min}{Unidades} \right) \quad (6)$$

O **número de postos N**, é dado por:

$$N = \frac{\sum T_i}{C} = \frac{Tempo_total_tarefas}{Tempo_ciclo} \quad (7)$$

Este valor do número de postos N tem de ser arredondado para o inteiro superior.

O passo seguinte é de agrupar as tarefas. Começa-se pelas operações iniciais, que não têm tarefas precedentes. Escolhe-se por exemplo a operação mais longa desse grupo e a esta junta-se aquela cuja soma dos tempos de ambas mais se aproxime do tempo de ciclo (ou seja aquela de cuja soma resulte a menor folga possível), sem ultrapassar C e respeitando as relações de precedência.

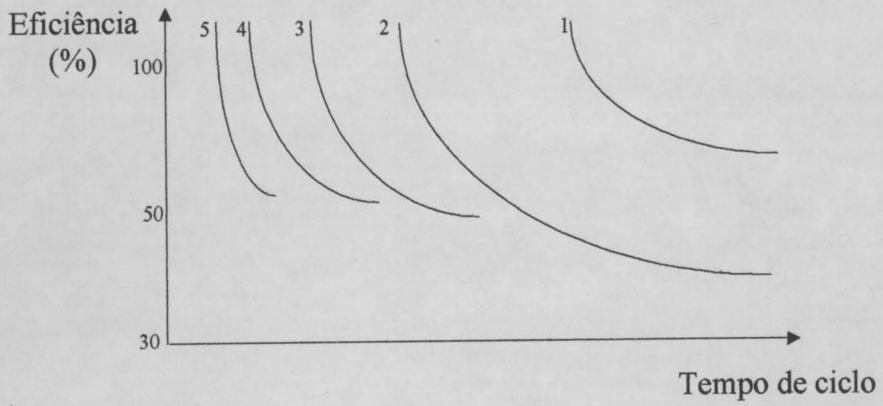
Os passos posteriores são idênticos: junta-se uma operação a um grupo, até não ultrapassar o tempo de ciclo, respeitando as relações de precedências. Quando se tiver chegado ao tempo máximo, sem ultrapassar o tempo de ciclo, tem-se uma estação de trabalho com várias operações, que geralmente contém um operador.

Quando se ultrapassar o tempo de ciclo com todas as hipóteses, respeitando o critério de precedência, começa-se a organização de um novo posto de trabalho.

Finalmente determina-se a folga do sistema através da equação (5) e a eficiência do sistema pela equação (4).

4.3.2.12.2. Sensibilidade da Eficiência ás variações do tempo de ciclo

Existe uma relação geral entre eficiência e tempo de ciclo.



Quando a necessidade da produção cresce, o tempo de ciclo diminui (na figura desloca-se para a esquerda) e a eficiência da linha da produção aumenta.

Quando o tempo de ciclo atinge um certo ponto, verifica-se descontinuidade e a quantidade de estações tem que ser incrementado de uma unidade. Em consequência a eficiência da linha diminui.

4.3.2.12.3. Balanceamento de Capacidade

Em alguma situações, e tal como diz Goldratt em "*The Race*", "capacidades não balanceadas é melhor " !

Uma vez fixada a produção necessária (ou o tempo de ciclo), tenta-se fazer com que as capacidades de todas as estações sejam iguais. Este objectivo consegue-se agrupando operações, adaptando o layout, e alocando os operadores mais especializados ás várias operações mais complexas.

Este balanceamento só será alcançado se os tempos de cada operação forem constantes ou apresentarem uma dispersão muito pequena. Na realidade, quando ocorrem variações dos tempos de operação verifica-se:

- períodos ociosos nas estações a jusante quando as estações a montante processam com desvios acima da média

- constituem-se stocks entre as estações quando as estações a montante processam com desvios abaixo da média

A única forma de "alisar" estas variações consiste em acumular stocks intermédios para absorvê-los, o que contraria o objectivo de gerir com stocks quase nulos, ou aumentar as capacidades a montante de forma a compensar os tempos mais longo de processamento a jusante.

4.3.2.13. Produção em Volume vs. Produção em Fluxo

Num ambiente de produção funcionando segundo os princípios operacionais JIT, o ritmo de produção, quer de produtos acabados, quer de componentes deve acompanhar o ritmo de vendas, de forma a evitar a constituição de stocks intermédios e de produtos acabados e minimizar os custos de operação.

É necessário eliminar todas as razões que justifiquem actualmente a constituição daqueles stocks.

Enquanto que num ambiente tradicional o planeamento é feito em volume, de forma a satisfazer as necessidades de um certo período de tempo, tipicamente uma semana, em JIT o planeamento é estabelecido sob a forma de fluxo.

A produção em fluxo não será totalmente conseguida enquanto a dimensão dos lotes não for muito reduzida - o que se poderá viabilizar através da redução drástica dos tempos de Set-up.

Deste modo obtém-se um melhor nivelamento de carga para todas as máquinas ao longo de uma linha de produção e um tempo de ciclo extremamente reduzido.

4.3.2.14. Nivelamento da Carga

A prática consiste em planear a fabricação do mesmo mix de produtos todos os dias durante um período de tempo longo (semanas ou meses). Mesmo que o nível da procura varie ao longo deste período de tempo, o nível da produção manter-se-á constante em cada dia dentro de cada período. Isto é, o nível da produção e o mix dos produtos pode variar de mês para mês, acomodando-se á procura de mercado, mas em cada dia do mês fluirá uniformemente. Constitui um compromisso entre a necessidade de flexibilidade, tão cara ao JIT, e os programas fixos de tanto agrado dos responsáveis pela Produção em ambientes tradicionais.

4.3.3. OPT - Optimized Production Technology

No início dos anos 80, Eliyahu Goldratt desenvolveu uma técnica de optimização de fluxos de produção, que designou por OPT e que deu nascença a software com a mesma designação. Este método pretende combinar os aspectos positivos do MRP (designadamente, a sua potência de planeamento) e do JIT (simplicidade, pequenas séries de fabrico, baixos stocks, produção de acordo com as necessidades, etc.)

Para controlar a produção, os stocks e os custos, o sistema de produção tem que ser analisado de forma a identificar estrangulamentos e recursos com capacidade restrita.

Goldratt define restrição, em "*Theory of Constraints*" (1990), como sendo :

"Qualquer coisa que impede o sistema de atingir maior performance face à sua meta".

A pedra base do OPT é a identificação dos estrangulamentos (postos críticos) de fabricação. São estes que restringem o fluxo e impõem o ritmo de produção. É sobre eles que se deve concentrar o esforço de programação, manutenção, de redução de tempos de preparação, de métodos de execução, etc., a fim de trabalharem com ocupação e produtividade de 100%.

A técnica estabelece um planeamento (contra capacidade finita) para os postos de estrangulamento. Os outros postos são planeados (contra capacidade infinita) em função do planeamento dos postos de estrangulamento.

São esses postos críticos que irão comandar os pedidos aos postos (não críticos). Para não se acumularem stocks, os postos não-críticos deverão executar as ordens de acordo com as necessidades dos postos críticos, porém o mais tarde possível.

As ordens para os recursos não-críticos são programadas o mais tarde possível (Just-In-Time) admitindo-se que esses recursos fiquem temporariamente desocupados. Isto pode chocar com a mentalidade habitual de procurar ocupar sempre as pessoas e os equipamentos. Mas não interessa, de facto, fazer mais cedo para, depois, o material ficar na fila de espera do posto crítico seguinte.

O OPT apresenta, assim, algumas vantagens importantes, tais como:

- Simplicidade e rapidez na elaboração dos programas de fabrico, não necessitando de tantos dados e nem tão rigorosos como o MRP.
- Só os sectores críticos necessitam de dados e cálculos rigorosos e completos.
- É fácil analisar diferentes alternativas através de simulação, tanto para o planeamento das operações como dos recursos.
- Faz simultaneamente a maximização da produção (ocupando inteiramente os sectores críticos) e a minimização dos stocks em curso de fabrico.

Identificados os sectores críticos é sobre eles que se devem concentrar as acções tendentes a aumentar a produtividade, designadamente, o estudo dos métodos de trabalho, a eliminação de avarias e a redução dos tempos de preparação das máquinas.

O OPT é o método de planeamento mais adequado quando o produto está sujeito a alterações frequentes e complexas, e o processo utiliza os mesmos recursos para múltiplos produtos, pois apenas necessita de dados rigorosos para as secções críticas.

Podemos definir nove regras para gestão de um qualquer sistema de produção:

1. Não balancear capacidades - balancear antes fluxos.
2. A taxa de ocupação de um posto de trabalho não é determinado pela sua própria capacidade máxima mas por outras restrições do sistema (posto estrangulamento, atraso de um fornecimento, baixa de vendas, etc.)
3. A taxa óptima de ocupação de um recurso não é necessariamente igual à sua capacidade máxima.
4. Uma hora perdida num posto de estrangulamento representa uma hora perdida para toda a empresa.
5. Uma hora ganha num posto não estrangulamento tem uma incidência desprezável para a empresa.
6. São os postos estrangulamento que determinam simultaneamente, o ritmo de produção e o volume de stocks da empresa.
7. É recomendável que o lote de movimentação seja inferior ao lote de fabricação.
8. A dimensão do lote de fabricação deve ser função das restrições de capacidades e das prioridades vigentes no momento de lançamento.
9. As prioridades de produção devem ser estabelecidas tendo em conta todas as restrições do sistema. Em consequência, os prazos não podem ser fixados com antecedência mas só em resultado do planeamento dos recursos tendo em conta aquelas restrições.

5. Filosofia de produção da empresa

5.1. Objectivo da empresa

Nos dias de hoje a concorrência entre as empresas é maior do que nunca. O número de empresas no mercado nos mais variados sectores nunca foi tão grande. A Europa e a América vêm a sobrevivência das suas indústrias cada vez mais ameaçada pela concorrência asiática e dos países com baixos custos de mão de obra e estão convencidos que a única saída reside na modernização dos seus meios de produção.

A indústria metalomecânica, em que se insere a Eurofer, é um exemplo de um sector onde se verifica o referido aumento de competitividade.

A chegada das novas tecnologias conduziu ao enriquecimento do vocabulário industrial, com siglas ou termos como CAD, CAM, MRP, JIT, OPT, CNC, Robótica, AGV, Fábricas do Futuro (FOF), CIM, SPC, GT, FMS.

No fundo estas técnicas são recursos, tal como diz Goldratt, para alcançar os objectivos de todas as empresas, nomeadamente :

- Melhorar o serviço a clientes
- Alargar a cota de mercado
- Baixar os custos
- Alta qualidade
- Sobrevivência e Lucro

A capacidade da empresa atingir estes objectivos mede-se de duas formas: uma **financeira** e outra **operacional.**

Indicadores Financeiros:

- Resultado líquido
- Rentabilidade do Investimento
- Cash-Flow (resultados líquidos + amortizações)

Indicadores Operacionais:

- Ritmo de Produção - medida pela qual o dinheiro é gerado através das vendas
- Stocks - todo o dinheiro que a empresa investiu para comprar os materiais que pretende vender e transformar
- Custos de Produção - todo o dinheiro que a empresa dispende para converter stocks em produção

A empresa sabe por isso qual o sentido a seguir. A estratégia de longo prazo é bastante clara. O que já não é tão claro é a forma para o conseguir, ou seja, como garantir a sobrevivência, o lucro, o sucesso da implementação das novas tecnologias, pois no terreno por vezes as técnicas e equipamentos nem sempre correspondem às expectativas.

Em numerosos casos, as principais causas das perdas de competitividade não são de natureza tecnológica, mas são devidas ao mau funcionamento da empresa, a uma organização deficiente, de stocks excessivos, prazos de produção anormalmente longos, falta de flexibilidade e de qualidade, e pessoal insuficientemente habilitado.

Evitar os desperdícios, saber investir, conseguir modernizar-se e construir o futuro numa base segura deve constituir uma preocupação para as empresas.

5.2. Frequentes problemas das empresas industriais

Do ponto de vista macroeconómico a modernização é considerada como o único meio de impedir o declínio da indústria. Para fazer face ao confronto das exigências crescentes de competitividade é normal que as empresas procurem, como tem acontecido, utilizar técnicas mais recentes a fim de conseguir a redução dos tempos de trabalho directo.

As acções de modernização raramente atingem os seus objectivos, conduzindo por vezes a insucessos dramáticos para o futuro das empresas. Na maioria dos casos as novas tecnologias não são suficientes para atenuar as causas profundas da improdutividade, podendo mesmo agravá-las.

Um cenário clássico

A utilização das novas tecnologias parece obedecer a um cenário sensivelmente constante. Um encadeamento provável dos acontecimentos pode ser o seguinte:

- vontade de modernizar os meios de produção;
- pré-estudo, identificação das necessidades, escolha de prioridades;
- organização de um projecto detalhado e de uma análise económica previsional;
- decisão de investir;
- apresentação de encomendas aos fornecedores dos equipamentos;
- estudos complementares, preparação dos locais;
- recepção e instalação dos equipamentos;
- início das adaptações e regulação;

O que acontece geralmente depois é o seguinte:

- descobertas desagradáveis: limitações imprevistas, impossibilidades técnicas;
- arranque demorado;
- renúncia parcial aos objectivos inicialmente fixados;
- impossibilidade de se alcançarem os benefícios esperados nas datas previstas;
- tomada de consciência, por parte dos responsáveis, da fraca ou mesma impossível rentabilização do investimento realizado;
- necessidade absoluta de pessoal de alta qualificação, que durante certo tempo não se poderá ocupar dos outros problemas da fábrica;
- avarias repetidas do equipamento.

O impacto económico financeiro destas ocorrências é bastante pesado. A utilização das novas tecnologias não conduz pois, necessariamente, a uma melhoria da competitividade. É necessário que pelo menos não venha a agravá-la e que constitua uma forma de preparar a empresa para o futuro, onde serão de prever algumas desilusões.

O funcionamento das empresas

Numa fábrica, uma má organização ou um funcionamento mal gerido manifestam-se por um nível elevado de stocks e por prazos longos de produção. Estes são, por outro lado, dificilmente respeitados, o que provoca a insatisfação dos clientes. O que se pode constatar é que as causas destes prazos demasiados longos são numerosas:

- falta de peças,
- a fabricação é feita por lotes,
- existem vários pontos de estrangulamento,
- os trajectos das peças são demasiado longos,
- as máquinas avariam com frequência,
- a qualidade coloca problemas

Stocks elevados traduzem-se normalmente na obstrução das áreas de produção, em desordem, em falta de espaço, em desorganização e em dificuldade de gerir e localizar milhares de peças dispersas pela fábrica.

Estas insuficiências aqui apresentadas atingem uma maioria das empresas ocidentais e a própria Eurofer apresenta algumas falhas idênticas às que aqui foram enumeradas. Convém referir que as insuficiências aqui mencionadas não decorrem de qualquer atraso tecnológico e constituem um obstáculo à sua competitividade, à sua capacidade de reagir rapidamente a novos desafios, novos clientes e novas exigências.

Após investimentos tão elevados em tecnologia é necessário melhorar, de facto, o funcionamento da fábrica. Para encurtar os trajectos ou reduzir os stocks, é necessário pôr de lado os equipamentos e sistemas sofisticados mesmo que estes não tenham ainda sido rentabilizados. Por outras palavras, quando um investimento se revela errado, a sua manutenção em serviço, a qualquer preço, para justificar o dinheiro já gasto aumentará ainda mais o seu custo, tornando-o insustentável.

A melhoria da eficácia industrial é um processo contínuo. Os exemplos de sucesso em fábricas automatizadas não resultaram de investimentos visando uma mudança rápida de situação. Foram possíveis graças a anos de trabalho orientado para a simplificação da organização, o domínio das operações, da fiabilidade e da qualidade.

Os investimentos em novas tecnologias de produção não eliminarão, de um momento para o outro, anos sucessivos de má organização, de falta de rigor, de insuficiente manutenção das máquinas, de qualidade deficiente e de formação insuficiente do pessoal.

Será preferível partir para a solução, em primeiro lugar, das insuficiências actuais das fábricas começando por simplificar a organização e optimizar o seu funcionamento.

Os fenómenos que afectam o funcionamento quatidiano das empresas, e que impedem o seu funcionamento eficaz são os seguintes:

- *stocks* elevados
- prazos longos
- atrasos
- falta de flexibilidade e de rapidez de reacção
- *lay outs* deficientes, trajectos longos
- mudanças de ferramenta demoradas
- fornecedores não viáveis
- avarias
- problemas de qualidade
- espaço superlotado, desordem
- erros, falta de peças
- desperdício (pessoal, tempo, materiais, equipamentos, espaço)

Entre estes elementos identificam-se alguns que não são consequência de outros e que devem figurar como **causas reais de ineficácia**, nomeadamente:

1. implantações deficientes e percursos longos,
2. duração das mudanças de ferramentas,
3. fiabilidade insuficiente dos equipamentos,
4. problemas de qualidade,
5. dificuldades com fornecedores,
6. stocks elevados e prazos de entrega excessivos

Os outros elementos podem considerar-se meras consequências destes últimos.
Do ponto de vista financeiro a redução de stocks não é tão marcante como do ponto de vista operacional. Alguns ganhos operacionais proporcionados por reduções de stocks são:

- aumento de flexibilidade, melhor acompanhamento do mercado
  - capacidade para responder a encomendas urgentes
  - rapidez de reacção devida a prazos reduzidos
  - melhor resposta às solicitações de mercado
- melhoria da produtividade e redução dos custos de produção
  - redução de stocks de produtos acabados, dispendiosos e rígidos
  - eliminação das tarefas associadas à gestão e manipulação de stocks
- ganho de espaço
  - redução do montante de rendas a pagar por armazéns
  - libertação de áreas para outras actividades
- melhoria de eficácia
  - maior visibilidade
  - diminuição do volume de informação a produzir e melhor circulação
- diminuição das necessidades de investimento e dos custos de conservação associados
  - à ampliação das instalações
  - aos equipamentos para movimentação de stocks

5.3. Simplificação e controle da Produção - Produção em Fluxo

O Processo:

Deixar de combater os efeitos e atacar prioritariamente as causas

A indústria ocidental não tem por costume combater as causas dos problemas. Diante de cada dificuldade, ela encara sempre um meio de tornar os efeitos suportáveis. De um modo geral, o meio encontrado concorre para aumentar os custos.

Uma abordagem aconselhável passa então por combater as causas dos problemas referidas anteriormente. Esta filosofia dá origem à produção em fluxo que muitas empresas querem implementar e manter nas suas unidades fabris, tal como a Eurofer. Seguidamente descreve-se essa filosofia.

5.3.1. Redução dos Percursos - Simplificação dos Fluxos

Nas fábricas a implantação incorrecta das várias actividades é também prejudicial à eficácia de funcionamento. Geralmente, as fábricas nunca são construídas tendo à partida o tamanho e a configuração definitiva. A expansão progressiva das actividades obriga a implantar novos equipamentos.

As más implantações apresentam uma outra explicação: as actividades são tradicionalmente organizadas nas fábricas em modo funcional.

5.3.1.1. As implantações funcionais

Tal como já foi descrito anteriormente no capitulo 4.3.2.4., sobre Tecnologias de Grupo, numa disposição funcional as máquinas que realizam o mesmo tipo de operações são agrupadas geograficamente (ver figura 7). Assim, os tornos são implantados uns ao lado dos outros e manobrados por operadores especializados em operações de torneamento.

Na generalidade os operadores e máquinas que efectuam o mesmo género de tarefas são agrupados num mesmo sector.

Estas disposições funcionais permitem ao pessoal de cada sector realizar tarefas repetitivas muito especializadas, com mão de obra pouco qualificada.

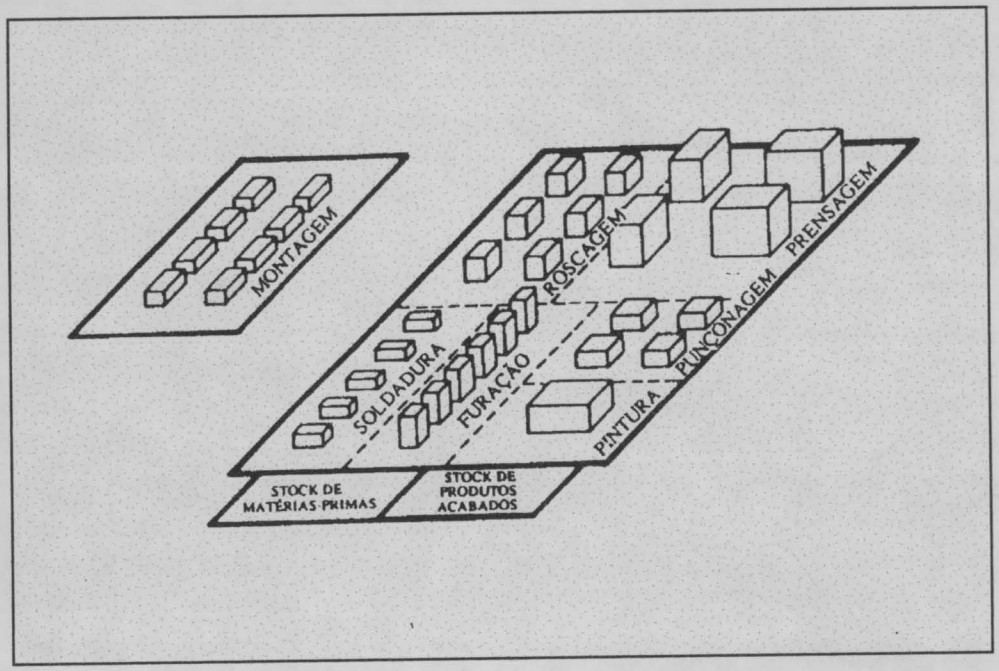


Figura 7. Implantação Funcional

Mas as implantações funcionais têm como efeito o **aumento dos percursos** dos materiais e dos produtos. Assim, quando uma peça chega a um determinado sector, tem que contornar todos os postos desse sector que não lhe dizem respeito antes de chegar junto daquele que a irá processar, acontecendo-lhe o mesmo em cada um dos outros sectores, tal como se encontra na figura 8.

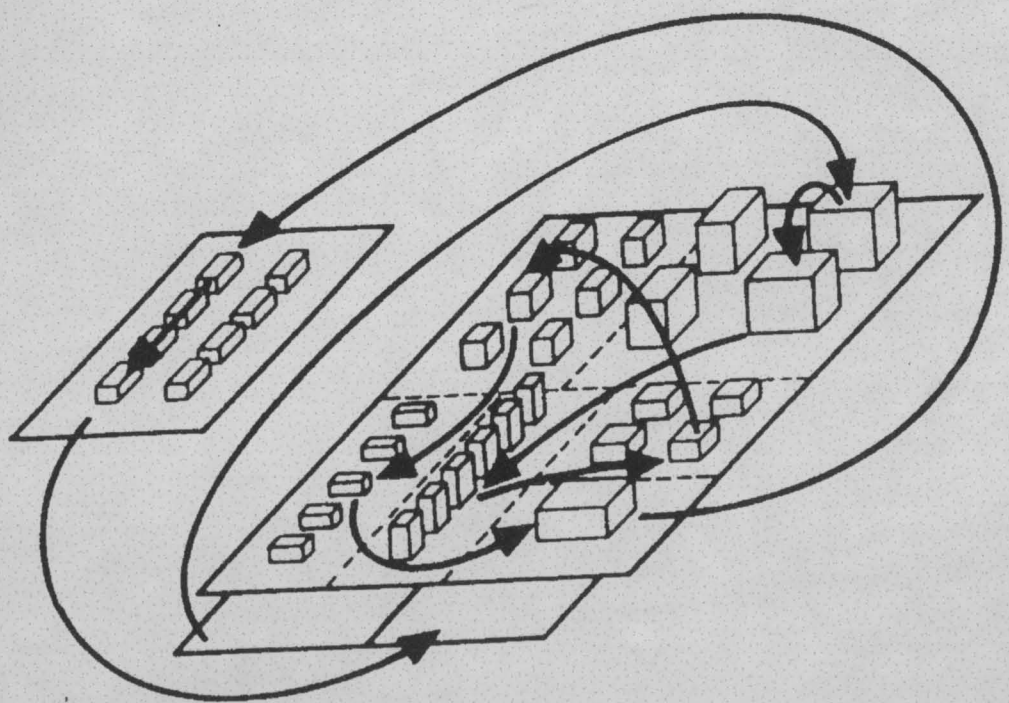


Figura 8. Fluxo numa Implantação Funcional

Desta maneira é impossível encadear as operações de produção referentes a uma mesma peça. A distância entre postos de trabalho que efectuam operações sucessivas na mesma peça torna necessária a fabricação por lotes, de maneira a minimizar a frequência de transporte entre operações. A fabricação por lotes arrasta consigo prazos de produção e níveis de stocks intermédios bastante mais elevados que uma fabricação em linha.

A grande extensão dos percursos tem como consequência o complexo escoamento ou fluxo de milhares de peças que se deslocam simultaneamente ao longo de vários percursos e a difícil gestão da mesma. Daqui resultam perdas de tempo, dificuldades em localizar peças, má utilização da área disponível e uma produtividade baixa.

5.3.1.2. Possível abordagem

O objectivo a atingir é simples: colocar lado a lado os postos de trabalho que efectuam operações sucessivas (numa mesma peça ou produto). É necessário que se possam encadear as operações, suprimir os stocks intermédios, reduzir ao mínimo estrito as operações de transporte, simplificar o fluxo de peças e facilitar o controlo da produção.

A solução passa pela implantação em célula de fabrico, tratando-se de uma produção diversificada, como é o caso da Eurofer, ou colocação de linhas de fabrico para um conjunto de produtos. Esta solução, implantação em células de fabrico, foi adoptada pela Eurofer em 1995. A solução é a passagem de uma configuração do género da figura 9 para a configuração da figura 10.

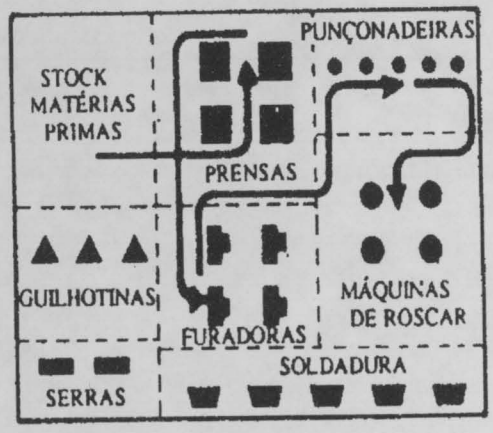


Figura 9
Implantação Funcional

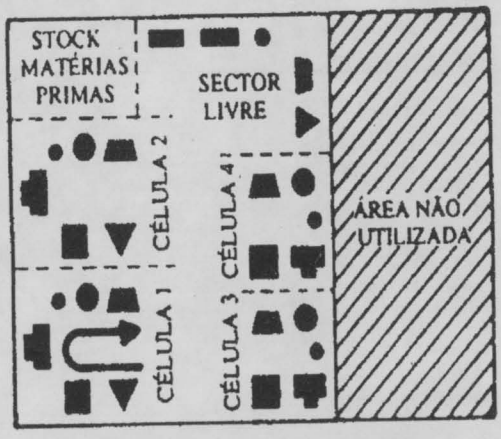


Figura 10
Implantação em Células de Fabrico

5.3.1.3. Células de Fabrico

Numa fábrica, onde a implantação é do género funcional, existe um grande número de trajectos de peças diferentes, não sendo nenhum deles simples e curto. No entanto é possível agrupar as máquinas de cada circuito e dispô-las agrupadas segundo um "U" no qual as máquinas se sucedem pela ordem de execução das operações de fabricação. Grande parte do percurso limita-se agora ao interior de uma célula de fabrico.

Uma célula corresponde ao trajecto mínimo percorrido por uma peça. Este esquema permite encadear as operações sucessivas relativas a uma mesma peça e minimizar os prazos. Assim, a peça pode ser produzida em alguns minutos, enquanto, numa fábrica tradicional são necessárias várias semanas.

A construção de uma célula não é normalmente cara e os ganhos obtidos são de tal forma elevados que podem rentabilizá-la num período bastante curto. O trabalho é realizado por operadores polivalentes, cada qual efectuando consecutivamente, nas diferentes máquinas da célula, todas as operações relativas a uma mesma peça.

Enquanto, anteriormente se tinha um operador por máquina, a polivalência criada aumentou consideravelmente o aproveitamento da mão de obra e consequentemente a produtividade.

Como inconvenientes deste tipo de implantação surge o aumento dos custos de formação do pessoal, exigência em elevar as remunerações da mão de obra polivalente e a necessidade de duplicar por vezes o equipamento.

A figura seguinte mostra um exemplo típico de uma célula de fabrico:

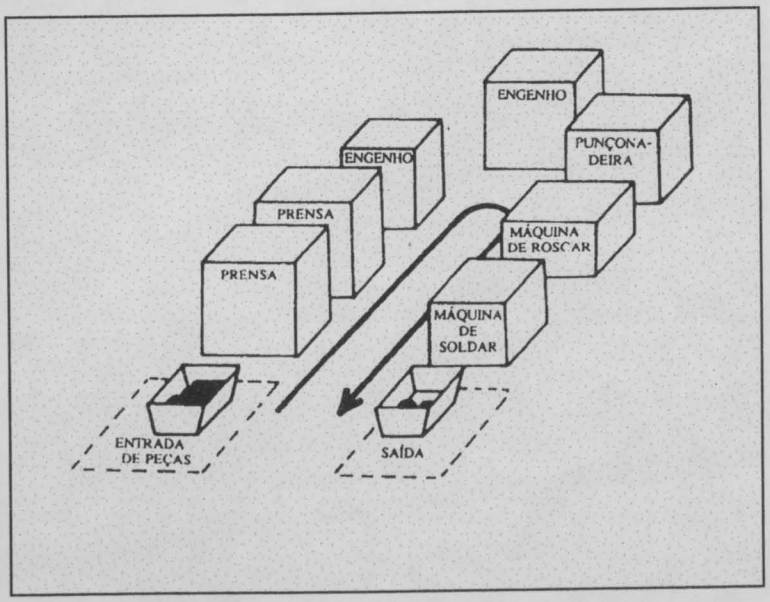


Figura 11. Célula de Fabrico

5.3.1.4. Características das células de fabrico

5.3.1.4.1. Balanceamento da célula

O balanceamento das células é semelhante ao balanceamento das linhas de produção. O balanceamento de uma célula é feito segundo uma das duas situações possíveis:

1. Dado um tempo de ciclo, determinar o número mínimo necessário de postos de trabalho.

2. Dado um número de postos de trabalho (operadores), determinar o tempo de ciclo possível.

No estudo efectuado, relativamente à primeira proposta de trabalho, feita para este estágio, foi feito o balanceamento e estudo das células através da segunda situação apresentada anteriormente. No capítulo anterior sobre balanceamento de linhas de fabrico, referido no tema JIT, já foi exemplificado o uso da primeira hipótese para o balanceamento.

O método de balanceamento e estudo da célula, consistiu nos seguintes passos:

1. dispor as máquinas na célula segundo a maneira mais eficaz, tendo em conta possíveis restrições de espaço e obedecendo à prioridade das tarefas na célula. A configuração em "U" não foi utilizada devido a restrições de espaço

2. estudar os tempos de cada operação sobre as peças, em cada máquina da célula.

3. estudar a afectação dos operadores, com várias opções, para as várias tarefas e máquinas.

4. determinar o tempo de ciclo (segundo a heurística do *Tempo da operação mais lenta*) da célula, para as várias situações com vários operadores, sabendo que a operação mais lenta pode incluir várias tarefas quando executadas por um posto de trabalho (um operador).

5. determinar a produção obtida por hora, que é igual à duração da hora a dividir pelo tempo de ciclo conseguido com o número de postos utilizados.

6. determinar a produção por hora e por operário (produtividade), que é igual à produção obtida por hora a dividir pelo número de trabalhadores utilizados.

7. determinar o rendimento (ou eficiência) obtida na célula para cada uma das situações com variados postos de trabalho. Esse rendimento foi determinado pela fórmula (4) referida no ponto 4.3.12., na secção de balanceamento de linhas de montagens e células de fabrico, que é igual ao tempo total das operações da célula, a dividir pelo tempo de ciclo vezes o número de postos de trabalho da célula.

5.3.1.4.2. O prazo mínimo

Numa célula de fabrico bem concebida, as máquinas estão próximas umas das outras e os operadores deslocam-se transportando a peça a tratar. A proximidade das máquinas evita deslocações demoradas e proporciona um prazo mínimo, devido ao encadeamento rápido das operações.

5.3.1.4.3. Flexibilidade

Para fazer variar o volume de produção de uma célula, basta reduzir ou aumentar o número de trabalhadores (até ao limite de saturação da máquina). Esta situação pode-se verificar no estudo de balanceamento executado para cada célula de fabrico, que foi feito para cada referência.

A produção, a produtividade e o rendimento (ou eficiência), variam segundo o número de operadores que está a trabalhar na célula.

A melhor solução de funcionamento da célula, ou seja, aquela onde se faz um maior aproveitamento da mão de obra, é a solução que faz resultar num maior rendimento da mesma.

A optimização do uso da mão de obra assenta no princípio do **trabalhador multifuncional**, capaz de executar diversas tarefas que sejam necessárias na própria célula e entre um conjunto de células (as tarefas serão de dificuldade reduzida, de compreensão relativamente simples).

5.3.1.4.4. Simplificação do planeamento e da programação

Com esta solução não é mais necessário programar, para cada grupo de peças, a passagem em cada uma das máquinas, mas sim a passagem na célula. Passa-se a emitir uma única ordem de fabrico para a passagem de um grupo de peças numa célula de 10 máquinas, contra 10 ordens de fabrico numa organização funcional tradicional.

As células de fabrico são uma das principais explicações para prazos de fabricação curtos e níveis de stocks extremamente reduzidos.

5.3.1.4.5. Reacções à mudança

Nem sempre é fácil convencer o pessoal para modificação do lay-out das actividades. A operação pode ser julgada impossível ou mesmo não rentável.

O benefício proporcionado pela deslocação de uma actividade é frequentemente medido apenas pela redução do pessoal afecto à movimentação que daí resulta. Donde pode deduzir-se que a operação não é rentável. Mas isto significa esquecer todos os outros benefícios, redução de stocks e de prazos, circulação directa da informação entre dois postos de trabalho consecutivos, coordenação mais fácil, identificação e correcção rápida de defeitos, ganhos de espaço e, por vezes, melhoria da produtividade do pessoal directo.

A aproximação de actividades consecutivas acelera o escoamento dos materiais e dos produtos no interior de uma fábrica. Esta é uma condição essencial da produção em **"fluxo tenso".**

As reimplantações simplificam os processos fabris, melhoram a sua eficácia, facilitam a gestão e reduzem os problemas com que se deparam as empresas. Não são contudo, suficientes para suprimir a totalidade dos stocks. Se as mudanças de ferramenta forem demoradas e as máquinas avariarem com frequência, é impossível eliminar os stocks.

5.3.2. Mudança Rápida de Ferramentas

Para que um equipamento proporcione flexibilidade e eficácia e para que os prazos não sejam penalizados, a passagem de um tipo de produção a outro deve poder fazer-se rapidamente.

Para passarmos de um tipo de produção a outro, é necessário trocar as ferramentas. Geralmente o processo exige que se desmonte a ferramenta - frequentemente pesada e adaptada à máquina por numerosos pontos de fixação - deslocá-la para outro local, montar uma nova ferramenta, ajustá-la, produzir uma primeira peça, verificar se apresenta defeitos, reajustar a ferramenta, etc.

Este trabalho, longo e delicado, nem sempre pode ser realizado pelo operador da máquina. Em muitos casos exige a intervenção de um especialista.

Dada a sua duração e os custos inerentes, as mudanças de ferramenta não podem ser executadas frequentemente, levando muitas vezes à produção consecutiva de grandes lotes de peças idênticas; o resultado são stocks elevados, prazos de produção longos, tempos mortos e dificuldades no escoamento normal dos produtos

As máquinas não foram concebidas para permitir a mudança rápida de ferramentas, o que explica o facto de esta operação durar, em geral, horas. É também certo que a duração de mudança de ferramentas é em grande medida condicionada pela concepção da própria máquina, explicando-se assim o facto de os operadores das máquinas não possuírem o hábito de procurar reduzir o tempo de mudança de ferramentas.

Uma redução significativa dos tempos de mudança de ferramentas proporciona múltiplas vantagens:

- aumenta a capacidade de produção das máquinas
- aumenta a produtividade do pessoal
- dispensa a produção por lotes
- reduz prazos e stocks
- permite produzir as peças no momento e na quantidade estritamente necessários

Os problemas de peças em falta ou de encomendas de clientes em atrasos são também fortemente atenuados. De uma forma global, a eficácia e a flexibilidade da fábrica melhoram bastante.
A metodologia utilizada no processo de estudo de mudança de ferramenta é a metodologia **SMED** já referida anteriormente, a apresentar no capítulo 7.

O processo melhor de estudo passa pela filmagem em vídeo das mudanças para posterior análise detalhada e também para demonstrar ao pessoal da produção que é possível melhorar a situação.

Quando se observam as operações apercebemo-nos de situações surpreendentes: deslocações frequentes do operador entre a máquina e o armazém de ferramentas, normalmente distante da máquina; ausência de ferramentas de uso corrente junto à máquina (chaves de parafusos, chaves de brocas, etc.), tempos de espera pelos meios de movimentação (pontes rolantes, empilhadores, etc.), sistemas de fixação trabalhosos e demorados, má coordenação das tarefas a executar, traduzindo-se por numerosas deslocações perfeitamente inúteis à volta da máquina, tarefas que poderiam ser executadas com a máquina em funcionamento.

Para resolver estes problemas bastam algumas ideias bastante simples: substituição de todos os sistemas de fixação das ferramentas por sistemas de bloqueio rápido, redução do número de parafusos e porcas, criação de *"Kits"* de ferramentas manuais permanentemente disponíveis junto à máquina, instalação do parque de ferramentas de fabricação junto de cada máquina, etc.

Estas modificações são de fácil concepção e podem ser realizadas pelo próprio pessoal operador, pontualmente apoiado por especialistas do gabinete de métodos.

5.3.2.1. Princípios básicos na mudança rápida de ferramentas:

1. Evitar deslocações, esperas, perdas de tempo, escolhas, buscas. Ter junto da máquina tudo o que é necessário.
2. Afectar a cada máquina os meios de movimentação necessários. Suprimir o esforço físico.
3. Redução dos tempos de fixação de ferramentas.
4. Reduzir os tempos de afinação.
5. Efectuar o máximo de tarefas com a máquina em funcionamento.
6. Rever a concepção das ferramentas.

Um programa de redução generalizada dos tempos de mudança de ferramentas constitui um imperativo de competitividade para todas as empresas industriais, pois proporciona melhorias importantes ao nível dos prazos, dos custos e da flexibilidade. Quando a mudança rápida de ferramentas é acompanhada pela criação de células de fabrico numa linha de fabricação, o conjunto assim conseguido é capaz de assegurar uma grande flexibilidade por um custo bastante reduzido.

5.3.3. Eliminação dos Imprevistos

Num processo onde podem incorrer imprevistos ou factores incontroláveis e onde é imperioso ser-se bem sucedido ou produzir-se, há que garantir margens de segurança. Estas representam esforços e despesas suplementares, tempo perdido e desperdício.

Uma grande quantidade de imprevistos perturba o funcionamento da empresa: peças em falta para cumprimento da encomendas, atrasos nas entregas por parte dos fornecedores, avarias frequentes das máquinas, defeitos de qualidade dos produtos fabricados, etc.

As margens de segurança assumem, nestes casos, a forma de stocks elevados e de prazos longos acompanhados, quase sempre, por grande confusão, improdutividade e aumento de custos.

A qualidade da produção está em larga medida ligada à afinação das máquinas.

5.3.3.1. Fiabilidade das máquinas

As avarias e os incidentes que ocorrem com as máquinas, constituem um dos maiores flagelos da indústria, e a Eurofer é exemplo disso. As taxas de imobilização média dos equipamentos por causa de avarias nesta empresa atinge valores muito elevados.

Esta indisponibilidade vem limitar fortemente a capacidade de produção da fábrica e, como consequência, elevar os custos de produção. Explica, ao mesmo tempo, porque razão os prazos são longos e dificilmente cumpridos, constituindo um dos principais obstáculos ao escoamento rápido dos produtos numa fábrica.

A indisponibilidade dos equipamentos resulta de dois fenómenos: a falta de fiabilidade e a manutenção insuficiente. A falta de fiabilidade explica a elevada frequência de avarias e outros incidentes. A ausência de manutenção traduz-se em longos períodos de inoperacionalidade das máquinas.

As avarias e incidentes no funcionamento das máquinas, podem tomar múltiplos aspectos, podendo, por vezes dever-se a insuficiências de concepção e frequentemente ao modo como são utilizadas.

Uma máquina industrial é um sistema complexo constituído por elementos mecânicos, hidráulicos, eléctricos e electrónicos, todos eles sujeitos a avarias ou incidentes. Dada esta diversidade de tipos de avarias ou incidentes nem sempre é fácil fazer o diagnóstico, explicando-se assim a dificuldade na previsão de avarias. É por esta razão que, tradicionalmente, os serviços de manutenção aguardam a ocorrência da avaria para a reparar em lugar de procurar preveni-la.

Alguns tipos de avarias ou imprevistos:

- desgaste ou rotura de uma ferramenta;
- desgaste ou rotura de uma peça;
- desgaste ou rotura de um rolamento;
- fusível queimado;
- circuito electrónico queimado;
- motor eléctrico queimado;
- componente eléctrico queimado ou defeituoso;
- nível de óleo insuficiente, fuga de óleo;
- projecção de água sobre detectores ou contactores;
- rotura de uma correia;
- erro no programa de controlo;
- acumulação de aparas de corte que impedem o bom funcionamento de um dispositivo.

Sendo o objectivo da fábrica produzir, as máquinas e equipamentos de que dispõe são utilizados o mais intensamente possível, rareando as oportunidades de manutenção. Geralmente espera-se que a próxima avaria ocorra o mais tarde possível. Para limitar os seus efeitos, aproveitam-se os períodos de bom funcionamento para constituir *stocks*.

As máquinas raras vezes são sujeitas a operações de manutenção e limpeza, o que torna frequente locais de implantação e máquinas sujos. A falta de limpeza tem um efeito prejudicial na fiabilidade das máquinas. É certo que o estado de grande limpeza da maioria das fábricas japonesas é uma das razões da sua eficácia.

A manutibilidade diz respeito sobretudo às facilidades de acesso aos componentes, à sua modularidade e à rapidez com que podem ser montados e desmontados.

O problema da fiabilidade não se limita ao tratamento de avarias graves pela manutenção preventiva, engloba também o conjunto de avarias e incidentes que concorrem para a imobilização dos equipamentos.

Para combater estes problemas é necessário que seja implementado pela empresa um sistema de **Manutenção Total**. Para isso é necessário :

- um registo permanente (cadastro) por equipamento,
- limpeza de cada máquina pelo seu operador.

O princípio reside na eliminação progressiva das avarias e incidentes recorrendo a:

- identificação das ocorrências mais frequentes (lei de Pareto)
- acções destinadas a:
  - melhoria das máquinas
  - melhoria das condições de utilização
  - formação dos operadores
  - manutenção de 1º escalão assegurada pelos operadores
  - manutenção preventiva
  - manutenção predictiva

5.3.3.2. Qualidade da Produção

Os defeitos de produção podem assumir formas bastante variadas e apresentar causas diversas. A forma tradicional do controlo de qualidade é dispendiosa e ineficaz.

O anexo II mostra os tipos de defeitos que ocorrem na produção de peças na Eurofer.

Nem todos os defeitos são ocasionados por erros, esquecimento ou negligência do pessoal da produção. Uma grande maioria deles ocorre devido à organização do trabalho, do processo produtivo ou de causa externas.

Assim sendo, não se pode esperar que todos os problemas da qualidade sejam resolvidos se nos limitarmos a pedir às pessoas intervenientes na produção que estejam mais atentas e sejam mais conscientes. Em consequência, a melhoria da qualidade necessita, por um lado, que se actue sobre a organização e, por outro, que se ajude o operador com meios que lhe permitam evitar ou descobrir os seus lapsos.

Tanto para a qualidade como para os outros problemas industriais, o caminho a seguir é simples: actuar sobre as causas em vez de remediar os efeitos. A solução consiste em procurar impedir o processo produtivo de gerar defeitos, e para isso é necessário:

- identificar os defeitos
- encontrar as suas causas
- eliminar as causas

Os progressos no sentido de "Zero Defeitos" passam inevitavelmente pela inspecção. Para suprimir os defeitos é necessário começar por identificá-los. A inspecção deve ser efectuada o mais cedo possível, a fim de se corrigirem os defeitos com prontidão e evitar custos suplementares.

Existe um conjunto de técnicas de controlo de qualidade para estudar e identificar defeitos, tais como cartas de controlo para controlo de processos, autocontrolo, etc. O controlo não deve servir unicamente para identificar os produtos defeituosos mas também para registar os diversos tipos de defeitos detectados e a sua frequência.

A informação retirada servirá para identificar os tipos de defeitos mais frequentes, (recorrendo à construção de um diagrama de Pareto, por exemplo), determinar as suas causas, através das ligações entre os fenómenos ocorridos e o estabelecimento de relações causa/efeito (que se podem representar através do diagramas de Ishikawa).

O princípio fundamental da qualidade consiste no facto de não se poder optimizá-la sem proceder à eliminação progressiva das causas que estão na origem dos defeitos. Actuar sobre as causas e paralelamente implementar dispositivos de controlo automático de baixo custo, chamados **Poka-Yoke** (sistemas antierro que são dispositivos de ajuda à escolha ou eliminadores de erro), permite melhorar a qualidade reduzindo custos de produção.

5.4. Implementação das Soluções

A filosofia de **produção em fluxo** exige a adopção de uma tecnologia de grupo nas células de fabrico, optimizando o uso da mão de obra, mantendo fluxos contínuos de materiais nas células, e entre as mesmas, de secção para secção.

Os vários pontos discutidos anteriormente levam aquilo que generaliza a noção da **produção em fluxo:** simplificação e optimização do funcionamento das fábricas. A simples revisão dos *"layouts"* das fábricas traz ganhos substanciais de produtividade, permite encadear mais facilmente as operações de produção e traduz-se por uma forte diminuição de prazos de entrega.

Todas as acções que contribuem para a simplificação e organização da produção, e da própria fábrica, são complementares. A disposição das máquinas em células de fabrico ou a orientação em linha não produzirão efeitos positivos se não forem acompanhadas de mudanças rápidas de ferramenta, de uma boa fiabilidade dos equipamentos e de uma alta qualidade da produção.

A conjugação destas acções traduz-se por uma melhor organização, um acréscimo de flexibilidade e de capacidade de resposta, uma forte redução dos stocks e dos prazos, uma melhoria da produtividade e uma sensível redução dos custos.

A solução passa por um tipo de filosofia do género do Just In Time, que é um bom princípio de organização industrial. O princípio do JIT não pode ser dissociado deste tipo de situações e benefícios que foram discutidos anteriormente. Pelo contrário, o JIT só resulta se for alicerçado naqueles princípios.

Assim podemos definir um conjunto de regras como abordagem dos problemas referidos anteriormente:

1. Produzir aquilo que é pedido pelo cliente, na ocasião em que ele o deseja e evitar a constituição de stocks de produtos acabados ou intermédios.
2. Possui prazos de fabricação curtos e uma grande flexibilidade para poder dar resposta às flutuações de mercado.
3. Fabricar pequenas quantidades de cada tipo de peças. Impõe-se a mudança rápida de ferramentas, e uma disposição das máquinas que permita o encadeamento das operações respeitantes a uma mesma peça ou a um mesmo produto.
4. Não produzir ou comprar senão as quantidades imediatamente necessárias.
5. Evitar as esperas ou perdas de tempo.
6. Trazer as matérias primas e os produtos semiacabados para junto dos locais onde são necessários, em vez de os armazenar em locais remotos.
7. Comprar equipamentos fiáveis e manter manutenção preventiva.
8. Dominar a qualidade da produção.
9. Comprar apenas as matérias-primas e os produtos de incorporação com qualidade garantida, para que não se corra o risco da produção parar.
10. Dispor de pessoal polivalente, capaz de se adaptar rapidamente a novas exigências (*"product mix"*, novos equipamentos)e de compreender os objectivos da empresa.

6. Estudo do Processo de Fabrico

6.1. A Engenharia de Métodos

A Engenharia de métodos é o sector da engenharia da produção que se preocupa com o planeamento de métodos de trabalho mais eficientes. A finalidade da engenharia de métodos é essencialmente a de estabelecer e aperfeiçoar padrões de realização de trabalho.

A colaboração com este sector foi essencial no estudo efectuado referente ao processo de fabrico de cada referência.

O planeamento do processo consiste primordialmente, no estabelecimento de um método, ou série de métodos, para a fabricação económica de uma peça, com a qualidade exigida pelo desenho e especificações.

É função da engenharia do processo submeter cada operação a ser realizada a uma análise rigorosa, de modo a eliminar todas as operações desnecessárias, e a determinar o melhor método para execução das operações que sejam necessárias. Foi exactamente com este intuito que se procedeu à análise do processo de fabrico de cada uma das referências pretendidas na primeira proposta de trabalho.

Para fazer esta análise o engenheiro do processo deverá ter um conjunto de características e traços de personalidade que vale a pena referir aqui (baseado nas características descritas em "*Manual de Engenharia de Produção*"): [2]

Julgamento

É necessário que o engenheiro do processo seja apto a avaliar métodos e ideias. Deve ter visão ampla e ser imparcial nas suas conclusões, baseando-se no mérito ao invés de em ideias preconcebidas.

Autoconfiança

Deve ser suficientemente confiante nas suas próprias ideias e habilidade para visualizar resultados, de modo que possa vendê-las a outros com êxito, ultrapassando as resistências naturais à mudança. (capacidade de liderança)

Linguagem de Fábrica

É necessário que esteja apto a empregar termos comuns e gíria de fábrica para ganhar o respeito das pessoas com quem trabalha, ou a quem deve transmitir as suas ideias.

Iniciativa e Atitude Crítica

Deve elaborar as suas próprias ideias e curso de acção. Deve possuir a atitude questionadora. As perguntas "o quê", "onde", "quando", "como", e "porquê" se respondidas permitem que nada seja tomado como definitivo, e que se eliminem convicções e opiniões baseadas em emoções e gostos pessoais.

---

[2] Ver referência 5 da Bibliografia

6.2. O processo de fabrico

Para acompanhar o processo de fabrico de cada um dos produtos pedidos foi necessário retirar alguma informação que se tornava indispensável, referente a:

- **Materiais**

As características dos materias, o seu custo e as suas propriedades fizeram parte da informação que se recolheu para acompanhar o processo. O seu valor é importante na avaliação do custo do produto e as suas propriedades são relevantes para a vertente operacional do estudo.

- **Desenhos e concepção**

Os desenhos indicam especificações e tolerâncias, que determinam na sua maioria o tipo de operação que se deve aplicar ao produto.

- **Tipo de equipamento**

O conhecimento do equipamento disponível foi essencial para entender a disponibilidade e afectação dos operários às máquinas e utensílios. O conhecimento das capacidades do equipamento também fez parte da informação retirada e tratada para compreender e estudar os processos de fabrico.

- **Tempo requerido**

A determinação do tempo requerido para executar cada operação foi a informação mais estudada em conjunto com técnicos e cronometristas da secção de Engenharia de Métodos. Os tempos de operações e estimativas foram todos recolhidos com base na observação exaustiva das operações e sua análise. O tempo da operação foi o valor que resultou da análise estatística de cada operação. Depois de recolhidos *n* tempos de operação procedeu-se á sua distribuição e estudo em folhas de tempos e métodos próprias para o efeito. O tempo resultante seria a média dos tempos observados. No entanto também foi utilizada outro indicador estatístico, a moda. O tempo de operação em alguns casos foi aquele que registou o maior número de observações.

- **Custo de máquinas e ferramentas**

O custo de máquinas e outros utensílios é importante para estimar possíveis investimentos que poderão ser lançados como hipótese para tornar o processo mais eficaz e rentável.

6.2.1. Abordagem no estudo de tempos e métodos

Em quase todos os casos estudados o processo de fabrico de cada referência foi analisado ao longo do percurso do produto desde o início da sua produção até à embalagem.

De uma maneira geral o percurso e fluxo ao longo da fábrica de cada produto era este (na pág.60 encontra-se um organigrama desse fluxo):

1. Fabricação na Macharia, de machos, em células de fabrico
2. Armazenagem em trempe desses machos e colocação em zona demarcada
3. Fabricação das peças na Moldação após fusão do metal e vazamento
4. Arrefecimento em fila de espera
5. Quebra de jitos e limpeza em granalhadoras
6. Colocação em contentores e armazenagem em locais demarcados
7. Maquinagem das peças na secção de Acabamentos em células de fabrico
8. Embalamento e envio para armazém

Como foi dito inicialmente no capítulo 3, a informação retirada e tratada para cada um dos processos referentes a cada produto, dividiu-se nas seguintes partes:

- Informação Geral
- Informação referente a Macharia
- Informação referente a Moldação
- Informação referente a Acabamentos
- Informação sobre custos de produção e preços de venda
- Informação sobre refugo e principais defeitos de qualidade

Para fazer o estudo do processo e método de trabalho, existe uma folha de análise auxiliar, própria de estudo de tempos e métodos, que contém a seguinte informação:

6.2.1.1. <u>Posto e operário</u>

- Oficina
- Sector
- Posto de trabalho
- Nº Máquina
- Nº Operário
- Nome operário

6.2.1.2. <u>Referência</u>

- Designação da referência
- Material
- Referência
- Fase
- Produção anual
- Nº horas/ano

6.2.1.3. Condições de trabalho

- Velocidade
- Avanço
- Peso da peça

6.2.1.4. Autoria e estudo efectuado

- Autor
- Data
- Hora de início
- Hora de fim
- Tempo passado
- Tempo de trabalho
- CHT observados (CHT = centésimo da hora, 3600/100 segundos)
- Actividade média (= (CHT obs.) / (Tempo de trabalho))
- Nº peças produzidas

6.2.1.5. Valores de trabalho

- Saturação Inicial
- CHT / ciclo
- CHT / peça

6.2.1.6. Tempos e métodos de operações

- Nº operação
- Descrição da operação
- Tempo (DMH - décimos de milésimos da hora)
- Andamento
- Coeficiente de Repouso
- CHT da operação = (Tempo (DMH)*andamento*coef. repouso) /10
- Nº observações
- CHT observados

Nota: Após um conjunto de observações de cada operação, admite-se como sendo o tempo de operação o valor de tempo que apresenta mais ocorrências (**moda**), e não a **média** ponderada dos tempos observados. Este é o método utilizado nestes estudos pelo sector de Engenharia de Tempos e Métodos.

Este estudo completo é efectuado pela secção de tempos e métodos, tendo sido posteriormente aproveitado deste estudo, os valores de tempos de operações necessários para fazer o balanceamento das células de fabrico. Os tempos utilizados não são tão descriminatórios como os utilizados nestes estudos.

6.2.2. Informação do Processo de Fabrico

A informação retirada e tratada para cada uma das referências foi a seguinte, tal como se mostra em anexo III:

6.2.2.1. Referência

- Descrição da peça
- Tipo de macho (único ou duplo)
- Máquina de macharia
- Máquina de moldação
- Recozimento (se tem ou não tem)
- Acabamentos (acabamentos 1 ou 2)

6.2.2.2. Macharia

- Descrição do macho e particularidades
- Tarefas necessárias do processo:
  - Tarefas de preparação da célula
  - Tarefas de fabrico na célula
- Tempos de tarefas de fabrico
- Tempo de ciclo completo
- Tempo de ciclo da máquina
- Nº machos por abertura
- Nº aberturas por hora
- Nº machos por hora
- Layout da célula de fabrico
- Balanceamento (cálculo do rendimento para várias opções de nº de operadores)

Nota: entende-se como tempo de ciclo completo o tempo decorrido entre a fabricação de duas peças sucessivas à saída da célula. Entende-se como tempo de ciclo da máquina o tempo entre o fecho e a abertura da caixa da máquina.

6.2.2.3. Moldação

- Nº machos por moldação
- Nº peças por moldação
- Nº moldações por hora
- Nº peças por hora
- Tarefas de moldação
- Nº operários necessários (estimativa)

6.2.2.4. Acabamentos

- Tarefas necessárias :
  - Tarefas de preparação da célula
  - Tarefas de fabrico na célula

- Tempos de tarefas de fabrico
- Tempo de ciclo completo
- Layout da célula de fabrico
- Balanceamento (cálculo de rendimento para várias opções de nº de operadores)

Diagrama do Fluxo Produtivo Geral

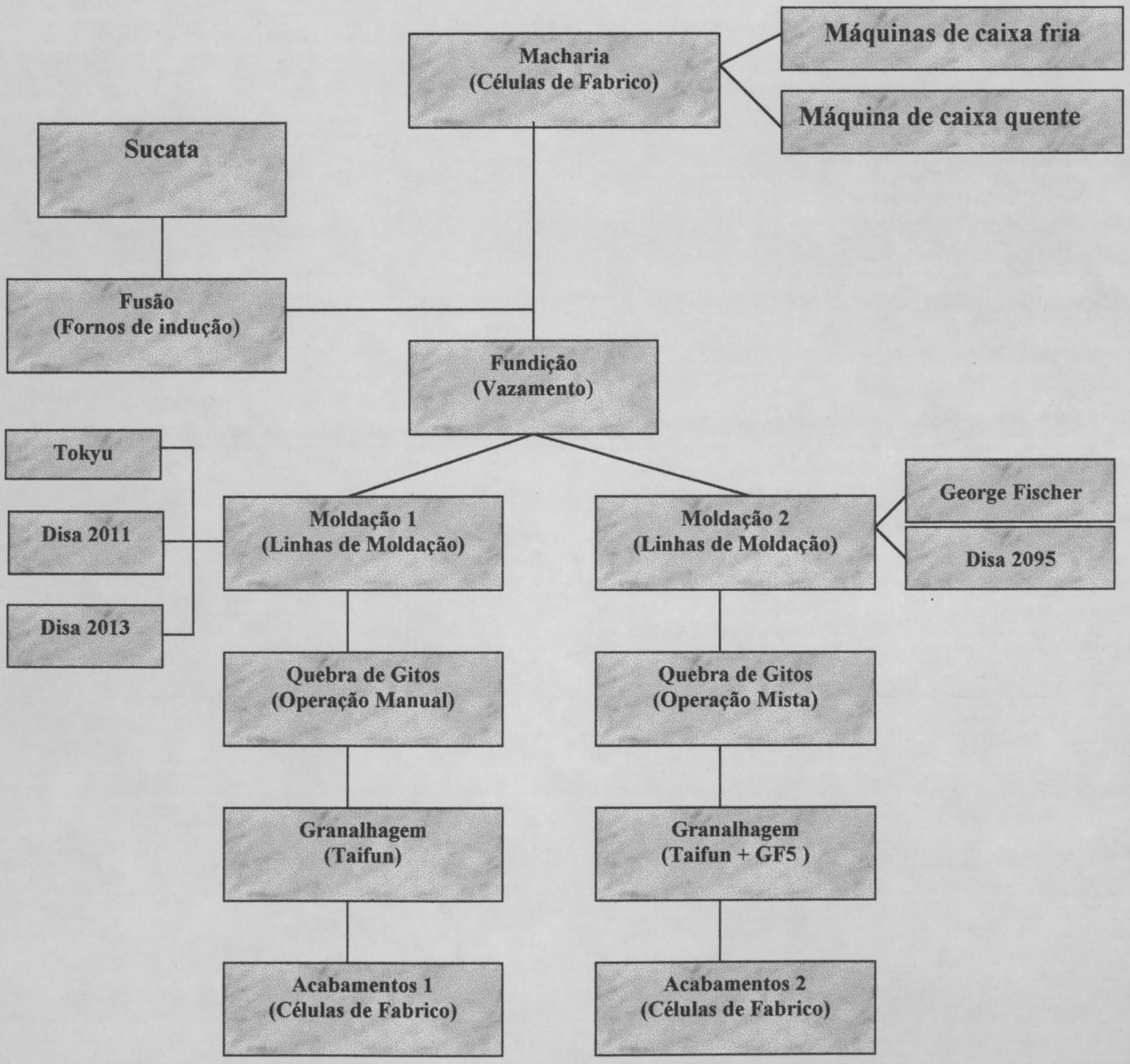


Fig.12 - Diagrama do Fluxo Produtivo Geral

Nota: Das trinta referências estudadas só são apresentadas no anexo III as mais relevantes com o objectivo de não sobrecarregar este relatório.

6.3. Sistema de Informação

Para acompanhar este estudo do processo produtivo foi elaborado um **sistema de informação** que permite o acesso fácil, a qualquer utilizador, ao processo de fabrico de cada produto estudado.

Esta aplicação foi desenvolvida em **Access 7.0**, tendo sido elaborada à medida que se ia estudando o processo de cada uma das referências, podendo ser de grande utilidade para elementos que estejam envolvidos na área da Produção, Fabricação, e Tempos e Métodos.

Toda a informação que constitui a base de dados é a informação referida em cada processo de fabrico estudado e que se encontra em Anexos III.

6.3.1. Estrutura da base de dados

A estrura da base de dados está representada no Diagrama de Depedências Funcionais que se pode ver na página seguinte.

Esta base de dados está suportada em nove tabelas. A tabela principal contém a informação geral da referência. As outras tabelas estão relacionadas com cada secção onde se desenrola o processo de fabrico de cada referência:

- três tabelas de informação relacionadas com a Macharia
- três tabelas relacionadas com Acabamentos
- duas tabelas relacionadas com Moldação

Das três tabelas relacionadas com Macharia, uma contém informação geral relacionada com o processo de fabrico nesta secção, e as outras duas dizem respeito a tarefas de preparação do processo e a tarefas de fabrico.

As três tabelas relacionadas com Acabamentos são semelhantes às tabelas que dizem respeito à Macharia e dividem-se numa estrutura semelhante: uma tabela que diz respeito a informação geral na secção de Acabamentos e duas tabelas relacionadas com tarefas de preparação e fabrico.

Para a secção de Moldação apenas se definiram duas tabelas, tomando em consideração que o sistema de produção nesta secção não é em célula de fabrico. Assim, uma tabela contém apenas informação geral e outra tabela possui o registo das tarefas (sem discriminar o tipo de tarefas) que ocorrem nesta secção.

A explicação da base de dados e o seu funcionamento são descritos no Anexo IV, no Manual de Utilização.

Diagrama de Dependências Funcionais

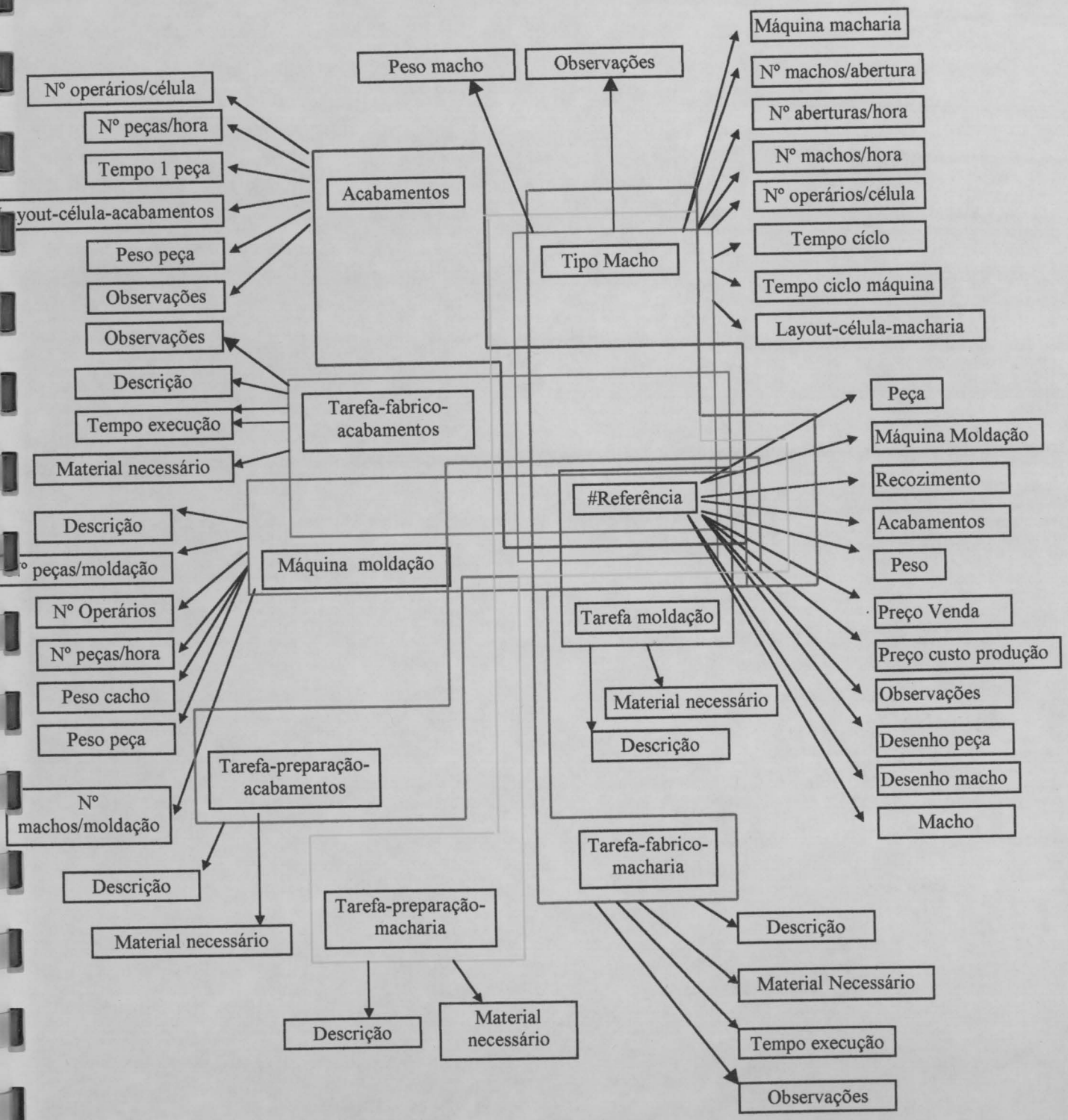


Figura 13 – Diagrama de Dependências Funcionais

Seguidamente mostram-se as relações entre tabelas:

Relações

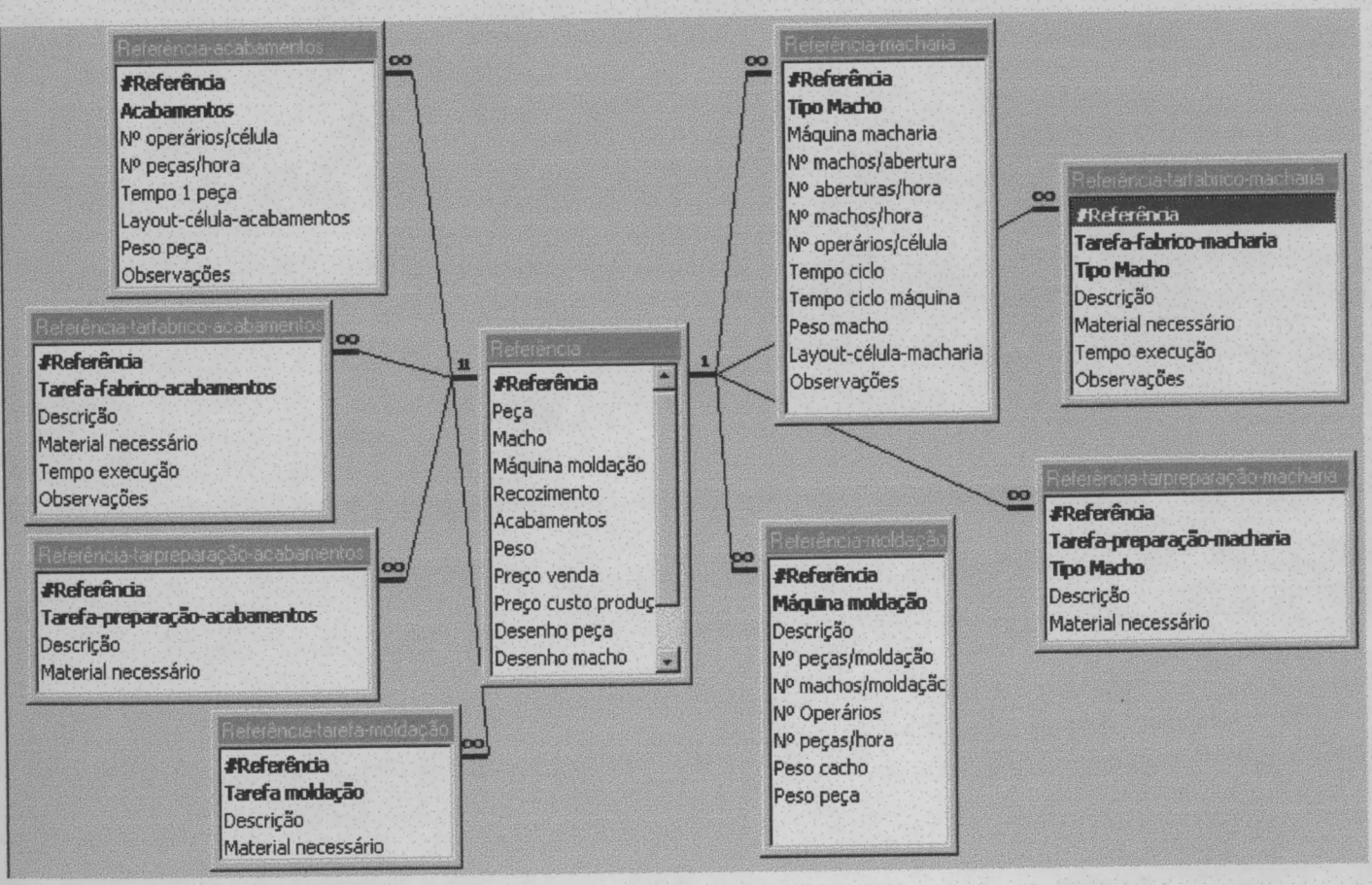


Figura 14 – Relações

6.4. Sistema de Custeio

6.4.1. Descrição do sistema

Como já foi referido no capítulo 3, a empresa possui o sistema de custeio das secções homogénas, em que a cada secção da fábrica diz respeito um determinado centro de trabalho que por sua vez está afecto a um determinado centro de custo. Este centro de custo possui um valor do custo de produzir nessa determinada secção cada quilograma por cada hora de trabalho.

O centro de custo de cada secção distribui-se nas três parcelas seguintes:

- Custo em mão de obra directa
- Gastos gerais de fabrico fixos
- Gastos gerais de fabrico variáveis

Existindo esta estimação de custo (em cada uma das parcelas), de produzir cada quilograma por hora em cada secção, obtém-se o custo unitário total relacionando este custo standard com os tempos de produção da gama operatória. O produto dos **tempos de cada operação**, executada em determinada secção e afecta a determinado centro de trabalho (que por sua vez está afecto a determinado centro de custo), com os **custos standard,** origina os custos unitários de produção em mão de obra directa, em encargos gerais de fabrico fixos e variáveis.

A estas três parcelas junta-se uma quarta que diz respeito ao custo em matéria prima. Esta parcela unitária é determinada através do peso de cada peça, após fundição e após acabamento. Sabendo o peso, sabe-se o consumo em carga metálica e em energia eléctrica. O produto de cada um destes dois valores com o respectivo custo standard é o valor do custo em matéria prima.

As três parcelas acima referidas mais a parcela de custo em matérias primas constituem o custo unitário total de cada referência.

Para cada um dos processos de fabrico estudado fez-se a actualização na gama operatória, e consequentemente a alteração no sistema de custeio.

A gama operatória contém a seguinte informação:

1. Artigo
2. Nº operação
3. Centro de custo de operação
4. Centro de trabalho de operação
5. Descrição da operação
6. Tempo de arranque
7. Tempo unitário da operação
8. Peso do artigo

Como já foi dito anteriormente, os tempos unitários e de arranque vêm na unidade de nº horas necessárias para produzir 1000 peças.

7. Sistema SMED - Single Minute Exchange of Die

7.1. Introdução

Uma das principais dificuldades com que se defronta um sistema de produção actualmente é a diversidade da produção de baixo volume (produção diversificada em pequenos lotes). A dificuldade surge em executar o número de mudanças de *"Set-up"* necessárias no menor espaço de tempo possível. No caso da Eurofer a produção é diversificada e de pequenos lotes, pelo que surge a necessidade em executar as tarefas de mudança o mais rapidamente possível.

A adopção do sistema SMED está implícita ao conceito de produção em *"Just-In-Time"*, ou seja, produzir o que é estritamente necessário e quando é necessário, diminuindo assim o volume de stock, que é assumido por muitos gestores da produção como um mal necessário.

Quando a procura é pouco diversificada e de grande volume, a oferta pode responder por repetição de pequenos lotes da produção. Os stocks são assim minimizados, mas o número de mudanças de série de fabrico aumentam.

A intenção deverá ser de produzir os produtos encomendados em vez de produzir os produtos que se prevêm vender, apostando numa significativa redução dos prazos de fabrico.

Assim assume-se como principal função do sistema SMED, a redução dos tempos de preparação de postos de trabalho (*"Set-up"*) de forma a diminuir o tempo de paragem não produtivo entre séries de fabrico consecutivas, que exigem diferentes postos e configurações de trabalho.

A teoria do sistema SMED assenta na base de que os procedimentos necessários para realizar uma mudança de série deverão ser executados em menos de 10 minutos. Mesmo que esse tempo não seja cumprido o importante é reduzir o mais possível a mudança de série.

Provas dadas da sua aplicação demonstram que é possível diminuir tempos de paragem de algumas horas para apenas alguns minutos.

O sistema contém três componentes essenciais:

- uma forma de observação da produção
- uma visão realista
- um método prático

Todo o sistema de produção deve ser concebido de maneira a estar receptivo a mudança. Se esta filosofia for bem implementada então operações que duram dias poderão ser realizadas nalguns minutos. Os stocks em curso poderão ser reduzidos em 90%. A implementação deste sistema de priodução flexível só é alcançável através da redução de tempos de mudança de séries.

O sistema SMED permite:

- possibilidade de resposta, rapidamente, ás flutuações da procura e criar as condições necessárias à redução de atrasos.

- eliminar velhos mitos tenazes de produção antecipada e produção por grandes lotes de fabrico.

- construir um sistema de produção que responde ás variações de mercado e que por natureza reduz os custos de produção.

Nota: Numa forma mais avançada ao sistema SMED segue-se o OTED (One Touch Exchange of Die), que consiste em efectuar uma mudança de série em menos de um minuto.

7.2. Operações de mudança tradicionais

Como já foi dito, a combinação da produção diversificada por pequenos lotes com o sistema SMED é uma via eficaz para atingir uma produtividade elevada e uma produção flexível.

É importante notar a seguinte característica da procura: a distinção entre encomendas únicas e encomendas repetitivas. As encomendas únicas implicam operações de mudança particulares e encomendas repetitivas podem fazer-se diminuindo o número de mudanças através da substituição de vários lotes por um único.

Um factor muito importante nas mudanças de série é a existência de elementos comuns de mudança, num sistema de produção diversificada. Esses elementos podem ser utilizados em diversos lotes de vários artigos, havendo apenas alguns ajustamentos na preparação da nova série.

Nas operações tradicionais de fabrico as mudanças eficazes de ferramenta necessitam de duas coisas:

- O conhecimento da estrutura e função dos equipamentos (as máquinas), assim como familiarização total com os utensílios e diferentes componentes.
- A habilidade de montar e desmontar peças, medir , centrar, ajustar e calibrar.

Assim as mudanças de ferramenta para serem eficazes exigem operários altamente qualificados, sobretudo em máquinas complexas, justificando-se para estes casos técnicas especiais de mudança.

Estratégias de Lote Económico

Vantagens de produção em grandes séries:

- redução das horas de mão de obra para mudança de série,
- redução do número de mudanças de série aumentando a cadência do trabalho e acréscimo proporcinal da produtividade,
- os stocks servem de reservas estratégicas, permitindo evitar problemas quando há falhas e aparecem complicações, ou então quando existem encomendas urgentes.

Desvantagens da produção em grandes séries:

- taxa de rotação de capital diminui
- os stocks implicam capital empatado
- os stocks implicam custos elevados de stockagem
- transporte e armazenamento de stocks necessita de horas de mão de obra
- as grandes séries implicam atrasos de fabricação mais longos
- a qualidade de stocks deteriora-se com o tempo. Quanto mais envelhece o stock, mais o seu valor diminui.

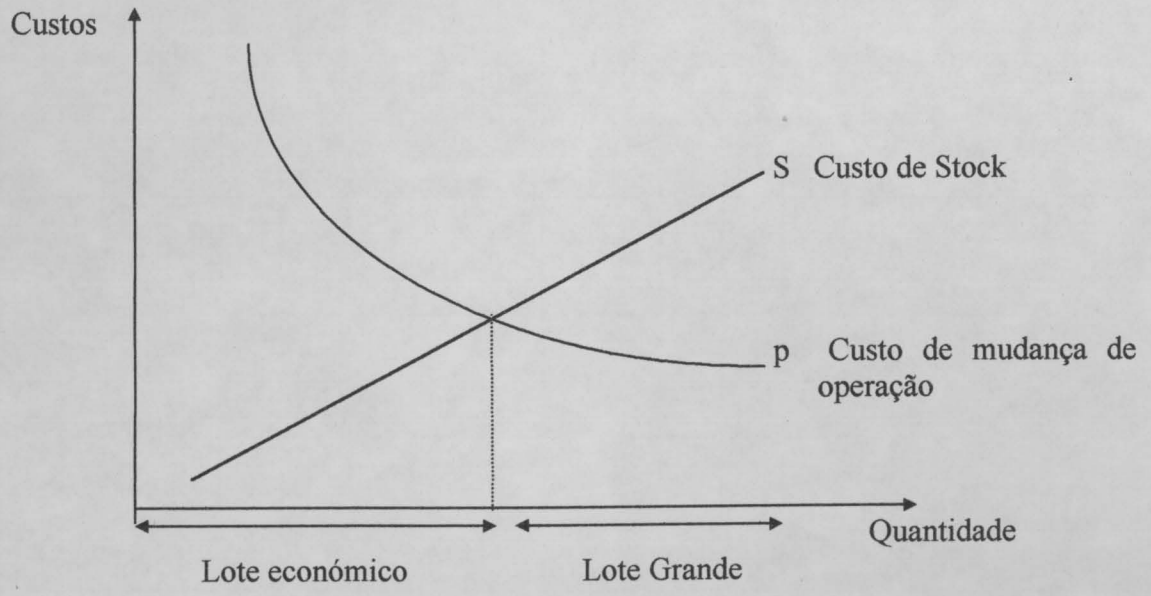


Figura 15 – Estratégia do lote económico

7.3. Bases do Método SMED

O desenvolvimento do sistema SMED dura já à mais de uma década. Apareceu como uma reflexão diária, aprofundada gradualmente, sobre os aspectos teóricos e práticos do melhoramento das mudanças de ferramenta. O toque final foi estimulado pela procura da Toyota em reduzir o tempo de mudança de uma prensa de 1000 ton. de 4 horas para 90 minutos. É uma abordagem científica que pode ser utilizada em qualquer fábrica e em qualquer máquina.

Consideram-se os procedimentos de mudança de ferramenta como sendo infinitamente variáveis e dependentes do tipo de operação e do tipo de equipamento utilizado. Quando os procedimentos são analisados sobre um ângulo diferente pode-se ver que eles comportam todos um grupo de etapas sucessivas.

Nas mudanças tradicionais a repartição dos tempos é feita como se indica nos valores entre parênteses em seguida:

1. **Preparação e verificação de utensílios (30%)**

   Nesta etapa é assegurado que todas as peças e utensílios estão no sítio e funcionam correctamente. Está também incluído aqui o período após trabalho, de guardar peças e utensílios em armazém.

2. **Montagem e desmontagem de componentes (5%)**

   Esta etapa comporta a desmontagem de peças e utensílios após uma série de produção e a fixação de peças e utensílios para o próximo lote.

3. **Centragem, operações de dimensionamento e medições (15%)**

   Esta etapa engloba as medições e calibragens que se devem executar para cada operação de produção, centragem, medição de temperaturas, etc.

4. **Ajustamentos e ensaios (50%)**

   Nesta etapa são feitos os ajustamentos depois de ensaiada a primeira operação com uma peça.

A frequência e a duração das séries de ensaio e ajustamentos dependerão da habilidade do regulador. A maior dificuldade reside no ajustamento correcto do equipamento. A percentagem maior de tempo ocupado é devido a problemas de ajustamento

7.4. Etapas do Método

7.4.1. Operações internas e externas

Na metodologia SMED existem dois conceitos importantes relativos à organização de tarefas:

Operações internas:
- Operações que não podem ser executadas sem que o equipamento pare de funcionar.

Operações externas:
- Operações que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento.

As etapas que são descritas neste capítulo são as etapas bases do método que foram seguidas nos estudos efectuados sobre os casos referidos na segunda proposta de trabalho.

7.4.1.1. Estado 0: Distinção entre o que é externo e é interno

Nas mudanças tradicionais as operações internas e externas são misturadas e esta é a razão pela qual as máquinas estão paradas durante longos períodos de tempo (ou seja, o que pode ser feito em externo é feito como interno).

Para fazer essa distinção é necessário fazer uma observação intensiva á operação de mudança. Existem vários métodos de analisar uma mudança de ferramenta: análise com cronometragem, observações instantâneas e filmagem em vídeo.

O melhor método é o de filmagem em vídeo da operação completa de mudança de ferramenta. Este foi o método utilizado em todos os casos estudados e referidos neste relatório. É extremamente eficaz porque permite uma perfeita análise da operação toda, e a repetição quantas as vezes as necessárias do filme, o que suscita novas propostas de ideias que podem melhorar o método.

É bastante útil que o filme seja mostrado aos operadores que fizeram a mudança e a outros intervenientes no processo.

7.4.1.2. Estado 1: Separação entre operações internas e externas

A parte mais importante do método SMED é a separação entre operações internas e externas. Depois de fazer a separação é muito mais fácil elaborar um conjunto de medidas para eliminar ou transformar as operações internas em externas.

Como exemplo, é necessário fazer a preparação das ferramentas e utensílios não após a paragem do equipamento mas antes de terminar a série de fabrico. Se esta noção for respeitada, o tempo de tarefas internas pode ser reduzido de 30% a 50%.

7.4.1.3. Estado 2: Transformação de operações internas em externas

Pelo exemplo anterior entende-se bem a necessidade de transformar as operações internas em externas. Resulta disso uma diminuição substancial do tempo de mudança de ferramenta.

A transformação de operações internas em externas está assente em duas noções importantes:

- examinação das operações para verificar se as operações não foram classificadas em internas por erro.

- procura de soluções para converter as tarefas internas em externas (como a preparação conveniente das tarefas antes da máquina parar) . Como exemplo observado, e que resultaria numa óptima solução para a EUROFER, seria o aquecimento das caixas de machos em mesas próprias de pré-aquecimento.

7.4.1.4. Estado 3: Racionalização de operações internas e externas

O estado 2 e 3 podem e devem ser tratados simultaneamente. Ambos os estados implicam duas noções distintas: análise e execução de soluções de melhoramento de operações internas e externas, de maneira a facilitar aos operadores a execução dessas tarefas e simultaneamente diminuir o tempo de execução das mesmas.

7.5. Técnicas de aplicação do SMED

7.5.1. Separação das operações internas e externas

As técnicas seguintes são utilizadas para assegurar que as operações que podem ser realizadas como operações externas são feitas enquanto a máquina está em funcionamento.

7.5.1.1. Uso de Checklist

Fazer uma lista de todas as peças e procedimentos necessários para executar uma mudança de ferramenta.

A lista inclui:

1. nomes do operador e categoria
2. especificações
3. lista de ferramentas
4. pressão, temperatura e outros parâmetros
5. valores numéricos para todas as unidades e dimensões

É aconselhável o uso de uma tabela de verificação com estes parâmetros. Assim uma passagem de olhos pela tabela dirá ao operador se algo falta.

O estabelecimento de um *"checklist"* e uma tabela específica para cada máquina são igualmente importantes. É de evitar um checklist para toda uma secção.

7.5.1.2. Ensaios de operações e funções

Uma checklist é utilizada para saber se todos os parâmetros estão. O estado físico, ou a descrição das suas condições não está descrito na checklist. Em consequência disto é necessário proceder ao ensaio de operações externas. A falha desta situação implica que existam atrasos nas operações internas quando uma ferramenta se encontra defeituosa ou se faz alguma montagem imprecisa da mesma.

De uma maneira geral as reparações e montagens mal executadas sobre uma máquina só são constatadas após início de produção de peças. Nesta situação é necessário proceder à desmontagem e reparação que aumentam substancialmente o tempo de não produção.

7.5.1.3. Melhoramento de transporte de utensílios e componentes

Os utensílios devem sair do seu local de armazenagem e transportados até ás máquinas onde vão ser utilizados por um operador enquanto esse equipamento ainda está em funcionamento, e de uma só vez (utilizando um carrinho ou caixa com tudo agrupado, de modo a evitar viagens desnecessárias).

7.5.2. Conversão de operações internas em externas

a) Preparar antecipadamente as condições de operação

A primeira etapa para converter as operações é prepará-las com antecedência, utilizando procedimentos que permitam transformar operações internas em externas.

Ex: pré-aquecimento das caixas de machos em mesas de aquecimento próprias.

b) Standardização de funções

Estabelecer procedimentos e técnicas próprias para cada máquina e equipamento, possíveis de aplicar a diferentes produtos.

7.6. Casos de Aplicação

7.6.1. Caso de mudança de ferramenta de uma furadora

Objectivo

No fim pretendeu-se reduzir o tempo de mudança de 34 para 15 minutos. O objectivo é alcançado através da eliminação dos tempos mortos na paragem da máquina e também pela maior rapidez na execução de algumas operações que não eram realizadas sistematicamente.

O primeiro caso de aplicação da metodologia SMED foi feito sobre uma máquina furadora pertencente à secção de acabamentos das bacias. O estudo foi feito recorrendo à técnica de filmagem em vídeo.

Após filmagem em vídeo da mudança de ferramenta, o grupo de trabalho sobre SMED reuniu-se para analisar o vídeo e discuti-lo. Os passos seguidos no estudo foram os referidos na secção 7.4.

Inicialmente distinguiram-se o tipo de operações executadas, em operações internas e operações externas. Seguidamente, definiram-se exactamente quais eram essas operações e contabilizaram-se os tempos individuais e acumulados das operações. Foi feita uma primeira análise da situação existente e comparou-se o tempo distribuído em operações externas e operações internas. Este estudo está documentado no anexo VA.

Após esta primeira análise, discutiram-se medidas para tornar o processo mais eficaz, propondo soluções para eliminar as operações externas com vista a minimizar as quebras produtivas por paragens desnecessárias. Nesta fase do trabalho pretendeu-se conseguir a redução desses tempos sem fazer investimentos de monta, não estando em estudo novas ferramentas ou mecanismos, mas apenas a eliminação do desperdício.

Devido à falta de sistematização do trabalho pela grande variedade de tarefas a executar, existiam perdas de tempo apreciáveis também nas tarefas internas.

Após esta fase lançaram-se outras soluções para facilitar o processo. Tornou-se necessário a aquisição de material complementar, nomeadamente:

- dois jogos de brocas de diâmetro diferentes, dado que algumas referências usam brocas semelhantes;
- dois jogos de mangas para cada multi-furadora.

Para eliminar as tarefas externas, estando o operador ocupado, deveria existir uma maior intervenção do ferramenteiro e do apontador, ficando estes com as suas funções acrescidas.

As funções de cada um dos intervenientes passavam a ser as seguintes:

Ferramenteiro

A programação do trabalho do sector é recebida por ele que prepara, numa mesa de trabalho móvel, todo o conjunto de utensílios e ferramentas necessárias para mudança. Seguidamente desloca essa mesa até ao posto de trabalho do operador, ainda antes deste ter terminado de trabalhar a última série. Após a mudança, este recolhe do posto de trabalho os utensílios e ferramentas que já não são necessários.

Apontador

O apontador deverá circular pelo sector prevendo mudanças de equipamento. Deverá questionar o operador do tempo de mudança de ferramenta e da hora do começo do trabalho, de forma a poder trocar o cartão de obra do operador após o final do fabrico da última série.

Operador

Nunca se deverá deslocar do posto de trabalho pois todos os elementos necessários serão fornecidos pelo ferramenteiro e pelo apontador.

Para converter as operações internas em externas foram propostas novas medidas de aquisição de material mais sofisticado, que permitiria tornar a mudança mais rápida e eficaz.

7.6.2. Caso de mudança de uma caixa de machos numa máquina da Macharia

Os procedimentos utilizados para análise deste caso foram idênticos aos seguidos para o caso da furadora. O estudo e análise recorreu a uma filmagem em vídeo de duas mudanças executadas neste tipo de máquina.

Após a filmagem foi feito uma primeira análise do vídeo para proceder à distinção entre operações internas e operações externas. Depois de feita a distinção, identificaram-se cada uma dessas operações, contabilizaram-se os tempos individuais de cada uma e o acumulado de operações internas e externas. Este estudo vem identificado no anexo VB.

Surgiu um problema na análise de ferramenta neste tipo de máquina, porque ao contrário do caso anterior, aqui a mudança de ferramenta tem que ser executada por dois operadores devido ao peso das caixas de machos. A girafa resolvia o problema do peso no transporte das caixas até ao local de trabalho, mas não resolvia o problema na montagem e desmontagem das caixas na própria máquina.

Por esta razão este caso é mais complicado e ainda está em fase de estudo.

7.6.3. Caso de mudança de uma placa molde na máquina de moldação Tokyu

A mudança de ferramenta na máquina de moldação Tokyu foi igualmente filmada. A operação de mudança resultou em sete minutos, o que se considerou bastante aceitável devido à complexidade do processo de montagem e desmontagem da mesma.

É de salientar que neste caso as placas molde já estão armazenadas junto ao local de trabalho não existindo um tempo de preparação longo.

Outra situação que se verificou foi a de não existirem tempos de paragem de nenhum dos operadores envolvidos no processo de mudança.

8. Resultados e Conclusões

Após o estudo do processo de fabrico das referências seleccionadas, ficou simplificado e melhorado o fluxo produtivo de cada um dos produtos. O balanceamento das células permitiu definir exactamente o rendimento que se pode obter com as várias opções do número de trabalhadores a afectar às células de produção, tal como se pode ver nos anexos III. Todo este processo levou à actualização das gamas operatórias e custos unitários de cada um dos produtos.

Como resultado deste estudo deixa-se desenvolvida uma aplicação em Access 7.0 que poderá servir futuramente a qualquer elemento que venha a trabalhar na área de planeamento do processo de fabrico.

Os resultados obtidos com a actualização de custos estão representados nos dois quadros de Análise de Custos que se seguem. No primeiro quadro está descrita uma análise de custos por parcelas e seu peso no valor de custo total unitário actualizado. É feita uma comparação entre o custo total unitário que existia anteriormente e o custo actualizado. Finalmente faz-se o estudo de comparação entre os preços de venda e os custos unitários de produção para cada referência.

No segundo quadro é feita uma análise de custos totais e facturação, não a um nível unitário, mas para o número de peças que se prevêm vender no ano de 1997.

Relativamente aos custos existentes anteriormente, observa-se que alguns desses custos eram superiores aos preços de venda praticados. Salienta-se que este custo é apenas o custo de produção. O custo de aprovisionamento e distribuição, tal como os encargos administrativos não estão incluídos.

Com as alterações introduzidas verificaram-se cinco casos com custo inferior ao preço de venda praticado. Nestes casos existem duas soluções possíveis para resolver a situação:

1. Rever a estrutura de produção dessas referências e lançar medidas que diminuam o custo de produção unitário. A solução poderá passar por eliminar ou substituir operações, ou então atacar o problema pelo tipo e quantidade de matéria prima utilizada.

2. A outra solução poderá passar por rever o preço de venda praticado. Para isso o departamento comercial precisa de discutir o assunto com os clientes e com a Produção.

Uma situção que se verifica com o actual sistema de custeio é que os valores obtidos são estimativas que poderão conter grandes margens de erro, porque se baseiam em custos standard de cada centro de trabalho. Por exemplo, se uma determinada referência, por razões de concepção, necessitar de um material que represente um acréscimo de custo para o produto, esse acréscimo não é imputado ao produto, mas é diluído nos centros de custos existentes.

Actualmente existe um sistema de custeio mais desenvolvido, e recomendado por alguns especialistas[3] em gestão da produção e contabilização de custos, que se adapta melhor aos sistemas de produção que se aproximam do JIT, ou um tipo de produção diversificada e flexível. Esse sistema de custeio é o **sistema ABC *(Activity Based Costing)***, que representa um sistema de custeio baseado em actividades executadas sobre o produto.

Relativamente ao estudo feito às mudanças de ferramenta, conseguiu-se aplicar passo a passo, e com sucesso, o método SMED, permitindo que mudanças futuras sejam analisadas eficazmente usando o mesmo método, com o objectivo de diminuir os tempos de preparação de séries de fabrico.

O caso de mudança de ferramenta na furadora, da secção de Acabamentos de bacias, permite que a técnica utilizada para este exemplo seja utilizada em todas as furadoras existentes nas zonas de acabamentos, e que os tempos de preparação sejam diminuídos, tal como neste caso, em mais de 50%.

O que se pode constatar pelo estudo deste caso, é que o tempo de preparação de uma série de fabrico pode ser diminuído substancialmente, sem fazer nenhum investimento relevante. A execução de tarefas externas dentro do ciclo de produção das máquinas é um exemplo desta situação. Algumas destas operações externas estão a ser realizadas incorrectamente como internas .

Como exemplo típico desta situação, recomenda-se a preparação prévia de todo o material e informação necessária à mudança de ferramenta, antes que a máquina termine a série de fabrico que está a executar. Desta forma eliminam-se estas tarefas externas que em alguns casos estão a ser executadas como internas.

A eliminação das tarefas externas ou a sua racionalização, podem constituir um enorme passo na redução de tempos de preparação de séries de fabrico.

Outro exemplo de racionalização de tarefas externas, e que se recomenda no caso das máquinas de caixa-quente da Macharia, é o aquecimento prévio das caixas de moldação em mesas próprias de pré-aquecimento, evitando o tempo não produtivo que se gasta à espera do aquecimento das mesmas para iniciar a produção. O aproveitamento da energia calorífica dissipada pelos fornos de fusão poderia ser uma forma de abordagem do problema.

Uma recomendação que está relacionada com a racionalização de tarefas internas, passa pela standardização de funções e métodos de trabalho, que podem ser executados sem exigir investimentos avultados em material.

[3] Samuel Cogan. Ver referência 16 da Bibliografia.

Análise de custos (30 referências) - 36 % das Vendas

(Unidades em Escudos)

Custo Actual - Custo Antigo

		Custo actualizado (custos unitários)								Peso das parcelas de custo no Custo Total Actualizado					Peso de cada parcela de custo sobre o valor de facturação			
Referencia	CTA	MP	MO	GGFF	GGFV	CTU	Variação	PV	PV-CTU	% MP/CTU	%MO/CTU	%GGFF/CTU	%GGFV/CTU	PF	(MP/CTU)*PF	(MO/CTU)*PF	(GGFF/CTU)*PF	(GGFV/CTU)*PF
77120550	4616	2020	295	1434	798	4546	-70	7356	2810	44%	6%	32%	18%	14%	6	1	4	2
77320629	3846	1892	164	767	429	3252	-594	5563	2311	58%	5%	24%	13%	12%	7	1	3	2
77160979	4787	1698	277	1328	709	4012	-775	5816	1804	42%	7%	33%	18%	12%	5	1	4	2
77160846	4797	1848	257	1094	564	3762	-1035	5102	1340	49%	7%	29%	15%	5%	2	0	1	1
73120887	948	481	66	297	187	1031	83	1958	927	47%	6%	29%	18%	3%	1	0	1	1
77160877	4153	1562	265	1123	554	3504	-649	4240	736	45%	8%	32%	16%	3%	1	0	1	0
77320577	818	356	55	272	143	826	9	1470	643	43%	7%	33%	17%	3%	1	0	1	1
77120553	1841	686	127	689	375	1877	36	2446	568	37%	7%	37%	20%	3%	1	0	1	1
73120475	966	529	51	242	149	971	5	1483	512	54%	5%	25%	15%	3%	2	0	1	0
77320309	1164	499	88	434	214	1235	71	1539	304	40%	7%	35%	17%	2%	1	0	1	0
77123122	1254	711	60	438	252	1461	207	1692	231	49%	4%	30%	17%	2%	1	0	1	0
77360703	916	400	53	277	147	877	-39	1097	220	46%	6%	32%	17%	4%	2	0	1	1
65222302	821	171	73	303	188	735	-87	920	186	23%	10%	41%	26%	2%	0	0	1	1
71120197	342	120	16	86	85	307	-35	470	163	39%	5%	28%	28%	2%	1	0	1	1
77360706	826	354	49	236	129	768	-58	888	120	46%	6%	31%	17%	2%	1	0	1	0
77160606	1067	449	61	329	182	1021	-46	1129	108	44%	6%	32%	18%	2%	1	0	1	0
73120473	217	81	15	58	34	188	-29	294	106	43%	8%	31%	18%	2%	1	0	1	0
76320655	601	211	32	196	96	535	-66	639	104	39%	6%	37%	18%	3%	1	0	1	1
73160342	257	95	19	90	48	253	-4	340	87	38%	8%	36%	19%	2%	1	0	1	0
73320901	129	36	11	39	24	111	-18	198	87	33%	10%	35%	22%	1%	0	0	0	0
73320897	129	40	11	39	24	114	-15	198	84	35%	10%	34%	21%	1%	0	0	0	0
73120366	338	111	22	91	57	282	-57	347	66	39%	8%	32%	20%	2%	1	0	1	0
71120266	87	22	5	33	22	82	-5	119	37	27%	6%	40%	26%	1%	0	0	0	0
73220653	103	38	7	31	17	93	-11	118	26	41%	7%	33%	19%	1%	0	0	0	0
71120144	94	22	5	46	34	107	13	130	23	21%	5%	43%	32%	1%	0	0	0	0
71120265	122	26	9	45	26	107	-16	127	20	25%	8%	42%	25%	1%	0	0	0	0
76320730	868	293	47	198	297	835	-33	821	-15	35%	6%	24%	36%	1%	0	0	0	0
71120115	496	178	24	197	171	569	74	552	-17	31%	4%	35%	30%	4%	1	0	1	1
71120041	129	40	12	76	52	181	52	152	-29	22%	7%	42%	29%	1%	0	0	0	0
71120042	329	87	22	143	129	381	52	317	-64	23%	6%	38%	34%	1%	0	0	0	0
64152011	524	85	50	263	124	521	-3	456	-65	16%	10%	50%	24%	4%	1	0	2	1
														Total de Pesos	42	7	32	19

Componentes do custo:

MP-Matéria prima - Custo da carga metálica, areia gasta e energia
MO-Mão de obra - Custo em mão de obra directa
GGFF - Gastos gerais de fabrico fixos
GGFV - Gastos gerais de fabrico variáveis

Custos unitários - custos de fabrico de uma única peça

Nota: a ordenação está feita por ordem descendente da coluna (PV-CTU)

Legenda: **CTA**: Custo Total Antigo
CTU: Custo Total Unitário actualizado
PV: Preço de Venda
PV-CTU: Preço de Venda - Custo Total Unitário actualizado
PF: Percentagem da facturação total

Análise de Custos (Previsões)

(Unidades em escudos)

		Valores Unitários			Previsões				
Referencia	Cliente	Custo Total	Preço de Venda	PV- Custo Total	Nº Peças vendidas	Custos Industriais	Facturação	Lucro	Peso de Facturação
73120475	Mic	971	1483	512	140000	135989000	207684400	71695400	14%
77160979	Dana	4012	5816	1804	30000	120372300	174478500	54106200	12%
77160846	Dana	3762	5102	1340	35000	131663700	178570000	46906300	12%
73320897	Modyn	114	198	84	370000	42254000	73256300	31002300	5%
77320577	Massey	826	1470	643	35000	28924350	51441250	22516900	3%
73120887	V. Jonhson	1031	1958	927	20000	20614200	39160000	18545800	3%
71120197	Massey	307	470	163	100000	30725000	47000000	16275000	3%
77320629	ZF	3252	5563	2311	7000	22765190	38940930	16175740	3%
73120473	Mic	188	294	106	150000	28162500	44136000	15973500	3%
73320901	Modyn	111	198	87	160000	17731200	31678400	13947200	2%
71120266	R, Bosch	82	119	37	300000	24591000	35553000	10962000	2%
77160877	Dana	3504	4240	736	14000	49054320	59362800	10308480	4%
77120550	Bayard	4546	7356	2810	3500	15912295	25746000	9833705	2%
65222302	GL75	735	920	186	40000	29382800	36815200	7432400	2%
73220653	U.H.	93	118	26	250000	23125000	29612500	6487500	2%
73160342	BTR	253	340	87	70000	17710000	23815400	6105400	2%
77320309	Dana	1235	1539	304	20000	24698400	30780000	6081600	2%
77123122	Fabris	1461	1692	231	25000	36532250	42297000	5764750	3%
77120553	Bayard	1877	2446	568	10000	18771700	24455600	5683900	2%
73120366	Sacem	282	347	66	60000	16894200	20835600	3941400	1%
71120144	R. Bosch	107	130	23	150000	15981000	19500000	3519000	1%
77160606	Amaya	1021	1129	108	30000	30631500	33867900	3236400	2%
71120265	R, Bosch	107	127	20	160000	17070400	20291200	3220800	1%
77360703	J.D.I.	877	1097	220	12000	10520640	13165200	2644560	1%
76320655	J.D.I.	535	639	104	25000	13383000	15975000	2592000	1%
77360706	J.D.I.	768	888	120	15000	11519400	13326000	1806600	1%
76320730	J.D.I.	835	821	-15	20000	16708200	16414800	-293400	1%
71120115	Mic	569	552	-17	100000	56908000	55170000	-1738000	4%
71120041	Alvenius	181	152	-29	120000	21698400	18240000	-3458400	1%
71120042	Alvenius	381	317	-64	60000	22854000	19020000	-3834000	1%
61152011	Cerisol	521	456	-65	120000	62550000	54720000	-7830000	4%
				Totais	2651500	1115697945	1495308980	379611035	

9. Bibliografia e Referências

1. "Modern Production / Operations Management".(1985).
   Elwood S. Buffa e Rakesh K. Sarin .

2. "The Race". (1994).
   Avraham Y. Goldratt e Robert E. Fox.

3. "Theory of Constraints". (1990).
   Avraham Y. Goldratt.

4. "Making Manufacturing Cells Work". (1992).
   Lee R. Nyman Ingersoll Engineers.
   Society of Manufacturing Engineers.

5. "Manual de Engenharia de Produção". (1970).
   H. B. Maynard.

6. "The New Manufacturing" .
   Harvard Business Review.

7. "As Novas Regras de Produção". (1989).
   Pierre Béranger.

8. "Produção Just-In Time". (1992).
   Rui Assis e Mário Figueira.

9. "Le systéme SMED, une révolution en gestion de production". (1987).
   Shigeo Shingo.

10. "Curso de introdução á Produção em Fluxo". (1997).
    CF & A Associados, Consultores de Gestão.

11. "Organização e Estratégia da Empresa". (1994).
    Bernardo Calafate de Vasconcelos.

12. "Manufacturing Strategy". (1995).
    Jonh Miltenburg.

13. "Managing Production and Operations" . (1989)
    Martin K. Starr.

14. Foundamentals of Modern Manufacturing. Materials, Processes and Systems".
    (1987).
    Groover.

15. "Operations Management. Decision Making in the Operations Function". (1980).
    Roger G. Shroeder.

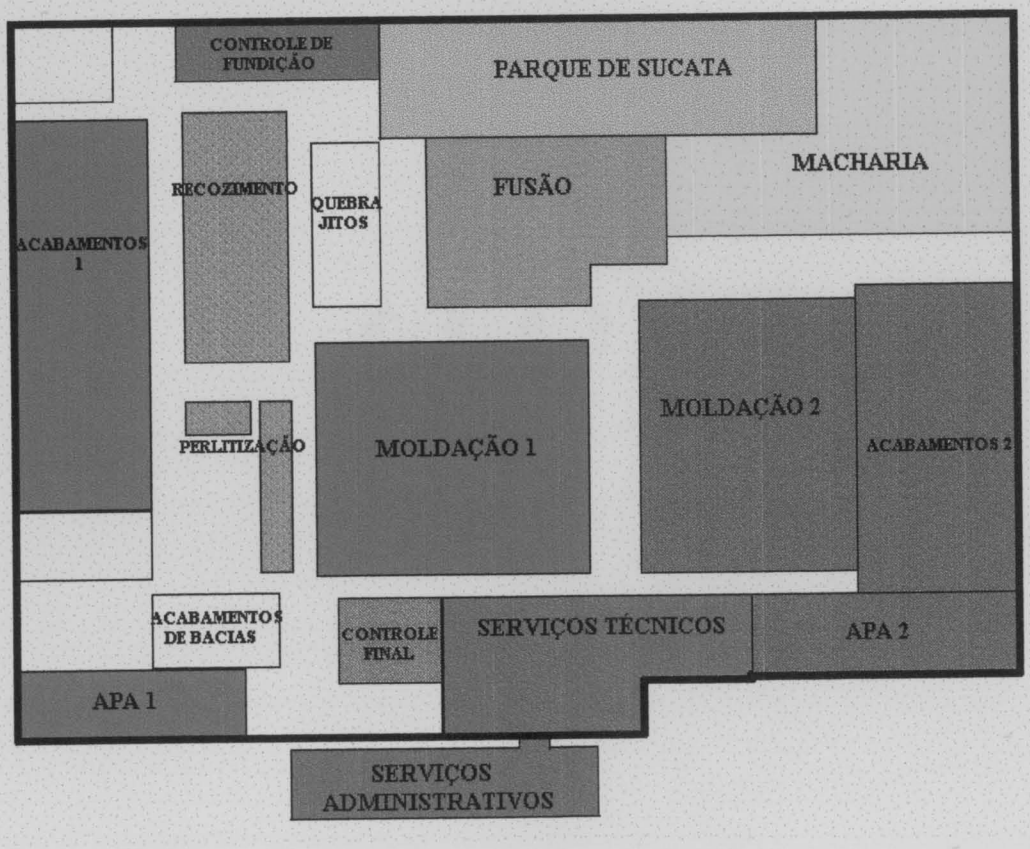
16. "Activity-Based-Costing (ABC). A Poderosa Estratégia Empresarial." (1994).
    Samuel Cogan.

ANEXO I

Layouts

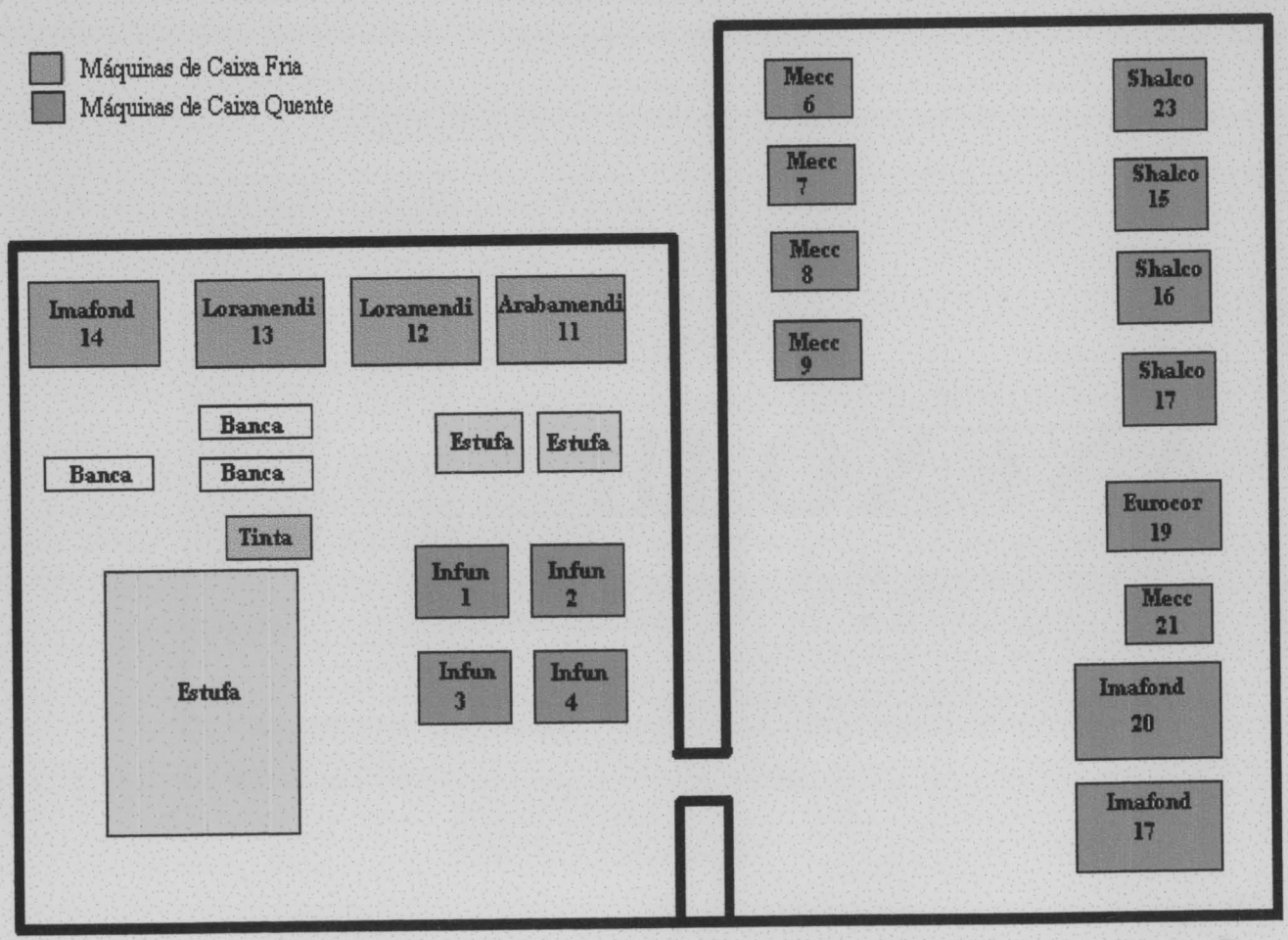
ANEXO IA

LAYOUT EUROFER



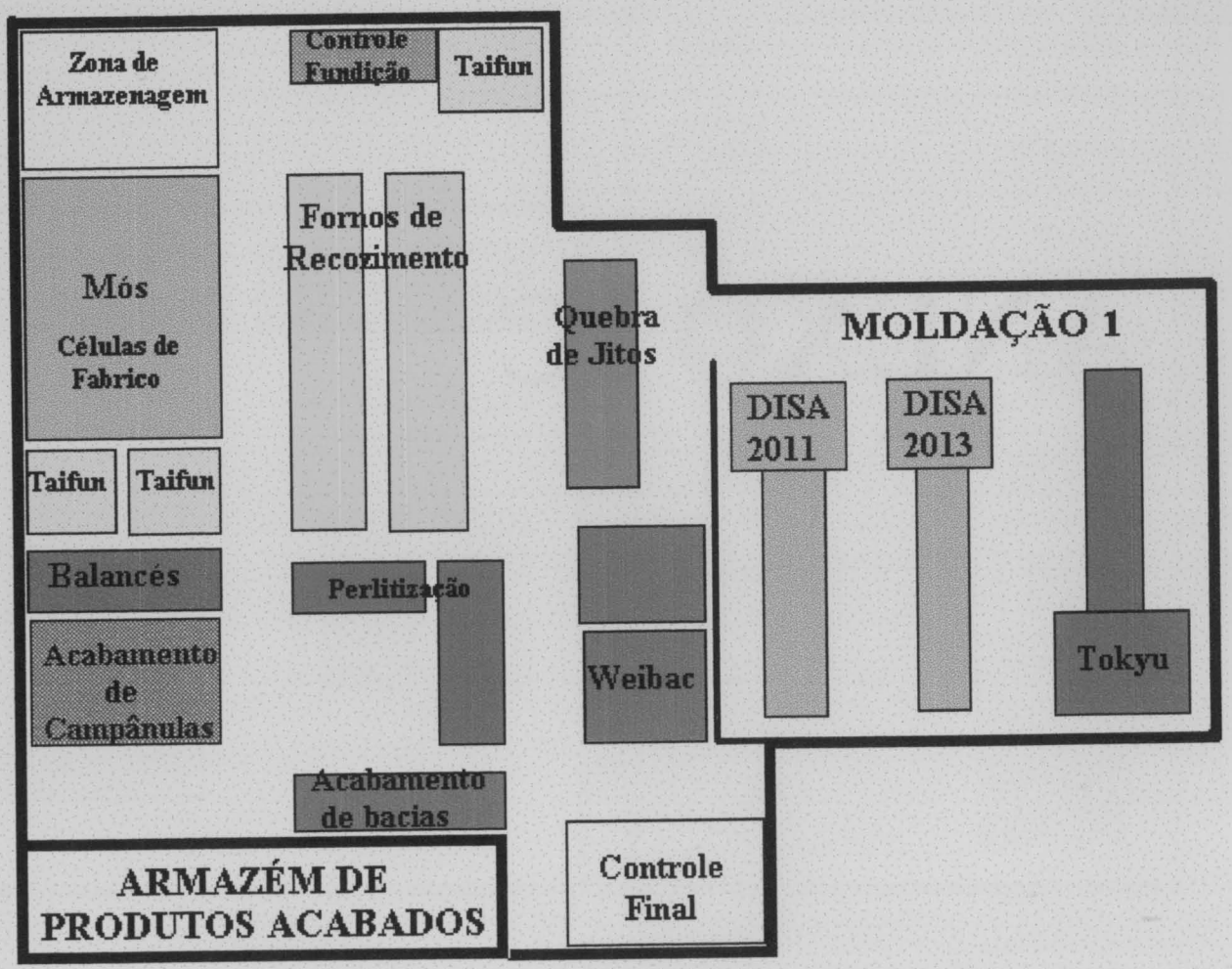
ANEXO IB

Macharia

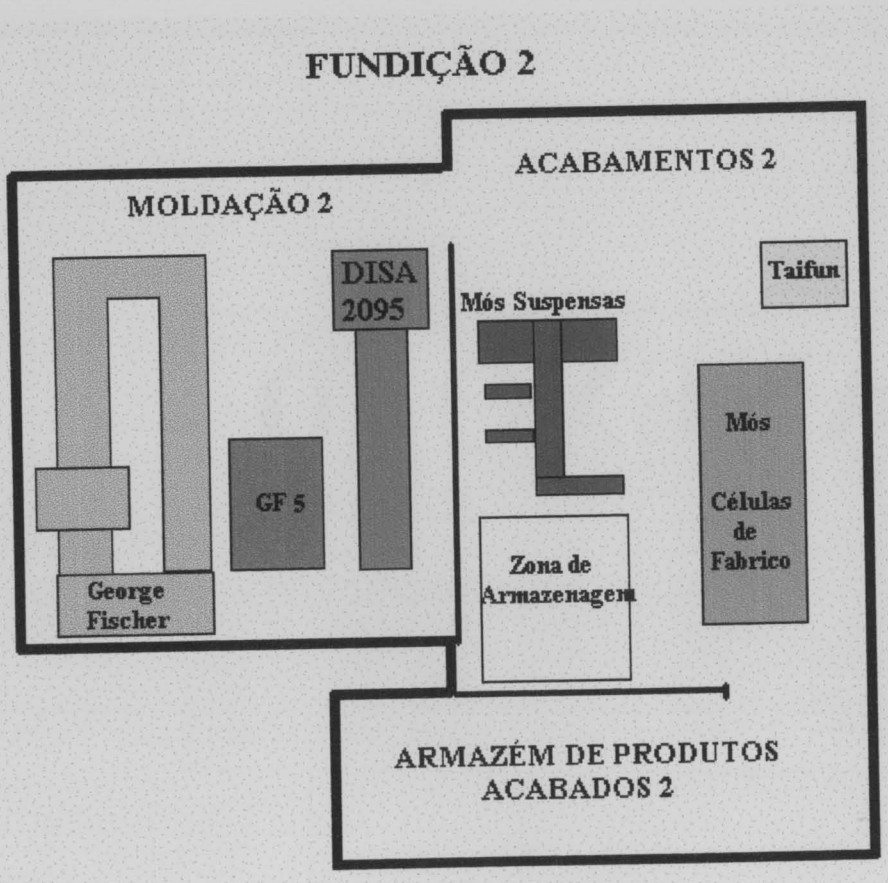

Máquinas de Caixa Fria
Máquinas de Caixa Quente
Imafond 14
Loramendi 13
Loramendi 12
Arabamendi 11
Banca
Banca
Banca
Tinta
Estufa
Estufa
Estufa
Infun 1
Infun 2
Infun 3
Infun 4
Mecc 6
Mecc 7
Mecc 8
Mecc 9
Shalco 23
Shalco 15
Shalco 16
Shalco 17
Eurocor 19
Mecc 21
Imafond 20
Imafond 17

ANEXO IC

FUNDIÇÃO 1


Zona de Armazenagem
Controle Fundição
Taifun
Fornos de Recozimento
Mós
Células de Fabrico
Quebra de Jitos
MOLDAÇÃO 1
DISA 2011
DISA 2013
Taifun
Taifun
Balancés
Perlitização
Weibac
Tokyu
Acabamento de Campânulas
Acabamento de bacias
ARMAZÉM DE PRODUTOS ACABADOS
Controle Final

ANEXO ID


FUNDIÇÃO 2
ACABAMENTOS 2
MOLDAÇÃO 2
DISA 2095
Mós Suspensas
Taifun
Mós
Células de Fabrico
GF 5
Zona de Armazenagem
George Fischer
ARMAZÉM DE PRODUTOS ACABADOS 2

ANEXO II

Classificação de Defeitos	
1	Rebarba
2	Desencontro
3	Mal Ligado
4	Mal Cheio
5	Gito partido
6	Peça Partida
7	Mossas
8	Estaladela
9	Areia destacada
10	Inclusão de areia
11	Deformação
12	Abatimento
13	Ferro dentro
14	Macho deslocado
15	Macho partido
16	Gáz
17	Poros
18	Rechupe
19	Rugosidade
20	Granfite Primário
21	Nodularidade
22	
23	Orla branca
24	Metalurgico
25	Estrutura
26	Inclusões de escoria
27	Falta de Ferro
28	Rosca
98	Ensaios
99	Outros

ANEXOS III

PROCESSOS DE FABRICO DE ALGUMAS REFERÊNCIAS

- Referência 65222302
- Referência 61152011
- Referência 77360703
- Referência 77360706
- Referência 77160846

Referência 65222302

Eurofer

Grupo: **Arnaldo**
Casais
Paulo
Nuno

Referência 65222302

Peça: Campânula
Macho: Duplo (A+B)
Máquina de Macharia Shalco (Caixa-Quente)
Máquina de Moldação: George Fischer
Recozimento: Tem
Maquinagem: Acabamentos 1

Macharia

Descrição

Esta peça necessita de dois machos. O macho A é o macho que origina a saia da campânula e o macho B é o macho responsável pela forma do alvéolo. O macho A faz duas peças e o macho B apenas duas.

Macho A

O macho A é feito numa máquina de caixa-quente e necessita apenas de um operário para executar todas as tarefas. As operações são feitas todas dentro do ciclo da máquina e o macho não necessita de pintura ou qualquer calafetagem.

Nº machos / abertura = 2

Tarefas necessárias (sequenciadas):

1º Tarefas de Preparação

1. Preparação das trempes (número necessário e localização)
2. Colocação de cartão no tabuleiro
3. Preparação da banca de serviço

2º Tarefas do Processo de Fabrico

1. Accionar máquina (fecho da caixa)
2. Rectificar na mó as partes críticas
3. Rebarbar com lima outras partes
4. Colocar na trempe os dois machos
5. Retirar machos da nova fornada
6. Limpar máquina com jacto de ar

Tempo de execução (tarefas de fabrico):

Tempo ciclo completo:	**120 s**	**medido: 125 s**
Tempo ciclo da máquina:	**88 s**	**medido: 86 s**

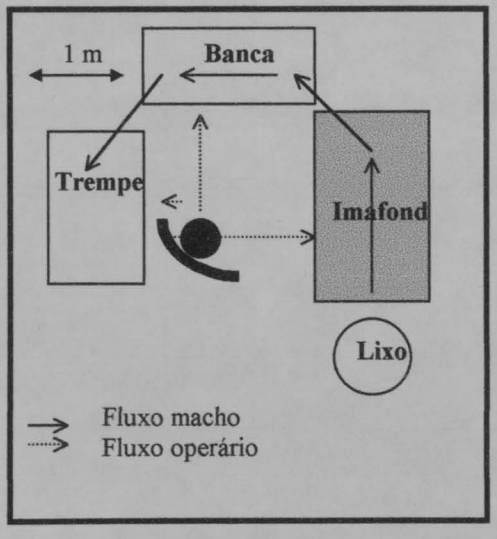
Nº aberturas / hora:	**30**	**(pelo método de fabrico)**
Nº aberturas previstas / hora:	**29**	**(pelos valores observados)**

Nº machos / hora	**60**

Nº peças/macho	**2**

Layout:

Célula de Fabrico



Nº Operários :	**1**

Rendimento:	**100%**

Observações e Notas:

- Os últimos valores de produção indicam que foi executada uma média de **20 aberturas por hora** quando está previsto serem executadas **30 aberturas por hora**.

Macho B

Este macho é feito numa máquina de caixa quente e necessita apenas de um operário para a execução das tarefas de fabrico. A maioria das tarefas de fabrico são feitas dentro do ciclo da máquina.

Nº machos / abertura = 7

Tarefas necessárias (sequenciadas):

1º Tarefas de Preparação

1. Preparação das trempes (número necessário e localização)
2. Colocação de cartão no tabuleiro
3. Preparação da banca de serviço

2º Tarefas do Processo de Fabrico

1. Accionar máquina (fecho da caixa)
2. Cortar pontas de entradas
3. Rectificar na mó a parte superior
4. Rebarbar a parte inferior
5. Colocar na trempe os machos
6. Retirar machos da nova fornada
7. Limpar máquina com jacto de ar

Tempo de execução (tarefas de fabrico):

Tempo completo das 7 tarefas:	**81 s**	**medido: 79 s**
Tempo da tarefa 1 a 5 (ciclo da máquina):	**60 s**	**medido: 60 s**

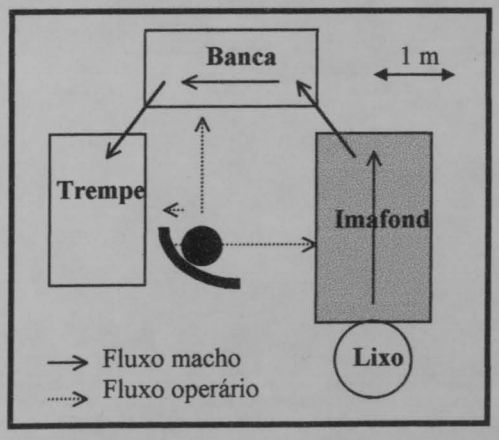
Nº aberturas / hora:	**45**	**(pelo método de fabrico)**
Nº aberturas previstas / hora:	**45**	**(pelos valores observados)**

Nº machos / hora	**315**

Nº peças/macho	**1**

Layout:

Célula de Fabrico



Nº Operários:	**1**

Rendimento:	**100%**

Moldação

Esta referência tem dois pares de placas possíveis para moldação : um para a máquina de moldação George Fischer e outro para a máquina de moldação da Tokyu. Vamos analizar as duas situações em separado.

Máquina de Moldação : George Fischer.

Nº peças / moldação	**8**
Nº machos A/ moldação	**4**
Nº machos B/ moldação	**8**

Nº peças / hora	**560**
Nº moldações / hora	**70**

Máquina de Moldação: Tokyu

Nº peças / moldação	**4**
Nº machos A / moldação	**2**
Nº machos B / moldação	**4**

Nº peças / hora	**280**
Nº moldações / hora	**70**

Tarefas na Moldação:

1. Fusão
2. Vazamento de metal para os colherões
3. Colocar trempes ao alcance do operador
4. Limpar os machos com jacto de ar
5. Colocar machos em cada caixa de moldação
6. Colocar filtros na caixa
7. Vazamento do metal para a caixa
8. Quebra de gitos
9. Granalhagem

Nº Operários necessários : 5 a 6

Acabamentos 2

1. Tarefas de Preparação

- Preparar rampa, banca e dois calibres
- Preparar máquina de mó e máquina de disco
- Preparar contentor
- Preparar duas prensas e furadora
- Preparar máquina de magnaflux

2. Tarefas de Fabrico

1. Recozimento

2. Retirar peça do contentor
3. Rebarbagem na mó larga
4. Rebarbagem no disco e colocar no contentor

Célula 1

5. Granalhagem

6. Retirar peça de contentor
7. Calibragem da **saia** da peça e levar à prensa
8. Colocar peça na banca
9. Pegar na peça, calibrar as **orelhas** e levar à prensa
10. Colocar peça na rampa
11. Retirar peça e furar o furo das orelhas
12. Colocar peça na rampa
13. Retirar peça e passar pelo líquido
14. Controle visual pelo magnaflux

Célula 2

15. Galvanização
16. Controle final
17. Embalagem

N°Ope.	Prod/hora	Prod/hora/ope.	Rend
1	43.5	43.5	100%
2	55.6	27.8	63.9%

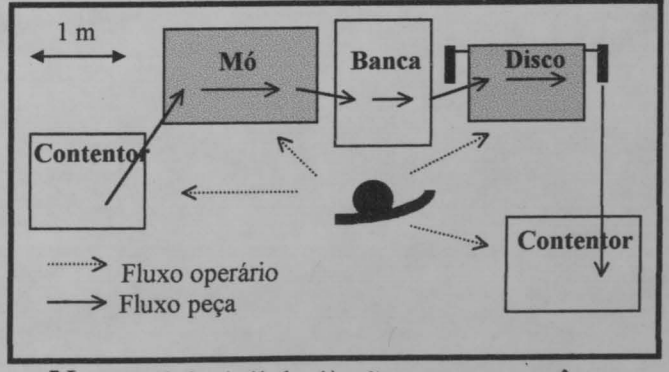
N° Operários:	1

Tempo na mó:	64,8 s
Tempo no disco:	18 s
Total:	82,8 s

N° peças / hora:	43

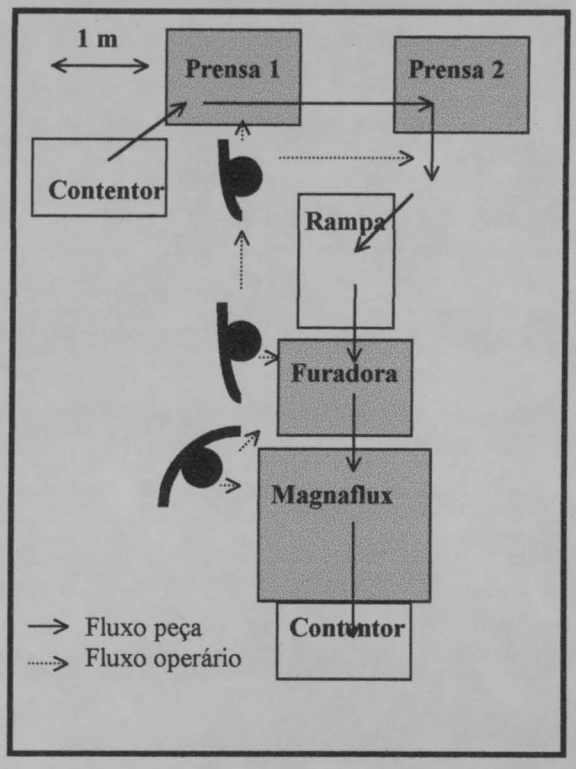
Layout:

Célula 1 - Acabamentos1



- Nesta célula (célula 1) não compensa pôr um operário na mó e outro no disco, já que o operário do disco em cada peça ficava parado mais de meio minuto.

Célula 2 - Acabamentos 1



Nº Operários: 3	
Tempo prensa 1:	**12.6 s**
Tempo prensa 2:	**10.8 s**
Tempo na furadora:	**10.8 s**
Tempo de molhar:	**7.2 s**
Tempo magna flux: (controle visual)	**10.8 s**
Total:	**52.2 s**

Tempo de setup:
Nº peças / hora: 167

NºOpe	Prod/Hora	Prod/hora/ope.	Rendimento
1	69	69	100%
2	125	62.5	90.6%
3	166.7	55.6	80.6%
4	200	50	72.5%
5	285.7	57.1	82.8%

Nota:
- A solução menos aconselhável será a situação com **4** operários (um na prensa1, outro na prensa 2, o terceiro na furadora, e o quarto nas operações do magnaflux).

- Os operários nesta célula têm que se ajudar entre si para equilibrar a célula (se forem um número inferior a 5) . Na situação de funcionamento com três operários, que é a situação usada actualmente, um operário fica a trabalhar na prensa 1, outro na prensa 2 e na furadora, e o terceiro ocupa-se com a tarefa de molhar e controlar visualmente as peças no maganaflux. Na situação de funcionamento com dois operários um iria ficar nas duas prensas e o segundo na furadora e nas operações do magnaflux.

Observações

- Se existisse um operário por cada tarefa a célula poderia não ficar muito desiquilibrada já que todas as operações têm mais ou menos tempos semelhantes.

Análise dos custos

Preço de venda unitário:	**920,38**
Custo produção unitário:	**775,50**
Margem:	**144,88**

Observações:

- Os tempos existentes na gama operatória de fabrico de machos estão incorrectos, sendo os seus valores superiores aos que estão descritos na gama.

- Os tempos existentes na gama operatória da operação de rebarbagem na mó e rebarbagem no disco (da célula 1 de acabamentos 1) estão igualmente desactualizados, sendo os seus valores correctos superiores aos que estão registados na gama.

- A operação de rebarbagem na mó está na gama operatória afectada ao centro de custo da rebarbagem 2, o que não é a realidade e como tal deve ser actualizada.

- Os valores relativos a calibragem da saia e das orelhas da peça estão desactualizados na gama, e devem ser actualizados.

- Os tempos de medronhar e furar estão desactualizados, sendo actualmente considerada uma operação única e de menor tempo de execução.

- Análise dos pesos da gama:

	Gama	**Medido**
Peso Vazado/Peça:	**5.6250 Kg**	**7.75 Kg**
Peso Peça fundida:	**2.250 kg**	**2.27 kg**
Peso Peça Acabada:	**2.240 kg**	**2.261 Kg**

Refugo

	1996	**1997**
Valor	9,2%	5,1 %
Defeitos	1. Gito partido 2. Inclusão de escória 3. Inclusão de areia	1. Gito partido 2. Outros 3. Estaladela

Referência 61152011

Eurofer

Grupo: **Arnaldo**
Casais
Paulo
Nuno

Referência 61152011

Peça: Campânula
Macho: Duplo (A+B)
Máquina de Macharia Infun (Caixa-Quente)
Máquina de Moldação: DISA (2011)
Recozimento: Tem
Maquinagem: Acabamentos 1

Macharia

Descrição

Esta peça necessita de dois machos. O macho A é o macho que origina a saia da campânula e o macho B é o macho responsável pela forma do alvéolo.

Macho A

O macho A é feito numa máquina de caixa-quente e necessita apenas de um operário para executar todas as tarefas. As operações são feitas todas dentro do ciclo da máquina e o macho não necessita de pintura ou qualquer calafetagem.

Nº machos / abertura = 3

Tarefas necessárias (sequenciadas):

1º Tarefas de Preparação

1. Preparação das trempes (número necessário e localização)
2. Colocação de cartão no tabuleiro
3. Preparação da banca de serviço

2º Tarefas do Processo de Fabrico

1. Accionar máquina (fecho da caixa)
2. Rebarbar e cortar as pontas do macho
3. Colocar na trempe os 3 machos
4. Retirar os machos da nova abertura
5. Limpar máquina com jacto de ar

Tempo de execução (tarefas de fabrico):

Tempo completo das 5 tarefas:	**160 s**
Tempo da tarefa 1 a 3 (ciclo da máquina):	**105 s**

Nº aberturas / hora	**34**
Nº aberturas previstas / hora	**23**

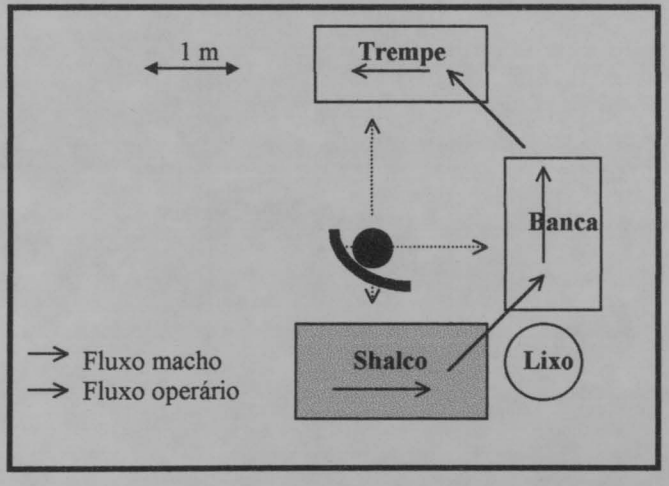
Nº peças / macho	**1**

(Através dos valores observados)

Nº machos previstos / hora	**69**

Layout:

Célula de Fabrico



Nº Operários :	**1**
Rendimento	**100%**

Observações e Notas:

- O método de fabrico deste macho indica que é possível fazer **34 aberturas por hora**, com uma média de 105 segundos por cada ciclo completo. Dos valores observados, 155 segundos foi o valor mais baixo verificado para o ciclo completo das tarefas (daqui as 23 aberturas previstas). Estes valores observados são muito baixos em relação aquilo que pode ser executado.

- A última produção observada indica que foram executadas 24 aberturas por hora.

- É necessário executar as operações 2 e 3 dentro do ciclo da máquina, aproveitando assim ao máximo a disponibilidade da máquina para produção. Essas operações são **Operações Internas** que podem ser executadas enquanto o equipamento estiver em funcionamento.

(Foi observada uma situação em que a máquina efectuou uma abertura em 5 minutos e 8 segundos por não se respeitar a sequência de tarefas e por não se fazerem as operações internas dentro do ciclo da máquina).

Macho B

Este macho é feito numa máquina de caixa-quente "Shalco" e como tal necessita de ficar algum tempo a aquecer antes de começar a produzir regularmente. O macho necessita de operação de pintura podendo esta ser executada por outro operário sem ser o operador da própria máquina.

Nº machos\ abertura	**4**

1.Tarefas de Preparação

1. Prepara mesa com tabuleiro e cesto
2. Preparar banca de trabalho
3. Preparar balde de tinta

2. Tarefas de Fabrico

1. Accionar máquina (fecho da caixa)
2. Cortar pontas e rebarbar machos
3. Mergulhar em tinta
4. Colocar no tabuleiro para secagem
5. Levar chama para ajudar secagem
6. Retirar machos da nova abertura
7. Limpar caixa com jacto de ar

Tempo ciclo completo	**(80 s)**
Tempo do ciclo da máquina	**(50 s)**

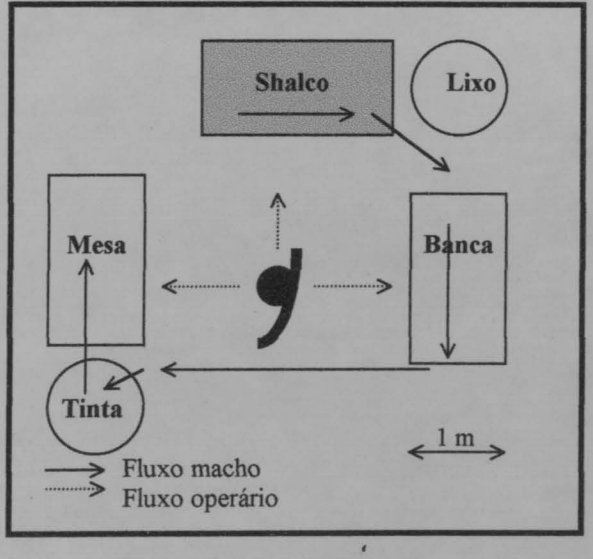
Nº aberturas / hora	**(45)**
Nº machos / hora	**(180)**

Nº peças / macho	**1**

Nº Operários:	**1 a 2**

Rendimento:	**100%**

Layout: Macharia (macho B)



Moldação

Máquina de moldação (1) : **DISA 2011**

Nº machos A / moldação:	**4**
Nº machos B / moldação:	**4**
Nº peças / moldação:	**4**

Nº moldações / hora:	**200**
Nº peças / hora:	**800**

Tarefas de moldação :

1. Fusão
2. Vazamento para colherão
3. Colocar trempes com machos ao alcance
4. Limpar machos c/ jacto de ar
5. Colocar 4 machos A na caixa
6. Colocar 4 machos B na caixa
7. Colocar alimentador na caixa
8. Vazamento
9. Quebra de jitos
10. Granalhagem
11. Controle de fundição

Nº Operários:	**4 + 2**

Observações:

- As peças resultantes apresentam muitas das vezes ovalização da saia. Analizaram-se alguns machos da saia e fizeram-se medições para verificar se o problema era dos machos. Os resultados indicavam que os machos estavam com as dimensões de acordo com o método de fabrico.

Esta situação origina a operação de prensagem da saia que poderia ser evitada se a saia deixasse de aparecer ovalizada.

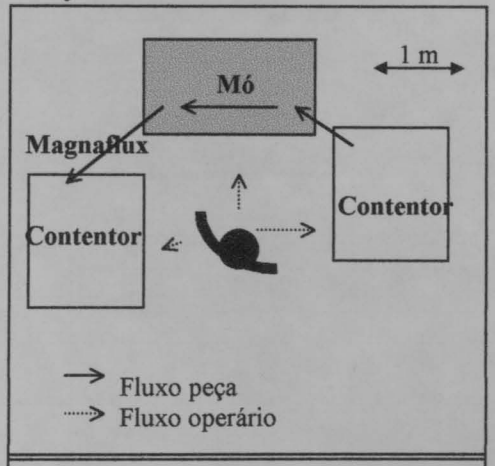
- Uma situação idêntica é a verificada com os machos do alvéolo. O furo que o macho faz apresenta diversas vezes anomalias e ovalização. Esta situação origina uma operação de furação que poderia ser evitada se o furo aparecesse em boas condições.

Acabamentos 1

Tarefas de Acabamentos:

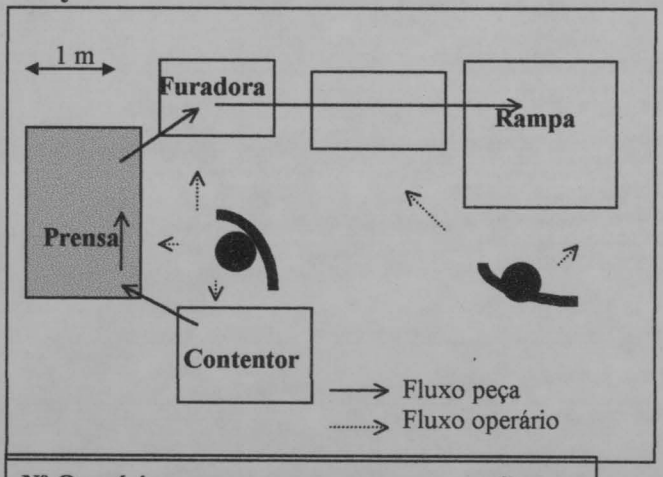
1. Recozimento
2. Rebarbagem de fundo e topo na mó larga — **Célula 1**
3. Granalhagem
4. Passagem com calibre 1 e prensagem da saia
5. Passagem pelo calibre 2 e furação do orifício do alvéolo — **Célula 2**
6. Magnaflux
7. Galvanização
8. Controle final
9. Embalamento

Layout : Célula 1



Nº Operários	**1**
Tempo na mó:	**28,8 s**
Tempo setup:	
Nº peças / hora	**125**
Rendimento:	**100%**

Layout: Célula 2



Nº Operários	**2**
Tempo na prensa:	**18 s**
Tempo furar:	**10,8 s**
Tempo molhar magnaflux:	**7,2 s**
Tempo controle visual:	**10,8 s**
Tempo setup:	
Nº peças / hora	**154**

Nota: Na célula dois é aconselhável o funcionamento da célula com três operários.

Nº Ope.	Prod/hora	Prod/hora/ope	Rendimento
1	76.9	76.9	100%
2	125	62.5	81.25%
3	200	66.7	86.6%
4	200	50	65%

Análise de Custos

Preço de Venda Unitário	**456**
Custo de Produção Unitário	**564,36**
Margem	**-108,36**

- O custo de produção é sensivelmente superior ao preço de venda. Existe um conjunto de operações na gama operatória que não se executam, reduzindo por isso o custo de mão de obra directa, e igualmente o custo de produção unitário.

- Os tempo de rebarbagem na mó , operação de prensagem , furação e controle através da tarefa de maganflux foram todas actualizadas.

- Faz-se de igual modo uma pesagem ao cacho de fundição e peça acabada para analizar os custos em matéria prima.

	Gama	**Medido**
Peso Vazado/Peça:	**2.5 Kg**	**2.5 Kg**
Peso Peça fundida:	**1.150 Kg**	**1.150 Kg**
Peso Peça Acabada:	**1.150Kg**	**1,103 Kg**

Refugo

	1996	**1997**
Valor	8,2 %	15,1 %
Defeitos	1. Mal cheio 2. Inclusões de areia 3. Outros	1. Mal cheio 2. Inclusões de escória 3. Inclusões de areia

Referência 77360703

Eurofer

Grupo: **Arnaldo**
Casais
Paulo
Nuno

Referência 77360703

Peça: Tensor
Macho: Único
Máquina de Macharia Loramendi (Caixa-Fria)
Máquina de Moldação: Georg Fischer
Recozimento: Não
Maquinagem: Acabamentos 2

Macharia

Descrição

O macho é uma peça única que exige apenas operações de rebarbagem e por vezes operações de recuperação.

Nº machos / abertura =	**5**

Tarefas necessárias (sequenciadas):

1º Tarefas de Preparação

1. Preparação das trempes (número necessário e localização)
2. Colocação de esponjas no tabuleiro
3. Preparação da banca de serviço
4. Preparar varetas de arame e recipiente com massa grafitada
5. Preparar lixa e arame

2º Tarefas do Processo de Fabrico

1. Accionar máquina (fecho da caixa)
2. Cortar pontas dos machos
3. Rebarbar com arame zonas críticas dos 5 machos
4. Recuperar com massa os machos
5. Colocar na trempe os machos
6. Retirar os machos da nova abertura e colocá-los na mesa
7. Limpar máquina com jacto de ar
8. Colocar 5 varetas na caixa

Tempo de execução (tarefas de fabrico):

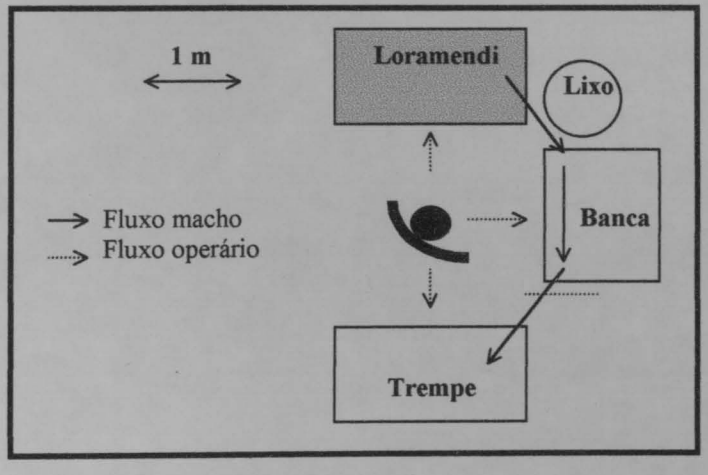
Tempo completo das tarefas:	**100 s**	**medido:**	**118 s**
Tempo do ciclo da máquina:	**43s**	**medido:**	**60 s**

Nº aberturas / hora:	**36**	**(pelo valor do método de fabrico)**
Nº aberturas previstas / hora:	**32**	**(a partir dos valores observados)**

Nº machos / hora	**180**
Nº machos previstos / hora	**160**

Layout:

Célula de Fabrico



Nº Operários:	**1 a 2**
Rendimento:	**100%**

Observações e Notas:

- Um operário não consegue fazer a rebarbagem dos cinco machos e a sua recuperação dentro do ciclo da máquina. A situação poderia exigir mais um operário na célula, mas dois operários poderiam ser também demais. Com dois operários na célula iriam existir tempos de paragem de um ou outro enquanto um trabalhava.

Moldação 2

Máquina de Moldação : George Fischer.

Nº peças / caixa de moldação	**5**
Nº machos / caixa de moldação	**5**

Nº peças / hora	**350**
Nº moldações / hora	**70**

Tarefas na Moldação:

1. Fusão
2. Vazamento de metal para os colherões
3. Colocar trempes ao alcance do operador
4. Limpar os machos com jacto de ar
5. Colocar 5 machos em cada caixa de moldação
6. Colocar filtro na caixa
7. Vazamento do metal para a caixa
8. Quebra de gitos
9. Granalhagem

Nº Operários necessários : 5 a 6

Observações e Notas:

- É habitual acontecer neste tipo de peça (tensor) o aperto das orelhas da peça, o que origina um operação de calibragem e desempeno no balancé. Tal como para outros tensores foi sugerido a aplicação de dois pernos através de dois furos nas orelhas dos machos, com o intuito de evitar a contracção das orelhas após arrefecimento, na moldação.

Acabamentos 2

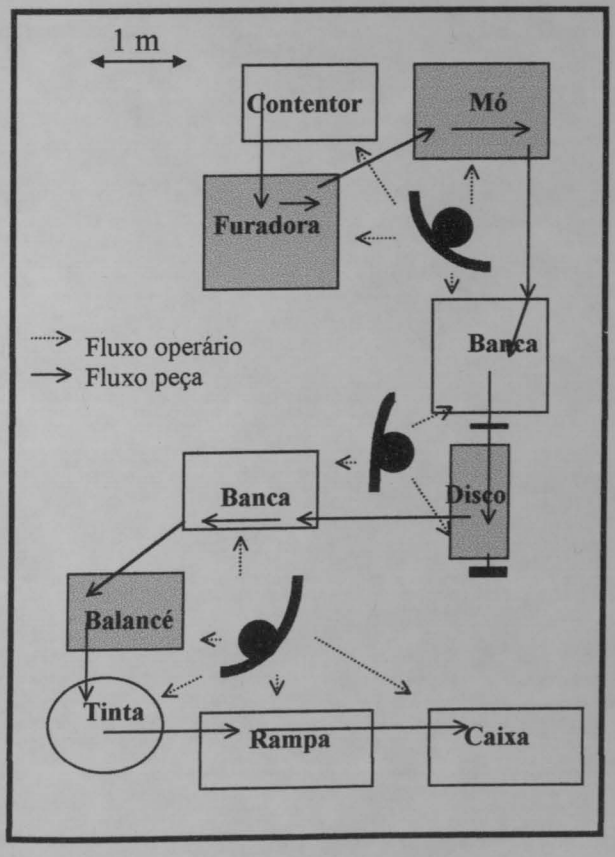
1. Tarefas de Preparação

- Preparar duas bancas e rampa de serviço
- Preparar máquina de mó
- Preparar disco e mó fina
- Preparar furadora e balancé
- Preparar calibre
- Preparar contentor e caixa
- Preparar bidão de tinta vermelha

2. Tarefas de Fabrico

- Retirar peça do contentor
- Furar peça no anel
- Rebarbagem na mó das partes críticas
- Colocar peça sobre a banca
- Retirar peça da banca
- Rebarbar no disco interior das orelhas (só ocasionalmente)
- Rebarbar na mó fina orelhas e colocar na banca
- Passar pelo calibre a abertura das orelhas
- Levar ao balancé se necessário
- Mergulhar em tinta e deixar escorrer na rampa
- Colocar peça na caixa de embalagem

Célula Acabamentos 2



Tempo na mó:	**30.6 s**
Tempo na furadora:	**9.36 s**
Tempo no disco:	**--------**
Tempo na mó fina.:	**17.64 s**
Tempo no balancé :	**19.8 s**
Tempo de pintura +embalar:	**27.72 s**
Total:	**105.12 s**
Tempo de setup:	

Nº peças / hora:	**103**

Nºop	Prod/hora	Prod/hora/ope.	Rendimento
1	34.2	34.2	100%
2	55.2	27.6	80.7%
3	96.2	32.1	93.6%
4	117.6	29.4	85.9%
5	117.6	29.4	68.7%

Análise dos custos

Preço de venda unitário:	**1097,1**
Custo produção unitário:	**931.54**
Margem:	**165.56**

Observações:

- O tempo existente na gama operatória de fabrico de macho está incorrecto

- Os tempos das tarefas existentes relativas aos acabamentos 2 estão incorrectas

- O centro de custo relativo à operação de granalhagem está mal atribuído

- Análise aos pesos da gama operatória:

	Gama	**Medido**
Peso Vazado/Peça:	**8,2 Kg**	**8,2 kg**
Peso Peça fundida:	**4,87 Kg**	**4,9 Kg**
Peso Peça Acabada:	**4,818 Kg**	**4,8 Kg**

Refugo

	1996	**1997**
Valor	9,4%	1.7 %
Defeitos	1. Inclusão de areia 2. Mal ligado 3. Inclusões de escória	1. Inclusões de areia 2. Inclusões de escória 3. Mal ligado

BIBLIOTECA F.E. PORTO

Referência 77360706

Eurofer

Grupo: **Arnaldo**
Casais
Paulo
Nuno

Referência 77360706

Peça:	Tensor
Macho:	Único
Máquina de Macharia	Arabamendi (Caixa-Fria)
Máquina de Moldação:	George Fischer
Recozimento:	Não
Maquinagem:	Acabamentos 2

Macharia

Descrição

O macho é uma peça única que exige apenas operações de rebarbagem e por vezes operações de recuperação.

Nº machos / abertura =	**5**

Tarefas necessárias (sequenciadas):

1º Tarefas de Preparação

1. Preparação das trempes (número necessário e localização)
2. Colocação de esponjas no tabuleiro
3. Preparação da banca de serviço
4. Preparar arame e recipiente com massa

2º Tarefas do Processo de Fabrico

1. Accionar máquina (fecho da caixa)
2. Cortar pontas dos dois machos
3. Rebarbar com arame zonas críticas dos 5 machos
4. Colocar na trempe os machos
5. Retirar os machos da nova abertura e colocá-los na mesa
6. Limpar máquina com jacto de ar

Tempo de execução (tarefas de fabrico):

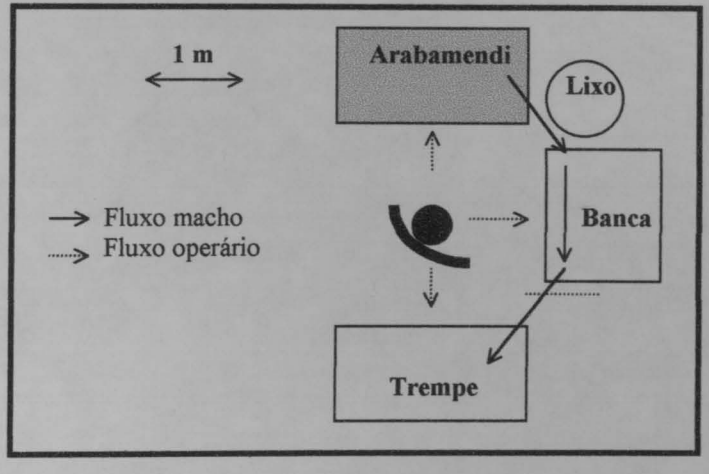
Tempo completo das tarefas:	**118 s**	**medido:**	**150 s**
Tempo do ciclo da máquina:	**55 s**	**medido:**	**60 s**

Nº aberturas / hora:	**30**	**(pelo valor do método de fabrico)**
Nº aberturas previstas / hora:	**21**	**(a partir dos valores observados)**

Nº machos / hora	**150**
Nº machos previstos / hora	**105**

Layout:

Célula de Fabrico



Nº Operários:	**1**
Rendimento:	**100%**

Observações e Notas:

- Um operário não consegue fazer a rebarbagem dos cinco machos e a sua recuperação dentro do ciclo da máquina. A situação poderia exigir mais um operário na célula, mas dois operários poderiam ser também demais. Com dois operários na célula iriam existir tempos de paragem de um ou outro enquanto um trabalhava.

Moldação 2

Máquina de Moldação : George Fischer.

Nº peças / caixa de moldação	**6**
Nº machos / caixa de moldação	**6**

Nº peças / hora	**420**
Nº moldações / hora	**70**

Tarefas na Moldação:

1. Fusão
2. Vazamento de metal para os colherões
3. Colocar trempes ao alcance do operador
4. Limpar os machos com jacto de ar
5. Colocar 6 machos em cada caixa de moldação
6. Colocar filtro na caixa
7. Vazamento do metal para a caixa
8. Quebra de gitos
9. Granalhagem

Nº Operários necessários : 5 a 6

Observações e Notas:

- É habitual acontecer neste tipo de peça (tensor) o aperto das orelhas da peça, o que origina um operação de calibragem e desempeno no balancé.

Acabamentos 2

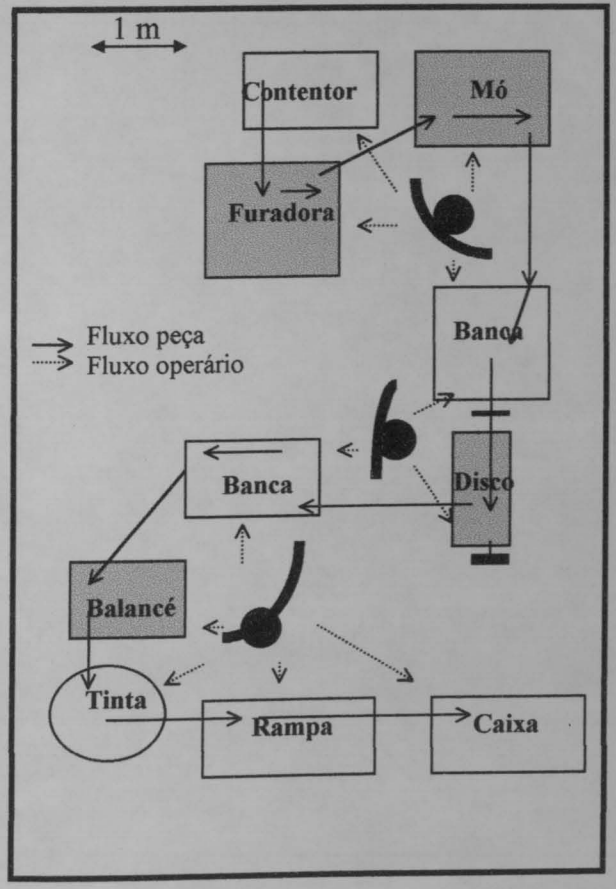
1. Tarefas de Preparação

- Preparar duas bancas e rampa de serviço
- Preparar máquina de mó
- Preparar disco e mó fina
- Preparar calibre
- Preparar contentor e caixa
- Preparar bidão de tinta vermelha

2. Tarefas de Fabrico

- Retirar peça do contentor
- Furar peça no anel
- Rebarbagem na mó das partes críticas
- Colocar peça sobre a banca
- Retirar peça da banca
- Rebarbar no disco interior das orelhas
- Rebarbar na mó fina orelhas e colocar na banca
- Passar pelo calibre a abertura das orelhas
- Levar ao balancé se necessário
- Mergulhar em tinta e deixar escorrer na rampa
- Colocar peça na caixa de embalagem

Célula Acabamentos 2



Tempo na mó:	**28.8 s**
Tempo na furadora:	**7.56 s**
Tempo no disco:	**17.28 s**
Tempo na mó fina.:	**12.24 s**
Tempo na prensa:	**11.52 s**
Tempo de pintura +embalar:	**34.92 s**
Total:	**112.32 s**
Tempo de setup:	
N° peças / hora:	**101**

N°ope	Prod/hora	Prod/hora/ope.	Rendimento
1	35.2	35.2	100%
2	68.5	34.3	97.3%
3	101	33.6	95.6%
4	103	25.8	73.3%
5	103	20.6	58.6%
6	103	17.2	48.8%

Análise dos custos

Preço de venda unitário:	**888.4**
Custo produção unitário:	**767.96**
Margem:	**120.44**

Observações:

- O tempo existente na gama operatória de fabrico de macho está incorrecto sendo seu valor não de 8.50 mas sim de 32.7 (valor para 1000 peças).

- Os tempos das tarefas existentes relativas aos acabamentos 2 estão incorrectas, sendo os seus valores inferiores aos apresentados na gama.

- O centro de custo relativo à operação de granalhagem está mal atribuído sendo o centro na realidade da fundição 2 e não da fundição 1.

- Análise aos pesos da gama operatória:

	Gama	**Medido**
Peso Vazado/Peça:	**7.30 Kg**	**7.38 Kg**
Peso Peça fundida:	**4.3 Kg**	**4.366 Kg**
Peso Peça Acabada:	**4 Kg**	**4.024 Kg**

- Os valores de peso das peças acabadas são um pouco diferentes dos valores da gama .

Refugo

	1996	**1997**
Valor	5%	5.6 %
Defeitos	1. Inclusão de areia 2. Ferro dentro 3. Areia destacada	1. Inclusões de areia 2. Deformação 3. Poros

Referência 77160846

Eurofer

Grupo: **Arnaldo**
Casais
Paulo
Nuno

Referência 77160846

Peça: Caixa Diferencial (Carter)
Macho: Único
Máquina de Macharia Loramendi / Imafond (Caixa-Fria)
Máquina de Moldação: George Fischer
Recozimento: Não Tem
Maquinagem: Acabamentos 2

Macharia

Descrição

O macho desta peça foi alterado, tendo sido anteriormente constituído por dois machos que colados formavam uma única peça. São exigidas operações de rebarbagem, calafetagem e pintura.

Esta referência por ser executada numa máquina de **caixa-fria** não necessita de, numa fase de preparação da máquina, esperar pelo aquecimento da mesma até a uma determinada temperatura.

Nº machos / abertura = 2	**Nº peças/macho 1**

Tarefas Necessárias (sequenciadas):

1º Tarefas de Preparação

1. Preparar trempes (número necessário e localização)
2. Preparar banca para rebarbar e calafetar
3. Preparar recipiente com massa, lixa, lima e martelo
4. Preparar banca para colocar machos para pintura
5. Preparar tanque de tinta
6. Preparar estufa de secagem

2º Tarefas de Fabrico

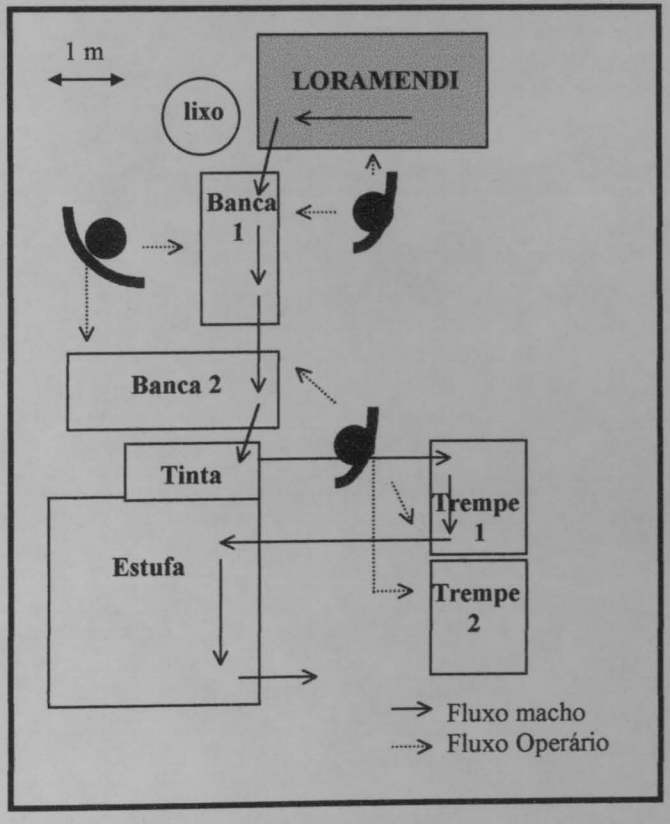
1. Accionar máquina (fecho da caixa)
2. Rebarbagem dos 2 machos na primeira banca (do ciclo anterior)
3. Calafetagem com massa os dois machos e colocação na segunda banca
4. Pintura dos machos e colocação na trempe
5. Transporte da trempe para a estufa (secagem)
6. Retirar machos, postiços e limpar caixa com jacto de ar
7. Colocar postiços na caixa

Tempo de execução (tarefas de fabrico):

Tempo completo das 7 tarefas:	**608 s**	(90+82.8*2+144*2+32.4*2)
Tempo do ciclo de abertura:	**166 s**	(tempo da máquina+retirar postiços e limpar)
Tempo da máquina:	**76 s**	(tempo desde o fecho até a abertura da máquina)

Nº aberturas / hora	**21**	(Nº aberturas segundo o ciclo de abertura)
Nº aberturas previstas / hora	**17**	(a partir de 12% - factor de repouso)
Nº machos previstos / hora	**34**	

Célula de Fabrico - Macharia



Nº Operários:	**3**	
Tempo rebarbagem (2 machos):	**2*82.8**	**s**
Tempo calafetagem (2 machos):	**2*144**	**s**
Tempo retirar, limpar e colocar postiços:	**90**	**s**
Tempo Pintura (2 machos):	**2*32.4**	**s**
Total (2 machos) :	**608**	**s**

Nº Op	Prod/hora	Prod/hora/op	Rendimento
1	13,2	13,2	100%
2	25	12,5	83,9%
3	31	10,6	79,9%
4	41,7	10,4	78,6%

Nota: os valores dados são em :
machos/hora (Igual a aberturas/hora)

Observação

- Na situação com **um operário** seria ele a executar todas as tarefas (não se inclui a pintura).

- Na situação com **dois operários** seria um responsável por retirar machos e postiços, limpar a máquina (responsável pela máquina) e rebarbar os dois machos (90+2*82,8=255,6 s). O outro seria responsável pela calafetagem dos dois machos (2*144 = 288 s).

- Na situação com **três operários** o primeiro seria responsável pelo funcionamento da máquina (limpeza, retirar machos, postiços e colocá-los) e rebabagem de um dos

machos (82,8+90=172,8 s). O segundo seria responsável pela rebarbagem de um macho e pela sua calafetagem (82,8+144=226,8 s). O terceiro operador só seria responsável pela calafetagem de um macho (144 s)

- Na situação com **quatro operários** o primeiro seria responsável pelo funcionamento da máquina (82,8 + 90 = 172,8 s). O segundo seria responsável pela rebarbagem de um macho (82,8 s). O terceiro seria responsável pela calafetagem de um dos machos (144 s) e o quarto seria responsável pela calafetagem do outro macho (144 s)

Notas :

- Os últimos valores de produção apresentavam **15 aberturas executadas por hora,** que corresponde a 30 machos fabricados por hora.

Para a configuração de célula com três operários:

- Nas tarefas estará um operador na máquina que limpa a máquina, coloca e retira os postiços e a acciona. Enquanto a máquina faz o seu ciclo, este operador ajuda um outro a rebarbar um macho.

Um outro operador executa a rebarbagem e calafetagem de um macho. O terceiro operador irá fazer a calafetagem do outro macho e ajudará os outros dois já que é aquele que fica com mais tempo de folga.

- Pode também este terceiro operador executar a tarefa de pintura após acumulação de machos. Ou então esta tarefa será executada por um operador externo que se dedicará apenas a pintura de machos em várias células.

- Este macho apresenta muitas zonas que exigem rebarbagem e calafetagem, o que implica que estas duas operações sejam as mais demoradas, podendo provocar algum estrangulamento.

Moldação 2

Máquina da Moldação: George Fischer.

Nº peças / moldação = 2	**Nº peças / hora 70**
Nº machos/ moldação = 2	**Nº moldações /hora 70**

Tarefas de Moldação:

1. Fusão
2. Vazamento de metal para os colherões
3. Colocar trempes ao alcance do operador
4. Limpar os machos com jacto de ar
5. Colocar 1 macho em cada caixa de moldação
6. Colocar filtros e alimentador na caixa
7. Vazamento do metal para a caixa
8. Quebra de gitos
9. Granalhagem

Nº Operários necessários : 5 a 6

Observações e Notas:

- Foram observadas várias peças que apareceram com rechupe e com defeitos de ligação.

Acabamentos 2

1. Tarefas de Preparação

- Preparar mós suspensas
- Preparar duas bancas, rectificadores e rebarbadeiras
- Preparar bidão de tinta
- Preparar caixa para embalar

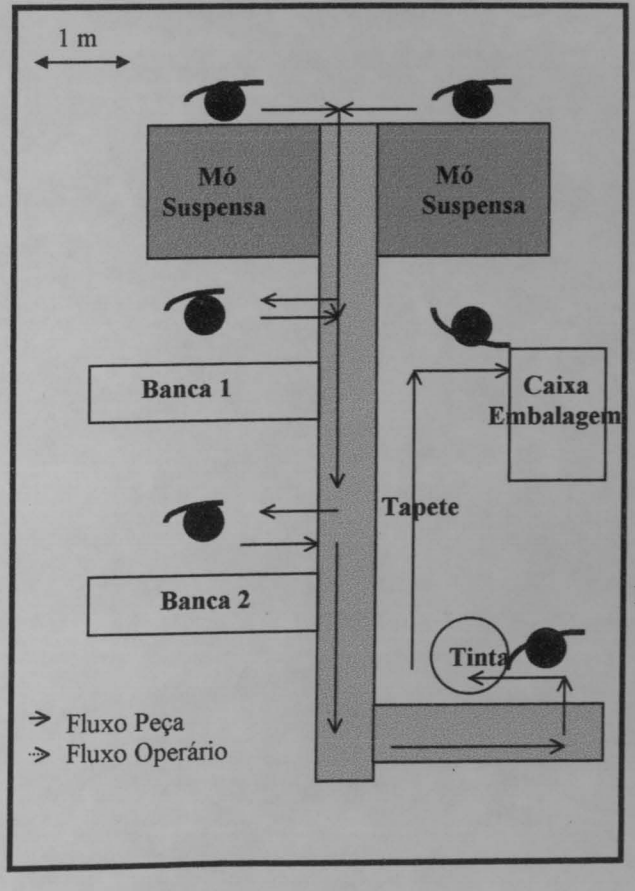
2. Tarefas de Fabrico

- Retirar a peça do contentor e posicioná-la
- Rebarbagem de topos nas mós suspensas
- Colocar a peça no tapete rolante
- Retirar peça do tapete
- Rebarbagem de outras partes críticas nas bancas
- Colocar a peça no tapete
- Retirar a peça do tapete
- Pintura e embalamento das peças

Esta referência é feita na célula de fabrico das mós suspensas, sendo apresentada a configuração para duas células.

Layout:

Célula de Fabrico - Acabamentos



Nº Operários/célula : 3	
Tempo na mó:	135 s
Tempo na banca:	122,4 s
Tempo pintura/embalagem:	180 s
Total:	437,4 s

Nº peças / hora	20	
Nº Oper.	Prod/Hora	Prod/Hora/Op	Rend.
1	8,23	8,23	100%
2	14	7	85%
3	20	6.66	81%

Análise de Custos

Preço de venda unitário:	**5102.00**
Custo produção unitário:	**3933.52**
Margem:	**1168.48**

As actualizações na gama operatória foram as seguintes:

- actualizaram-se tempos de fabrico e rebarbagem de macho. Antigamente faziam-se dois machos que se colavam para formar um único e agora é um único macho que sai da máquina.

- actualizaram-se os tempos de rebarbagem nas mós suspensas e rebarbagem na banca.

- A análise aos gastos em matéria prima foi feita através da verificação de pesos da gama:

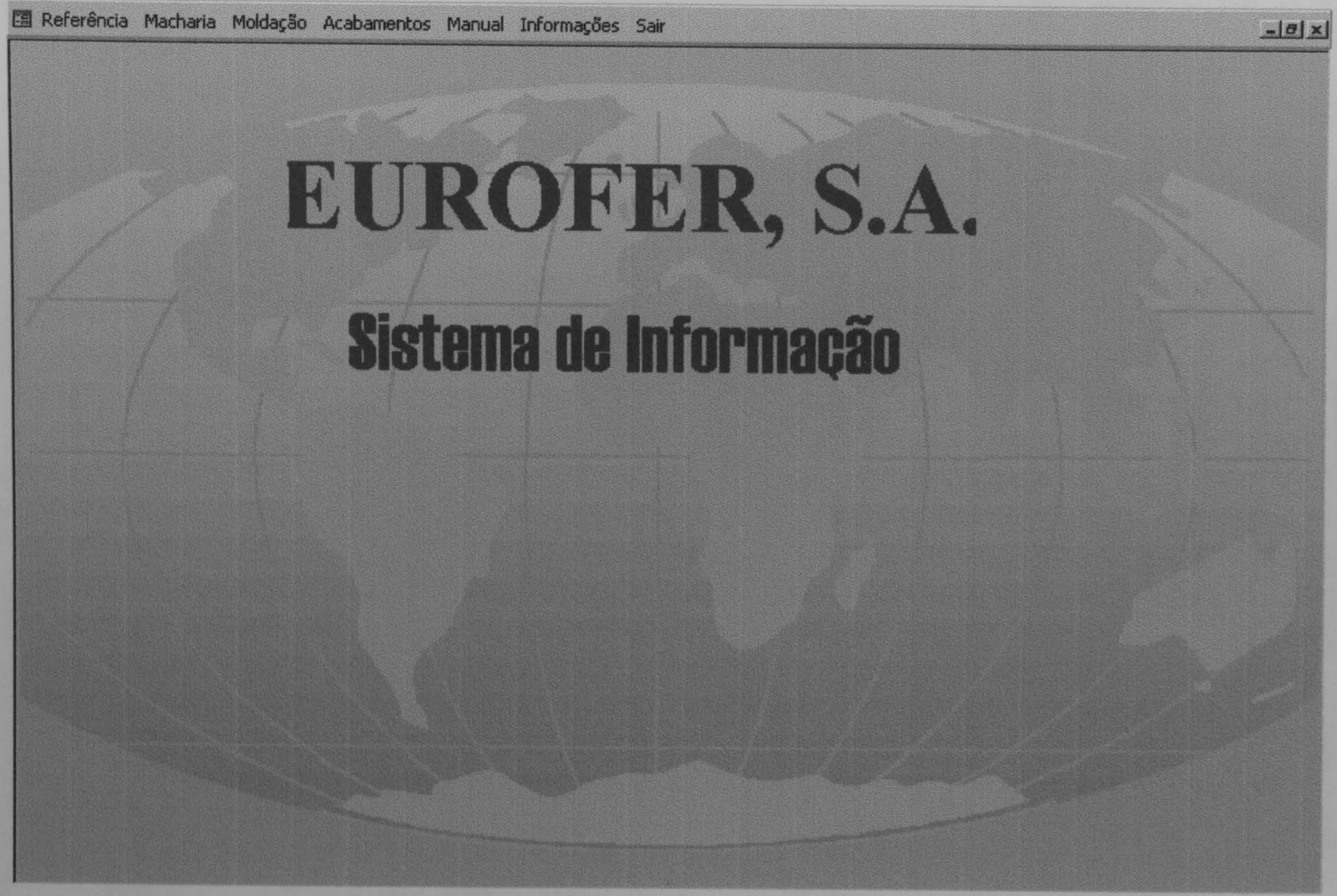
	Gama	**Medido**
Peso Vazado/Peça:	**37.5 Kg**	**36,7 Kg**
Peso Peça fundida:	**25 Kg**	**25 kg**
Peso Peça Acabada:	**25 Kg**	**25 Kg**

Refugo

	1996	**1997**
Valor	7,2%	21,4%
Defeitos	1. Mal ligado 2. Inclusão de areia 3. Mal cheio	1. Rechupe 2. Mal ligado 3. Inclusão de areia

ANEXO IV

SISTEMA DE INFORMAÇÃO


Referência Macharia Moldação Acabamentos Manual Informações Sair
EUROFER, S.A.
Sistema de Informação

Sistema de Informação

Manual de Utilização

1. Menu Principal

No menu principal o utilizador poderá seleccionar cada uma das seguintes opções:

1. **Referências**
2. **Macharia**
3. **Moldação**
4. **Acabamentos**
5. **Manual**
6. **Informações**
7. **Sair**

Seleccionando cada uma destas opções poderá o utilizador ter acesso a informação relacionada com cada uma destas áreas. Seleccionando a opção de **Referências** disponibiliza-se a informação geral relativa a cada produto. Seleccionando a opção de **Macharia** tem-se acesso a informação relativa ao processo de fabrico desse produto na secção de Macharia. Seleccionando a opção de **Moldação** e **Acabamentos** tem-se igualmente acesso a toda informação sobre o processo de fabrico de cada produto em cada uma dessas secções.

A opção de **Manual** ainda não está disponível. A opção de **Informações** apenas faz referência ao funcionamento geral da aplicação. Seleccionando a opção **Sair** o utilizador acaba termina a sessão de uso.

2. Menu Referências

Seleccionando esta opção o utilizador poderá manipular informação relativa a cada produto da seguinte forma:

- **Introduzir**
- **Alterar**
- **Consultar**

A informação que pode manipular é a seguinte:

- #Referência
- Peça
- Macho
- Máquina de moldação
- Recozimento
- Acabamentos
- Peso
- Preço de venda

- Preço de custo de produção
- Cliente
- Observações
- Desenho da Peça
- Desenho do Macho

Na página seguinte está exemplificado um tipo de formulário utilizado, para o caso de **Consulta de Referências**. O formulário de introdução e alteração são parecidos.

3. Menu Macharia

Optando por este menu surgem as seguintes opções:

1. **Referências**
2. **Tarefas do Processo**
3. **Layout**

Optando por **Referências** o utilizador poderá manipular a seguinte informação sobre produtos, relativa à secção da Macharia :

- #Referência
- Tipo de Macho
- Máquina de Macharia
- Nº machos / abertura
- Nº aberturas / hora
- Nº machos / hora
- Nº operários / célula
- Tempo de ciclo
- Tempo de ciclo da máquina
- Peso do macho
- Observações
- Layout da célula de Macharia
- Observações

Pode também se desejar, consultar aqui o desenho do macho, pressionando no botão de visualização de macho.

Tal como em opções anteriores o utilizador terá de escolher o tipo de operação que deseja executar neste menu:

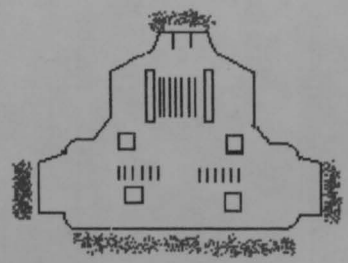
- Introdução
- Alteração
- Consulta

Na página seguinte vem representado um exemplo deste tipo de formulário, neste caso, de consulta de referências na secção da Macharia.

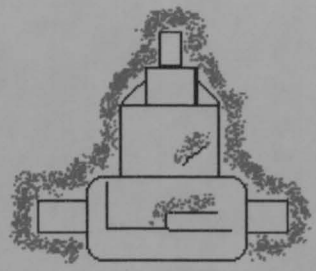
Consulta de Referências

#Referência	77160979
Peça	Caixa diferencial
Macho	☑
Máquina moldação	George Fischer
Recozimento	☐
Acabamentos	2
Peso	20,5 Kg
Preço venda	5815,95
Preço custo produção	4156,66
Cliente	Dana

Desenho peça



Desenho macho



Observações

É uma peça nova. Zona Azul - rebarbagem na mó suspensa; Zona Vermelha - rebarbagem do macho. O valor do refugo do presente ano foi bastante elevado (21%).

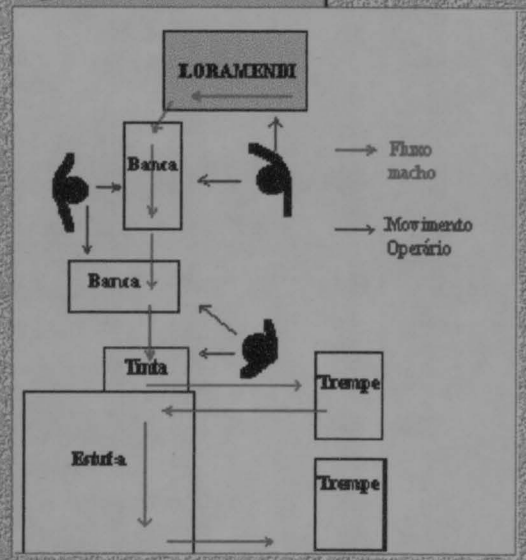
Sair

Consulta de Referências - MACHARIA

#Referência	77160979
Tipo Macho	Único
Máquina macharia	Loramendi

Nº machos/abertura	2
Nº aberturas/hora	17
Nº machos/hora	34
Nº operários/célula	3
Tempo ciclo	187,2
Tempo ciclo máquina	75,6
Peso macho	13

Layout-célula-macharia



Visualizar macho

Observações

Existem muitos postiços a colocar (10). O macho exige muito tempo em rebarbagem e em calafetagem. Estas duas operações são as mais demoradas.

Sair

Partindo do menu Macharia e seleccionando a segunda opção, **Tarefas do Processo**, pode-se ter acesso informação de dois tipos:

1. **Tarefas de Preparação**
2. **Tarefas de Fabrico**

Em cada um dos casos se pode introduzir, alterar ou consultar informação.

A informação tratada em **Tarefas de Preparação** é a seguinte:

- Tarefa de Preparação
- Descrição
- Material necessário

A informação tratada em **Tarefas de Fabrico** é a seguinte:

- Tarefa de Fabrico
- Descrição
- Material necessário
- Tempo de execução

Em ambos os formulários se pode visualizar a célula de macharia ou o desenho do macho.

Seguidamente mostra-se um exemplo de formulário para consulta de tarefas de fabrico. Os formulários de introdução e alteração são parecidos. De igual modo os formulários de Tarefas de Preparação são parecidos.

4. Menu Moldação

Tal como no menu de Macharia aqui se tem acesso a três tipos de informação:

1. **Referências**
2. **Tarefas de Fabrico**
3. **Lalyout da Moldação**

Optando por **Referências** pode introduzir, alterar ou consultar a seguinte informação:

- #Referência
- Máquina de Moldação
- Nº Peças / moldação
- Nº Operários
- Nº Peças / hora
- Peso do cacho
- Peso da peça
- Descrição

Consulta de Tarefas de Fabrico - MACHARIA

Código da Referência: 77160979

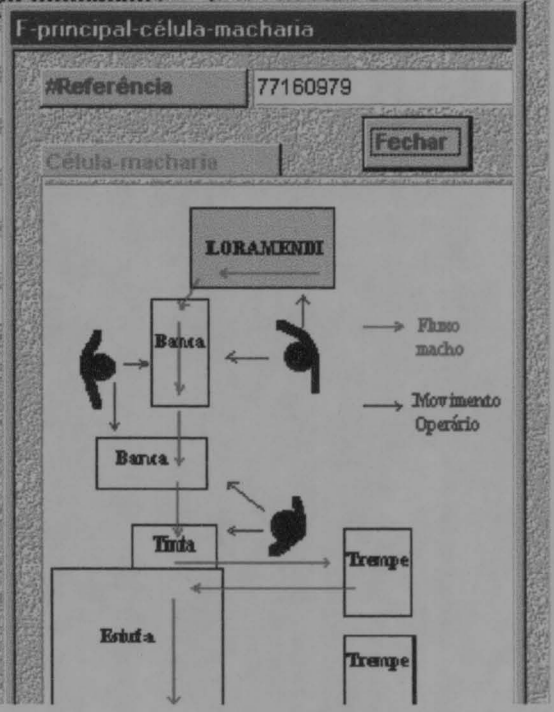
Tarefas Fabrico

Tarefa	Descrição	Material necessário	Tempo execução
1	Accionar máquina (fecho da caixa)	Nenhum	
2	Rebarbagem de zonas críticas na primeira banca.	Lixa, arame e lima	
3	Recuperação de zonas degradadas.Colocar na bai	Massa grafitada	
4	Mergulhar o macho em tinta e colocar na trempe.	Tanque com tinta.Trempe	
5	Transporte da trempe para a estufa	Estufa principal	
6	Retirar postiços, machos e limpar caixa.	Pistola de ar comprimido.	

Visualizar Célula de macharia

Visualizar macho

Sair



Na página seguinte vem exemplificado um exemplo deste tipo de formulário para o caso de consulta.

Optando por **Tarefas de Fabrico** tem-se acesso à seguinte informação:

- Tarefa de Fabrico
- Descrição
- Material Necessário

Na opção Layout pode-se visualizar a Moldação 1 e a Moldação 2.

5. Menu Acabamentos

Este Menu tem uma estrutura parecida com o menu de Macharia. Contém as seguintes opções:

1. **Referências**
2. **Tarefas do Processo**
3. **Layout**

Optando pela opção de **Referências** pode-se introduzir, alterar ou consultar a seguinte informação:

- # Referência
- Acabamentos
- Nº operários / célula
- Nº peças / hora
- Tempo de produção de uma peça
- Observações
- Layout da célulo de fabrico

Seguidamente vem representado o tipo de formulário de consulta, desta opção.

Optando por Tarefas do Processo pode-se manipular informação de dois tipos de tarefas:

1. **Tarefas de Preparação**
2. **Tarefas de Fabrico**

O tipo de formulário destas opções é bastante parecido com os formulários de operações da Macharia.

Seleccionando a opção de **Tarefas de Preparação** manipula-se a seguinte informação:

- Tarefa de preparação
- Descrição
- Material necessário

Consulta de Referências
MOLDAÇÃO

#Referência	77160979
Máquina moldação	George Fischer

Nº peças/moldação	1
Nº machos/moldação	1
Nº Operários	6
Nº peças/hora	70
Peso cacho	46,8
Peso peça	20,5

Descrição	São necessários 6 operadores para esta secção, nesta referência. Dois para a máquina e os restantes envolvidos na fusão,vazamento e preparação de areias. Foram verificadas bastantes peças com defeitos (rechupe e má ligação).

Sair

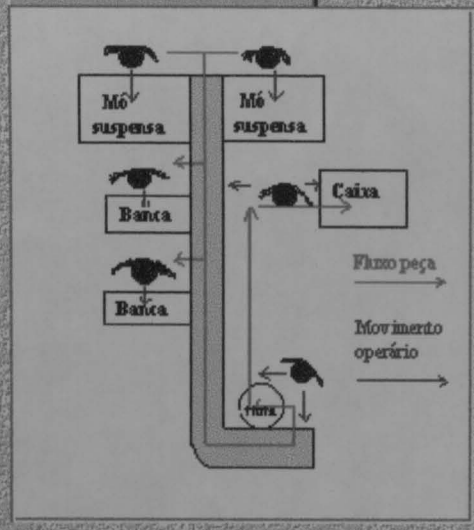
Consulta de Referências - ACABAMENTOS

#Referência	77160979
Acabamentos	2

Nº operários/célula	3
Nº peças/hora	20
Tempo 1 peça	477
Peso peça	20,5

Visualizar peça

Layout-célula-acabamentos



Observações

A célula de fabrico funciona actualmente com um operador na mó suspensa, outro na banca e outro a pintar.Este último tem uma folga relevante em relação aos outros dois. A célula terá que ser reajustada. Actualmente funciona como está em cima.

Sair

Seleccionando a opção de **Tarefas de Fabrico** tem-se acesso à seguinte informação:

- Tarefa de preparação
- Descrição
- Material necessário
- Tempo de execução

Em ambos os casos o utilizador pode introduzir, alterar, ou consultar informação. No menu de consulta é possível nos formulários visualizar ainda o desenho da peça e layout da célula de fabrico.

Consulta de Tarefas de Fabrico
ACABAMENTOS

Código de Referência: 77320577

Tarefas Fabrico:

Tarefa	Descrição	Material necessário	Tempo execução
1	Rebarbagem na máquina de mó larga	Máquina de mó	94,5
2	Calibragem e conformação com calibre próprio	Calibre	14,5
3	Embalagem das peças na caixa de embalagem	Caixa de embalagem	14,5
0			0

Visualizar peça

Visualizar célula fabrico

Sair

ANEXO V

MÉTODO SMED

Anexo V - A

Caso 1: Mudança de ferramenta na máquina de furar "ERLO"

Nº tarefa	Tarefa	Tipo	Tempo	Tempo acumulado	Externa	Interna
1	Procurar documentação	O	0:04:20	0:04:20	0:04:20	
2	Arrumar "jig" anterior e trazer novo	O	0:00:57	0:05:17	0:00:57	
3	Colocar peça no "jig" e verificar posição de chavetas	AJ	0:00:51	0:06:08	0:00:51	
4	Afinar curso da máquina	AJ	0:00:16	0:06:24		0:00:16
5	Desmontar brocas	D	0:01:08	0:07:32		0:01:08
6	Desencavar e arrumar brocas	D	0:00:55	0:08:27	0:00:55	
7	**Montar brocas no encavadouro**					
8	Encavar 1ª broca	M	0:00:10	0:08:37	0:00:10	
9	Ajustar 1ª broca	M	0:00:36	0:09:13		0:00:36
10	Encavar 2ª broca	M	0:00:11	0:09:24	0:00:11	
11	Ajustar 2ª broca	M	0:00:36	0:10:00		0:00:36
12	Encavar 3ª broca	M	0:00:09	0:10:09	0:00:09	
13	Ajustar 3ª broca	M	0:00:15	0:10:24		0:00:15
14	Encavar 4ª broca	M	0:00:09	0:10:33	0:00:09	
15	Ajustar 4ª broca	M	0:00:16	0:10:49		0:00:16
16	Buscar chave	O	0:00:10	0:10:59	0:00:10	
17	Desmontar e ajustar o braço da máquina	AJ	0:00:25	0:11:24		0:00:25
18	Remontar a 4ª broca	M	0:00:04	0:11:28		0:00:04
19	Buscar as restantes 4 brocas	O	0:00:12	0:11:40	0:00:12	
20	Desapertar o 6ª braço	AJ	0:00:11	0:11:51		0:00:11
21	**Montar brocas no encavadouro**					
22	Encavar 5ª broca	M	0:00:08	0:11:59	0:00:08	
23	Ajustar 5ª broca	M	0:00:22	0:12:21		0:00:22
24	Encavar 6ª broca	M	0:00:10	0:12:31	0:00:10	
25	Ajustar 6ª broca	M	0:00:09	0:12:40		0:00:09
26	Encavar 7ª broca	M	0:00:10	0:12:50	0:00:10	
27	Ajustar 7ª broca	M	0:00:17	0:13:07		0:00:17
28	Encavar 8ª broca	M	0:00:06	0:13:13	0:00:06	
29	Ajustar 8ª broca	M	0:00:23	0:13:36		0:00:23
30	Aproximação dos braços ao diâmetro da flange	AJ	0:01:36	0:15:12		0:01:36
31	Regular altura das brocas	AJ	0:01:08	0:16:20		0:01:08
32	Subir cabeça da máquina	OU	0:00:20	0:16:40		0:00:20
33	Apertar luvas	AJ	0:02:07	0:18:47		0:02:07
34	Subir cabeça da máquina	AJ	0:00:07	0:18:54		0:00:07
35	Trocar peça para ajuste de entre-centros	E	0:00:06	0:19:00	0:00:06	
36	Ajuste do entre-centros	AJ	0:06:05	0:25:05		0:06:05
37	Ajuste das mangueiras de lubrificação	AJ	0:01:41	0:26:46		0:01:41
38	Furar a 1ª peça	TE	0:00:53	0:27:39		0:00:53
39	Buscar calibre de entre-centros	O	0:00:48	0:28:27	0:00:48	
40	Verificação de entre-centros da 1ª peça	TE	0:00:45	0:29:12		0:00:45
41	Arrumar calibre da peça do trabalho anterior	O	0:00:58	0:30:10	0:00:58	
42	Trocar cartão de obra ao apontador	O	0:04:00	0:34:10	0:04:00	
				Total	0:14:30	0:19:40

Tempo Total:	0:34:10	
Tempo gasto em tarefas externas:	0:14:30	42%
Tempo gasto em tarefas internas:	0:19:40	58%

Legenda: O - organização
A - aperto
M - montar
D - desmontar
AJ - ajuste
TE - teste
TR - transporte
E - espera
OU - outros

Anexo V - B

Caso 2 : Mudança de Ferramenta na Máquina de Caixa-Quente da Macharia

Nº tarefa	Tarefa	Tempo	Tempo acumulado	Tipo	Externa	Interna
1	Buscar caixa de ferramentas	0:01:53	0:01:53	O	0:01:53	
2	Desapertar duas mangueiras	0:00:16	0:02:09	D		0:00:16
3	Buscar tábua para pousar caixa	0:00:31	0:02:40	O	0:00:31	
4	Procura de caixa ferramenta	0:01:00	0:03:40	O	0:01:00	
5	Desaperto de parafusos	0:00:58	0:04:38	D		0:00:58
6	Retirar meia caixa	0:01:19	0:05:57	D		0:01:19
7	Buscar a girafa	0:01:03	0:07:00	O	0:01:03	
8	Pegar na caixa com girafa	0:00:44	0:07:44	D		0:00:44
9	Desapertar a segunda meia caixa	0:02:09	0:09:53	D	0:02:09	
10	Retirar a segunda meia caixa	0:03:46	0:13:39	D		0:03:46
11	Pousar a caixa	0:01:16	0:14:55	O	0:01:16	
12	Retirar a lâmina de areia	0:06:37	0:21:32	D		0:06:37
13	Limpar a máquina	0:00:23	0:21:55	OU		0:00:23
14	Montar a nova lâmina	0:03:06	0:25:01	M		0:03:06
15	Tapar os bicos de gás	0:02:17	0:27:18	M		0:02:17
16	Ajustar o depósito	0:01:59	0:29:17	A		0:01:59
17	Trazer meia caixa	0:01:00	0:30:17	O	0:01:00	
18	Montar a primeira meia caixa	0:05:53	0:36:10	M		0:05:53
19	Buscar a segunda meia caixa	0:03:24	0:39:34	O	0:03:24	
20	Acabar de montar a primeira meia caixa	0:02:02	0:41:36	M		0:02:02
21	Montar a segunda meia caixa	0:14:22	0:55:58	M		0:14:22
22	Ajustar as caixas	0:07:08	1:03:06	A		0:07:08
23	Arrumar ferramenta	0:02:17	1:05:23	O	0:02:17	
24	Preparar placa de amianto	0:01:26	1:06:49	O	0:01:26	
25	Ajustar a placa de amianto	0:01:54	1:08:43	M		0:01:54
26	Montar a placa na máquina	0:05:35	1:14:18	M		0:05:35
27	Arrumar a máquina	0:00:51	1:15:09	O	0:00:51	
28	Acender os bicos de gás	0:00:41	1:15:50	M		0:00:41
29	Ajustar o fogo	0:02:39	1:18:29	A		0:02:39
				Total	0:16:50	1:01:39

Total de trabalho externo: **22%**
Total de trabalho interno: **78%**

Código de tarefas:
O - organização
A - ajuste
M - montagem
D - desmontagem
OU - outros
E - espera

FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO
BIBLIOTECA
0000068095