



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E GESTÃO INDUSTRIAL

EUROFER – FÁBRICA EUROPEIA DE FERRO MALEÁVEL, S.A.

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

LICENCIATURA EM GESTÃO E ENGENHARIA INDUSTRIAL

Estudo do Trabalho e da Produtividade numa Empresa de Fundição

Maria Ausenda Pinto Leitão

Orientadores

**Prof. Doutor Bernardo José Calafate de Vasconcelos
Engº Luís Paulo Lopes Amaral**

Outubro de 1998



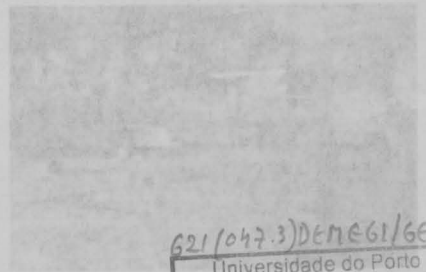
FÁBRICA EUROPEIA DE FERRO MALEÁVEL, S.A.

ESTUDO DO TRABALHO E DA PRODUTIVIDADE NUMA EMPRESA DE FUNDIÇÃO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO



RELATÓRIO DE ESTÁGIO



621(047.3)DENEG1/6615137

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca 11	
Nº	68428
CDU	621(047.3)
Data	29/07/2003

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Professor Doutor Bernardo Calafate Vasconcelos, orientador académico, pela preocupação e pelos conselhos sempre oportunos na realização deste projecto, por ter disponibilizado todos os seus conhecimentos e pela sua total disponibilidade sempre demonstrada.

Um agradecimento especial ao Sr. Engenheiro Luís Paulo Lopes Amaral, orientador do estágio, por toda a informação que me forneceu para orientar o meu projecto, por ter proporcionado a sua realização, pela colaboração prestada e pelo tempo dispendido.

Por fim, gostaria de salientar que todos os colaboradores da Eurofer, directa ou indirectamente, me proporcionaram as melhores condições para a minha perfeita integração no ambiente fabril. Queria portanto agradecer a todos, com especial destaque para os elementos dos sectores de Planeamento e Controlo de Produção, Desenho, Subcontratação e Transportes e Engenharia Industrial, pelos seus conhecimentos, sua atenção e disponibilidade extremas que foram importantes para o desenvolvimento e realização deste projecto.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS

RESUMO

RESUMO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objectivos do Estágio

Este relatório tem como objectivo descrever o estágio efectuado na Eurofer – Fábrica Europeia de Ferro Maleável, S.A., de 2 de Março a 2 de Setembro de 1998.

A proposta de trabalho visa a substituição da máquina de moldar DISA 2011 MK2 pela Máquina de moldar DISA 2013 MK4.

O objectivo da empresa em substituir a máquina e criar uma nova célula de fabrico é o de aumentar a produtividade e o volume de vendas.

O plano de estudo foi dividido em três fases distintas.

Numa primeira fase foi feita uma definição do sistema no qual se fez uma descrição detalhada, com o auxílio de layouts, de todo o percurso das peças desde a moldação até à entrada destas em armazém de produtos acabados, passando pelas células de fabrico. Também se procedeu à escolha correcta dos parâmetros de avaliação.

A segunda fase contemplou o estudo do sistema actual, na qual se avaliou a eficiência e produtividade da máquina de moldar DISA 2011 MK2 e de todo o subsistema complementar que inclui o equipamento de transporte e manuseamento das peças, os stocks em curso de fabrico e a mão-de-obra.

Na última fase realizou-se o mesmo tipo de estudo para o sistema futuro, tendo sido no entanto um estudo baseado em valores esperados.

Apesar de não ter sido possível fazer uma comparação entre os dois sistemas, conclui-se que após a instalação da nova máquina, é possível aumentar a produção.

2. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

2.1. Fases do Processo Produtivo

2.1.1. Macharia

2.1.1.1. Processo Caixa-Quente-Shell

2.1.1.2. Processo Caixa-Fria

2.1.2. Fusão

2.1.3. Moldação

2.1.4. Acabamentos

3. ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DO SECTOR DE MOLDAÇÃO

3.1. Definição do Sistema

3.1.1. Descrição Detalhada

3.1.2. Escolha de Parâmetros de Avaliação

3.2. Sistema Actual

3.2.1. Eficiência de Máquina

3.2.2. Eficiência do Subsistema Complementar

3.2.2.1. Descrição das Operações e Respectiveiros Tempos

Operações

3.3. Sistema Futuro

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objectivos do Estágio	1
1.2. Objecto do Estágio	1
1.3. Estrutura do Relatório	1
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	3
2.1. Introdução	3
2.2. História da Empresa	3
2.3. Filosofia Empresarial	4
2.4. Objectivos da Empresa	5
2.5. Actividades Desenvolvidas na Empresa	5
2.5.1. Actividade Industrial	5
2.5.2. Actividade Produtiva	6
2.5.3. Actividade Comercial	6
2.6. Estrutura Organizativa	8
2.6.1. Direcção da Qualidade	8
2.6.2. Direcção de Engenharia de Produto	9
2.6.3. Direcção de Operações	10
2.7. Recursos Humanos	11
2.7.1. Formação	11
2.7.2. Segurança no Trabalho	12
3. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	13
3.1. Fases do Processo Produtivo	13
3.1.1. Macharia	14
3.1.1.1. Processo Caixa-Quente/Shell	14
3.1.1.2. Processo Caixa-Fria	14
3.1.2. Fusão	15
3.1.3. Moldação	16
3.1.4. Acabamentos	17
4. ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DO SECTOR DE MOLDAÇÃO	18
4.1. Definição do Sistema	18
4.1.1. Descrição Detalhada	18
4.1.2. Escolha de Parâmetros de Avaliação	19
4.2. Sistema Actual	21
4.2.1. Eficiência da Máquina	21
4.2.2. Eficiência do Subsistema Complementar	21
4.2.2.1. Descrição das Operações e Respectivos Tempos Operativos	22
4.3. Sistema Futuro	30

5. ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DA SECÇÃO DE ACABAMENTOS 2	33
5.1. Alteração do Layout de Acabamentos 2	33
5.1.1. Breve Descrição	33
5.1.2. Benefícios Obtidos com a Alteração	34
5.1.2.1. Transporte de Peças	34
5.1.2.2. Aumento de Produtividade	35
5.1.2.3. Stocks em Curso de Fabrico	35
6. ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÁQUINA DE MOLDAR “GF”	37
6.1. Alteração na Máquina de Moldar GF	37
6.1.1. Breve Descrição	37
7. CONCLUSÃO	40
BIBLIOGRAFIA	42
ANEXO 1. Percurso Produtivo Actual da Fundição I	43
ANEXO 2. Percurso Produtivo Futuro da Fundição I	45
ANEXO 3. Análise das paragens da Máquina de Moldar DISA 2011 MK2	
<i>Análise da Eficiência e Produtividade da Máquina de Moldar DISA 2011 MK2</i>	
<i>Demonstração dos Cálculos para a Eficiência e Produtividade da Máquina de Moldar DISA 2011 MK2</i>	47
ANEXO 4. Levantamento das Operações	
<i>Estudo dos Tempos Operativos</i>	52
ANEXO 5. Layout Antes da Alteração da Secção de Acabamentos 2	60
ANEXO 6. Layout Após a Alteração da Secção de Acabamentos 2	62
ANEXO 7. Demonstração dos Cálculos Realizados na Análise de Produtividade da Secção de Acabamentos 2	64
ANEXO 8. Layout e Fotografia Anterior à Alteração na Máquina de Moldar GF	67
ANEXO 9. Layout e Fotografia Posterior à Alteração na Máquina de Moldar GF	70

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como fim descrever o estágio efectuado na empresa Eurofer – Fábrica Europeia de Ferro Maleável, S.A., de 2 de Março a 2 de Setembro de 1998. Este estágio surgiu como opção às disciplinas do 2º semestre do 5º ano da Licenciatura de Gestão e Engenharia Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, com o apoio do Programa de Desenvolvimento Educativo para Portugal do Ministério da Educação.

1.1. Objectivos do Estágio

O objectivo principal do estágio consistia na análise e implementação de acções de melhoria no processo produtivo, com o intuito de aumentar a produtividade. Incluía a implementação de alguns automatismos e a contabilização dos custos *versus* aumento de produtividade, conseguido com a implementação das acções de melhoria.

1.2. Objecto do Estágio

Este estágio esteve dividido em três fases distintas.

A primeira fase consistiu na definição do sistema, em que procurei conhecer toda a estrutura de produção ao nível de produtos, processos operativos e matérias-primas. Aqui o meu principal objectivo foi o de compreender o funcionamento de todo o processo produtivo no sector da Fundição I da empresa.

A segunda fase consistiu, naturalmente, no levantamento do sistema actual fundamental para o correcto estudo da eficiência e produtividade da máquina de moldar DISA 2011 MK2.

A última fase representou o levantamento do sistema futuro, no qual o estudo da eficiência e da produtividade da máquina de moldar 2013 MK4, foi baseado na previsão de valores, na experiência dos colaboradores e nas características descritas no catálogo da máquina.

1.3. Estrutura do Relatório

No segundo capítulo é feita a apresentação da empresa, com uma breve introdução à sua história, à sua filosofia empresarial, aos seus objectivos, às suas actividades desenvolvidas e à sua estrutura organizativa.

O terceiro capítulo é dedicado à caracterização do processo produtivo, com a descrição do tipo de estrutura produtiva usada pela empresa.

No quarto capítulo é feita uma análise de produtividade do sector de moldação, da Fundição I, em que se define o sistema e respectiva descrição. É também feito o levantamento do sistema actual e do sistema futuro.

No quinto capítulo é realizada uma análise de produtividade do sector de acabamentos 2, no qual foi efectuada uma alteração do layout, com o objectivo de aumentar a produtividade.

O sexto capítulo é dedicado à análise de produtividade da máquina de moldar “GF”, no qual é feita uma breve descrição do trabalho, que consistiu na alteração da mudança das placas-molde da mesma.

No sétimo e último capítulo deste relatório são apresentadas as conclusões que se podem extrair deste estágio, sendo também indicadas algumas sugestões de melhoria e desenvolvimento e os benefícios pessoais adquiridos neste estágio.

Especializada na produção de pequenas, médias e grandes séries de peças em ligas fundidas ferrosas, nomeadamente peças fundidas em ferro maleável, ferro cinzento, ferro nodular ou dúctil, com ou sem acabamentos, para as indústrias de construção civil, automóvel e electricidade, sendo a maior parte delas exportadas.

2.2. História da Empresa

A Eurofer foi fundada em 1970 por Jorge Ferreira, que estava ligado a algumas das mais importantes empresas metalomecânicas de Portugal, as quais ajudou a criar e a desenvolver designadamente, Ed. Ferreira & Irmão e Oliveira & Ferreira.

Em 1972, a fábrica da Eurofer é inaugurada e inicia a sua actividade, com uma importante participação do grupo suíço George Fischer, a qual se subscreve com 50% do capital social.

A conjugação das experiências dos dois grupos iniciais esteve certamente na base do alto nível tecnológico e inovador do projecto integrado da fábrica e no domínio seguro de processos técnicos de vanguarda.

Em 1985 Jorge A. Ferreira compra a maioria das acções de George Fischer na Eurofer.

Em 1987 iniciou-se a produção de ferro nodular, cerca de 160 toneladas, atingindo valores significativos em 1988 totalizando 514 toneladas (pesos acabados). Esta evolução enquadra-se na estratégia definida de diversificação e aumento do valor acrescentado, substituindo gradualmente por ferro nodular a produção de ferro cinzento com menor rentabilidade e alguma produção de ferro maleável por razões de competitividade.

Em 1988, a Eurofer, Fábrica Europeia de Ferro Maleável, S.A. implementa um Plano de Desenvolvimento, que inclui investimentos na modernização e inovação - segunda linha de moldação automática de alta pressão, fornos de fusão de indução de média frequência - e inicia com a produção de ferro dúctil.

Em 1990, os principais accionistas da Oliveira & Ferreira e da Eurofer decidiram unir as duas companhias para aproveitar as vantagens das sinergias, e assinam um contrato de transferência para a fábrica da Eurofer das capacidades de produção da Oliveira & Ferreira, bem como a sua gradual transferência, pois esta já possuía a primeira linha de moldação automática e foi uma das primeiras fundições Europeias a usar na fusão os fornos de indução elétricos para a produção de ferro maleável. Desta fusão das duas fábricas, resultou um novo nome, UNIFER - INDÚSTRIAS METALÚRGICAS, S.A..

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1. Introdução

EUROFER – FÁBRICA EUROPEIA DE FERRO MALEÁVEL, S.A., é uma empresa industrial portuguesa, sob a forma de sociedade anónima, com um capital social de 943 mil contos.

Especializada na produção de pequenas, médias e grandes séries de peças em ligas fundidas ferrosas, nomeadamente peças fundidas em ferro maleável, ferro cinzento, ferro nodular ou dúctil, com ou sem acabamentos, para as indústrias de construção civil, automóvel e electricidade, sendo a maior parte delas exportadas.

2.2. História da Empresa

A Eurofer foi fundada em 1970 por Jorge Ferreirinha, que estava ligado a algumas das mais importantes empresas metalomecânicas de Portugal, as quais ajudou a criar e a desenvolver designadamente, Ed. Ferreirinha & Irmão e Oliveira & Ferreirinhas.

Em 1972, a fábrica da Eurofer é inaugurada e inicia a sua actividade, com uma importante participação do grupo suíço George Fischer, o qual se subscreve com 50% do capital social.

A conjugação das experiências dos dois grupos iniciais esteve certamente na base do alto nível tecnológico e inovador do projecto integrado da fábrica e no domínio seguro de processos técnicos de vanguarda.

Em 1985 Jorge A. Ferreirinha comprou a maioria das acções de George Fischer na Eurofer.

Em 1987 iniciou-se a produção de ferro nodular, cerca de 160 toneladas, atingindo valores significativos em 1988 totalizando 614 toneladas (pesos acabados). Esta evolução enquadra-se na estratégia definida de diversificação e aumento do valor acrescentado, substituindo gradualmente por ferro nodular a produção de ferro cinzento com menor tecnicidade e alguma produção de ferro maleável por razões de competitividade.

Em 1988, a Eurofer, Fábrica Europeia de Ferro Maleável, S.A. implementa um Plano de Desenvolvimento, que inclui investimentos na modernização e inovação – segunda linha de moldação automática de alta pressão, fornos de fusão de indução de média frequência – e inicia com a produção de ferro dúctil.

Em 1990, os principais accionistas da Oliveira & Ferreirinhas e da Eurofer decidem unir as duas companhias para aproveitar as vantagens das sinergias, e assinam um contrato de transferência para a fábrica da Eurofer das capacidades de produção da Oliveira & Ferreirinhas, bem como a sua gradual transformação, pois esta já possuía a primeira linha de moldação mecanizada e foi uma das primeiras fundições Europeias a usar na fusão os fornos de indução eléctrica para a produção de ferro maleável. Desta fusão das duas fábricas, resultou um novo nome, UNIFER – INDÚSTRIAS METALÚRGICAS, S.A..

O ano de 1994 caracterizou-se por uma clara melhoria da actividade da empresa, com os mercados a evoluir favoravelmente. O nível da carteira de encomendas evoluiu positivamente, permitindo um acréscimo significativo do volume de negócios. Em Abril deste ano, a empresa obteve a Certificação de Qualidade de acordo com a norma ISO 9002, factor de extrema relevância para a actividade da empresa junto dos seus mercados clientes.

Em 1995 deu-se o arranque e preparação de toda a nova actividade da empresa que envolveu recursos financeiros elevados, pois a produção integrada das duas fundições iniciais são concentradas na Eurofer, com excepção da galvanização. Os investimentos na modernização são postos em prática, adquirem a terceira linha de moldação automática, novo forno de indução eléctrica de frequência de rede e sistemas de simulação.

O ano de 1996 destacou-se pela implementação do plano de viabilização preparado no ano anterior em que a concentração da actividade industrial na Eurofer assumiu um papel preponderante. A viabilização da empresa exigiu uma estratégia do negócio, orientada para a clara melhoria dos resultados e assente na reorganização da estrutura interna e no seu reposicionamento no mercado, em que os vectores principais foram a concepção e desenvolvimento e o valor acrescentado. Este ano foi um ano de transição, dotando a empresa de meios humanos e técnicos importantes, preparando assim a empresa para os próximos anos.

Em Junho de 1998, a sociedade PortCast – Fundição Nodular, S.A. iniciou a sua actividade, em substituição da Eurofer, em cujo capital participam, nos termos de um acordo de *joint venture* que entre si estabeleceram, Grupo Jorge de Mello (Lisboa) e a Internet Corporation (Troy, Michigan, EUA), sendo essa participação paritária.

A PortCast dedica-se à fundição de peças em ferro nodular, essencialmente destinada à indústria automóvel, estando em curso um programa de investimento industrial com vista à duplicação do nível de produção e vendas até ao ano 2000, o que, em conjunto com uma significativa redução de pessoal, representará um substancial aumento de produtividade e colocará a empresa numa situação de interessante rentabilidade.

A PortCast está certificada, segundo a norma ISO 9002, e está neste momento a preparar a sua candidatura à norma QS 9000.

2.3. Filosofia Empresarial

A Eurofer fabrica peças de fundição altamente qualificadas sob o ponto de vista técnico e destinadas aos mercados internacionais mais exigentes e sofisticados. Reconhecida na Europa e nos Estados Unidos da América como grande produtora de ferro maleável e ferro fundido nodular, está homologada pelos principais fabricantes da indústria automóvel europeia.

Juntando a eficácia da sua experiência, à aplicação de um sistema de qualidade total permanente, a Eurofer investe de uma maneira contínua nos meios de produção mais evoluídos, única forma de acompanhar com rigor a própria evolução dos seus clientes. Ao mesmo tempo procura especializar-se, cada vez mais, nas peças técnicas de alto grau de dificuldade.

Um sistema integrado de qualidade condiciona a vida dos produtos FER, desde a sua concepção e projecto até à assistência após venda, passando pelos vários estádios de

fabricação e controle. Utiliza os meios mais sofisticados de inspecção, que garantem um nível qualitativo do produto final de acordo com as especificações técnicas.

O diálogo permanente com os seus clientes permite-lhe encontrar as soluções mais correctas para cada caso, já que a variedade e a complexidade das peças a produzir constituem um desafio ao profissionalismo dos seus elementos.

Dando prioridade absoluta à formação contínua e aperfeiçoamento de todos os seus trabalhadores, a equipa EUROFER, graças a esta filosofia, está sempre pronta a responder às exigências dos seus clientes.

2.4. Objectivos da Empresa

Um dos objectivos principais da EUROFER é projectar o futuro acompanhando para isso a evolução da tecnologia.

Procede a novos investimentos visando o aumento substancial da capacidade produtiva e a introdução de novas tecnologias e novos produtos. Toda uma actividade de investigação e desenvolvimento está em curso, preparando a empresa decisivamente para as novas fronteiras tecnológicas do futuro, para assim melhorar continuamente os seus produtos para satisfação dos clientes, permitindo assegurar os resultados do negócio através de uma gestão eficaz dos recursos materiais e das pessoas, garantindo a satisfação dos colaboradores e da sociedade. Continuará a investir, sobretudo no espírito, na criatividade e no dinamismo dos seus homens, sem o que não seria possível dar vida aos investimentos técnicos.

2.5. Actividades Desenvolvidas na Empresa

2.5.1. Actividade Industrial

A empresa produz principalmente três linhas de produtos, sendo elas as seguintes:

⇒ Peças para automóveis e veículos motorizados, que são designados pela empresa por produtos VMM.

Exemplos: cárteres, caixas diferenciais, volantes, tambores, tensores, colectores, carcaças, tirantes, etc.;

⇒ Acessórios para alta tensão, designados por produtos TTE.

Exemplos: bacias, campânulas para isolamento de alta tensão, pinos, calços, rótulas, etc.;

⇒ Peças para condução de fluídos e peças diversas, designadas por produtos CFI.

Exemplos: pinhões, flanges, abraçadeiras, apoios, alavancas, coroas, grampos, cambotas, porcas, pistões, válvulas de cunha, etc.

2.5.2. Actividade Produtiva

Os produtos que neste momento a Eurofer produz são peças e acessórios para as indústrias automóvel, construção civil e electricidade.

Actualmente, a empresa procura introduzir melhorias no seu processo produtivo, permitindo-lhe reduzir os custos, aumentando assim a capacidade produtiva. Para isso adquiriu uma nova máquina de moldação DISA 2013 MK4, em substituição da máquina de moldação DISA 2011 MK2. Além disso, foi lançado um novo produto, árvores de cames para automóveis.

A empresa tem em projecto a futura aquisição de uma outra máquina de moldação, aproveitando a alteração do layout das instalações fabris que, neste momento, estão em execução devido à instalação da DISA 2013 MK4, para esse fim. Prevê-se assim, uma capacidade produtiva anual da fábrica de 20 500 toneladas de produtos VMM, 2 000 toneladas de produtos TTE e 3 000 toneladas de produtos CFI.

A produção industrial teve um assinalável crescimento nos últimos anos, conforme evidencia a tabela 2.5.2.

Valores em toneladas

Produto	Ano				
	1993	1994	1995	1996	1997
VMM	5430	6550	5800	6000	7500
TTE			680	2000	1800
CFI	1810	2190	1940	2400	2300
Total	7240	8740	8420	10400	11600

Tabela 2.5.2. – Valores representativos da evolução industrial por tipo de produto entre 1993 e 1997

No ano de 1995, verificou-se um ligeiro decréscimo devido a uma crise no mercado, principalmente no mercado automóvel, o que originou que a carteira de encomendas dos produtos VMM diminuísse. No entanto, houve um aumento da produção nos dois anos seguintes, e isto deveu-se não só ao aumento de produção dos produtos VMM e CFI, mas também à introdução da produção de acessórios para alta tensão (TTE), já iniciada em 1995.

2.5.3. Actividade Comercial

Os principais mercados clientes da Eurofer no ano de 1997 foram França, Reino Unido, Alemanha, Suécia, Espanha, Estados Unidos da América e Portugal, conforme se representa no gráfico 2.5.3.1., com destaque para os três primeiros países que perfazem 78% do total.

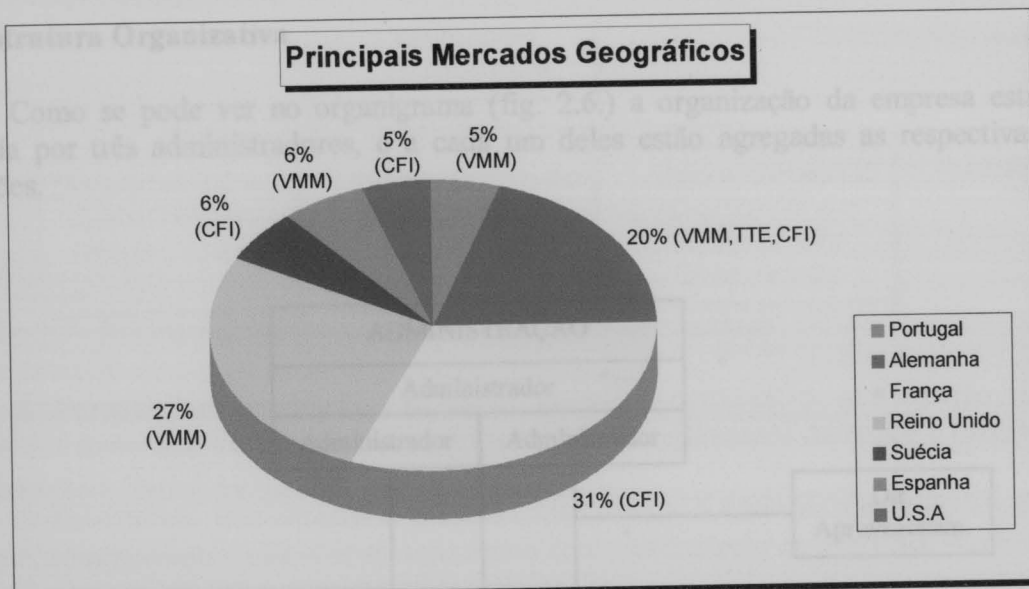


Gráfico 2.5.3.1. – Distribuição da actividade comercial pelos diferentes mercados

Como se pode verificar, no gráfico 2.5.3.2., a empresa está sobretudo virada para a exportação, representando 95% do total das vendas, pois as elevadas taxas de qualidade e fiabilidade, cumprimento rigoroso dos prazos de entrega, competitividade nos preços e um serviço atento dos seus agentes nos vários países, são factores relevantes para a expansão internacional da actividade comercial da Eurofer.

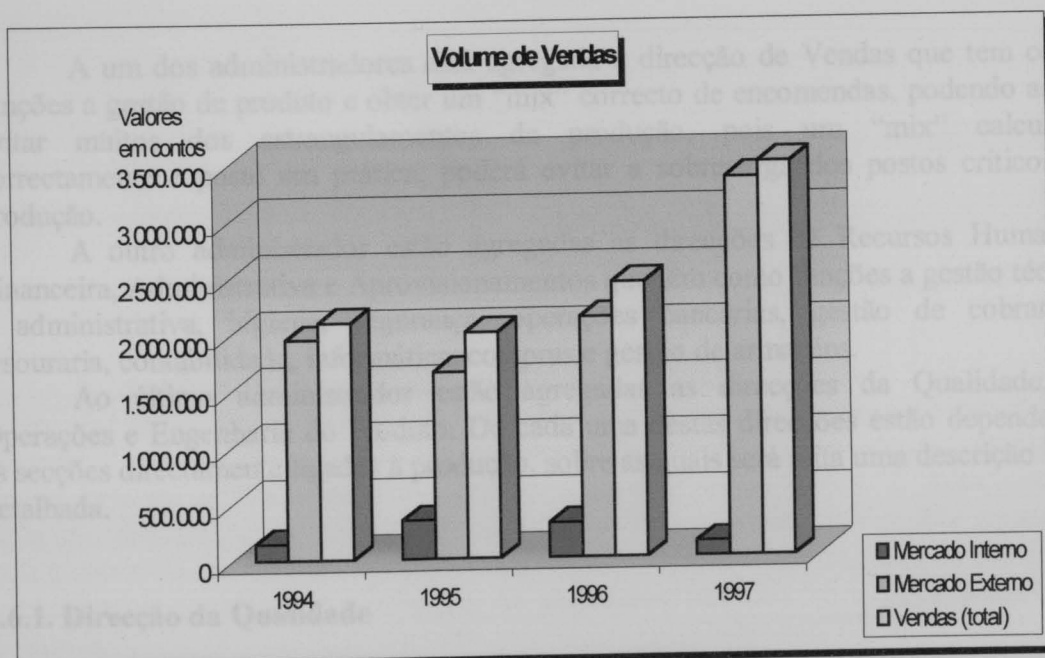


Gráfico 2.5.3.2. – Análise do volume de vendas nos mercados interno e externo entre 1994 e 1997

2.6. Estrutura Organizativa

Como se pode ver no organigrama (fig. 2.6.) a organização da empresa está dividida por três administradores, e a cada um deles estão agregadas as respectivas direcções.

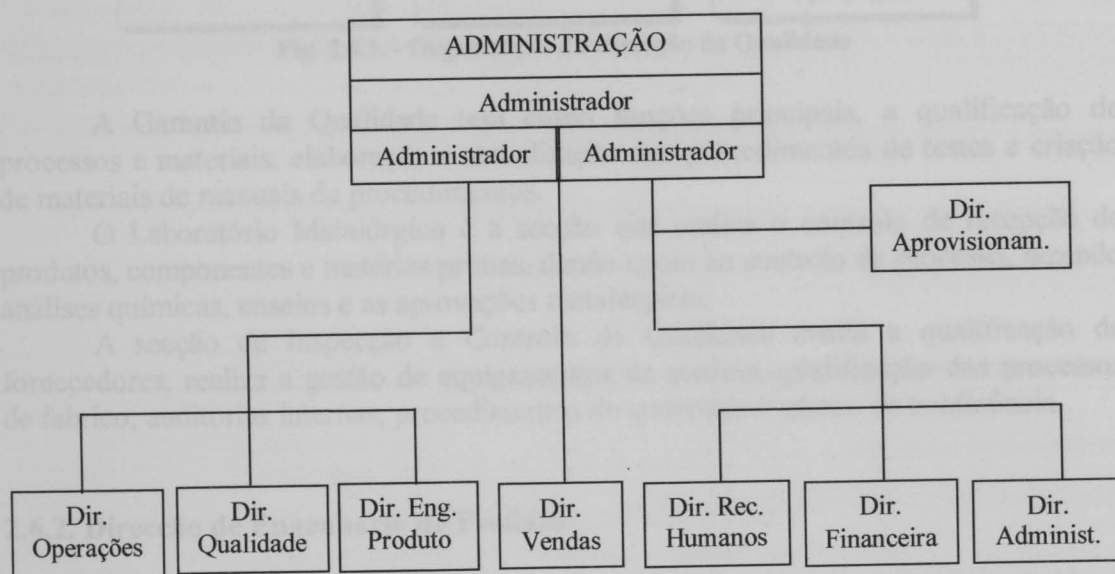


Fig. 2.6. - Estrutura Organizativa da Empresa

A um dos administradores está agregada a direcção de Vendas que tem como funções a gestão de produto e obter um "mix" correcto de encomendas, podendo assim evitar muitos dos estrangulamentos da produção, pois um "mix" calculado correctamente e posto em prática, poderá evitar a sobrecarga dos postos críticos de produção.

A outro administrador estão agregadas as direcções de Recursos Humanos, Financeira, Administrativa e Aprovisionamentos que têm como funções a gestão técnica e administrativa, higiene, segurança, operações bancárias, gestão de cobranças, tesouraria, contabilidade, informática, compras e gestão de armazéns.

Ao último administrador estão agregadas as direcções da Qualidade, de Operações e Engenharia do Produto. De cada uma destas direcções estão dependentes as secções directamente ligadas à produção, sobre as quais será feita uma descrição mais detalhada.

2.6.1. Direcção da Qualidade

A direcção da Qualidade divide-se em três sectores: o Laboratório Metalúrgico, Garantia da Qualidade e Controlo e Inspeção de Qualidade, como se pode ver no seguinte organigrama fig.2.6.1.

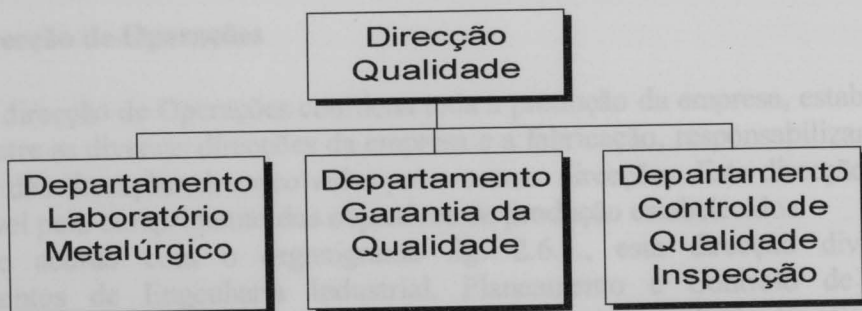


Fig. 2.6.1. - Organização da Direcção da Qualidade

A Garantia da Qualidade tem como funções principais, a qualificação de processos e materiais, elaboração e actualização dos procedimentos de testes e criação de materiais de manuais de procedimentos.

O Laboratório Metalúrgico é a secção que realiza o controlo de recepção de produtos, componentes e matérias primas, dando apoio ao controlo de processo, fazendo análises químicas, ensaios e as aprovações metalúrgicas.

A secção de Inspeção e Controlo de Qualidade avalia a qualificação de fornecedores, realiza a gestão de equipamentos de medida, qualificação dos processos de fabrico, auditorias internas, procedimentos de qualidade e planos de conferência.

2.6.2. Direcção de Engenharia de Produto

Conforme se pode verificar na fig. 2.6.2. a direcção de Engenharia de Produto divide-se em dois sectores, Engenharia de Produto e Moldes e Ferramentas.



Fig. 2.6.2. – Organização da Direcção da Eng. de Produto

À direcção de Engenharia de Produto compete o estudo, concepção e desenvolvimento dos produtos, definindo os moldes e ferramentas para a execução dos mesmos. Compete ainda, controlar os tempos e métodos de produção, analisar e desenvolver as acções correctivas relacionadas com esses meios. É feita ainda a definição dos fluxos da unidade industrial e o controlo dos tempos das operações individuais e/ou das células. Faz também a reavaliação constante de todos os processos, originando eventualmente a adopção de diferentes métodos com vista à melhoria produtiva.

Ao departamento de Moldes e Ferramentas compete realizar as reparações e correcções dos moldes e das ferramentas necessárias para a execução dos produtos.

2.6.3. Direcção de Operações

A direcção de Operações coordena toda a produção da empresa, estabelecendo a ligação entre as diversas direcções da empresa e a fabricação, responsabilizando-se pela aplicação das alterações desenvolvidas pelas outras direcções. Esta direcção é também responsável pelo cumprimento dos objectivos de produção estabelecidos.

De acordo com o organigrama fig. 2.6.3., esta direcção divide-se nos departamentos de Engenharia Industrial, Planeamento e Controlo de Produção, Manutenção e Conservação, Subcontratação e Transportes, Macharia, Fundição I, Fusão e Fundição II.

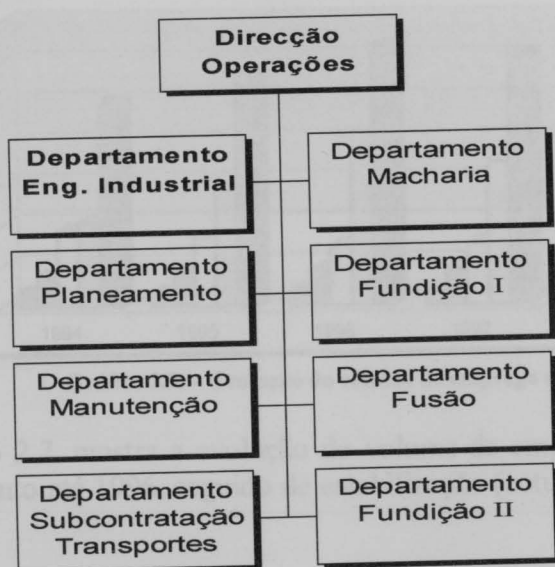


Fig. 2.6.3. - Organização da Direcção de Operações

O departamento de Manutenção e Conservação é responsável pela conservação e manutenção de todos os equipamentos da fábrica. Para isso conta com uma oficina instalada na fábrica e pessoal de intervenção pronto a actuar nas avarias pontuais que vão surgindo.

Ao departamento de Planeamento e Controlo de Produção compete a elaboração dos programas e controlo de produção e estatísticas.

O departamento de Subcontratação e Transportes é responsável pela manutenção e distribuição dos transportes internos tais como porta-paletes eléctricos e empilhadeiras. É ainda responsável por estabelecer contratos de manutenção e responder prontamente às avarias que surgem.

Ao departamento de Engenharia Industrial compete os estudos, a elaboração e implantação de layouts.

Os departamentos da Macharia, Fundição I, Fusão e Fundição II são responsáveis pela produção física do produto, competindo-lhes fabricar esse produto de acordo com a qualidade definida nos procedimentos operativos.

2.7. Recursos Humanos

A direcção de Recursos Humanos tem desenvolvido esforços no sentido de encontrar soluções para a subocupação verificada. Procede ao estudo, análise e implantação de medidas inovadoras no campo da organização, duração e distribuição do tempo de trabalho, e paralelamente concretiza acções de formação, reconversão e reciclagem junto dos colaboradores.

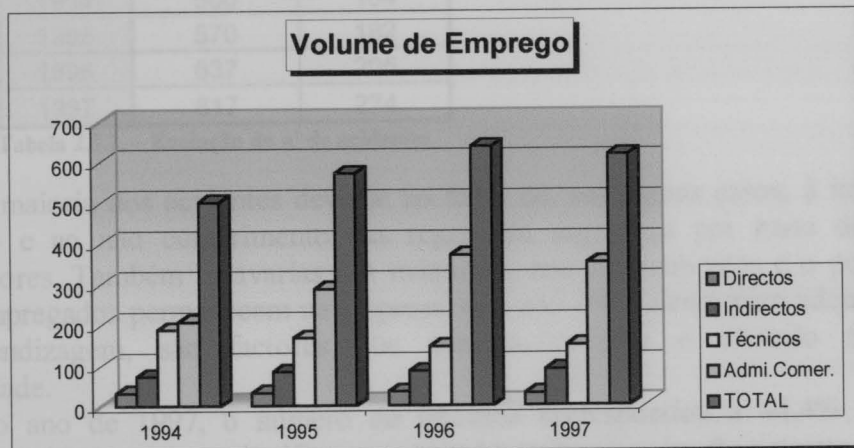


Gráfico 2.7. – Evolução do volume de emprego de 1994 a 1997

O gráfico 2.7. mostra a evolução do volume de emprego nos últimos anos. De notar o crescimento até 1996, seguido de estabilização (actualmente a empresa tem 617 empregados).

2.7.1. Formação

A Eurofer faculta a formação a nível de toda a organização da empresa, um vasto programa de ensino profissional está em permanente execução, quer a nível interno quer mediante assistência a cursos, conferências e outras manifestações formativas no país e no estrangeiro.

Durante o ano de 1997, a empresa promoveu 45 acções de formação com 458 participantes atingindo um número total de 5.915 horas, representando um esforço muito superior ao dos anos precedentes. Ver tabela 2.7.1.

Ano	1993	1994	1995	1996	1997
Nº Acções	6	10	10	12	45
Participantes	43	43	34	25	458
Horas	2088	4260	1888	449	5915

Tabela 2.7.1. – Evolução do nº de acções de formação

2.7.2. Segurança no Trabalho

Apesar da empresa se preocupar bastante com a segurança dos seus empregados neste tipo de indústria, os acidentes são bastante frequentes e, de acordo com a tabela 2.7.2., pode-se verificar que estes, ao longo dos anos, vão aumentando.

Anos	Existência de Pessoal	Sinistros
1994	500	164
1995	570	182
1996	637	205
1997	617	274

Tabela 2.7.2. – Evolução do nº de acidentes

A maioria dos acidentes deve-se ao facto de, em alguns casos, à imprudência, distração e ao não cumprimento das regras de segurança por parte de todos os colaboradores. Também as avarias nas máquinas, nos equipamentos e o pouco tempo que os empregados permanecem na empresa, que não é suficiente para adquirirem uma boa aprendizagem, são factores que contribuem para o elevado número da sinistralidade.

No ano de 1997, o número de sinistros correspondeu a 44,4% do pessoal existente na fábrica, o que significa uma taxa bastante elevada. Registaram-se também os seguintes indicadores:

$$TF = \frac{N^{\circ} \text{ de Acidentes com Baixa} \times 10^6}{N^{\circ} \text{ Horas} \cdot \text{Homem Trabalhadas}}$$

Taxa de Frequência: TF = 273,1 Número de acidentes com baixa ocorridos por milhão horas trabalhadas.

$$TG = \frac{N^{\circ} \text{ de Dias Úteis Perdidos} \times 1000}{N^{\circ} \text{ Horas} \cdot \text{Homem Trabalhadas}}$$

Taxa de Gravidade: TG = 2,85 Número de dias úteis perdidos com baixa por cada mil horas trabalhadas.

Como se pode constatar através dos valores dos indicadores acima registados, o número de acidentes de trabalho é bastante significativo.

3. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O sector produtivo encontra-se dividido em dois, Fundição I destinada a produzir produtos em ferro maleável e ferro cinzento, e Fundição II onde se produzem os produtos em ferro nodular. É claro que pode haver ocasiões em que seja mais viável produzir um tipo de material na outra secção para a qual não estava destinado.

3.1. Fases do Processo Produtivo

Para a produção de peças fundidas são fundamentais quatro fases, sendo elas a macharia, fusão, moldação e acabamentos. Ver figura 3.1.

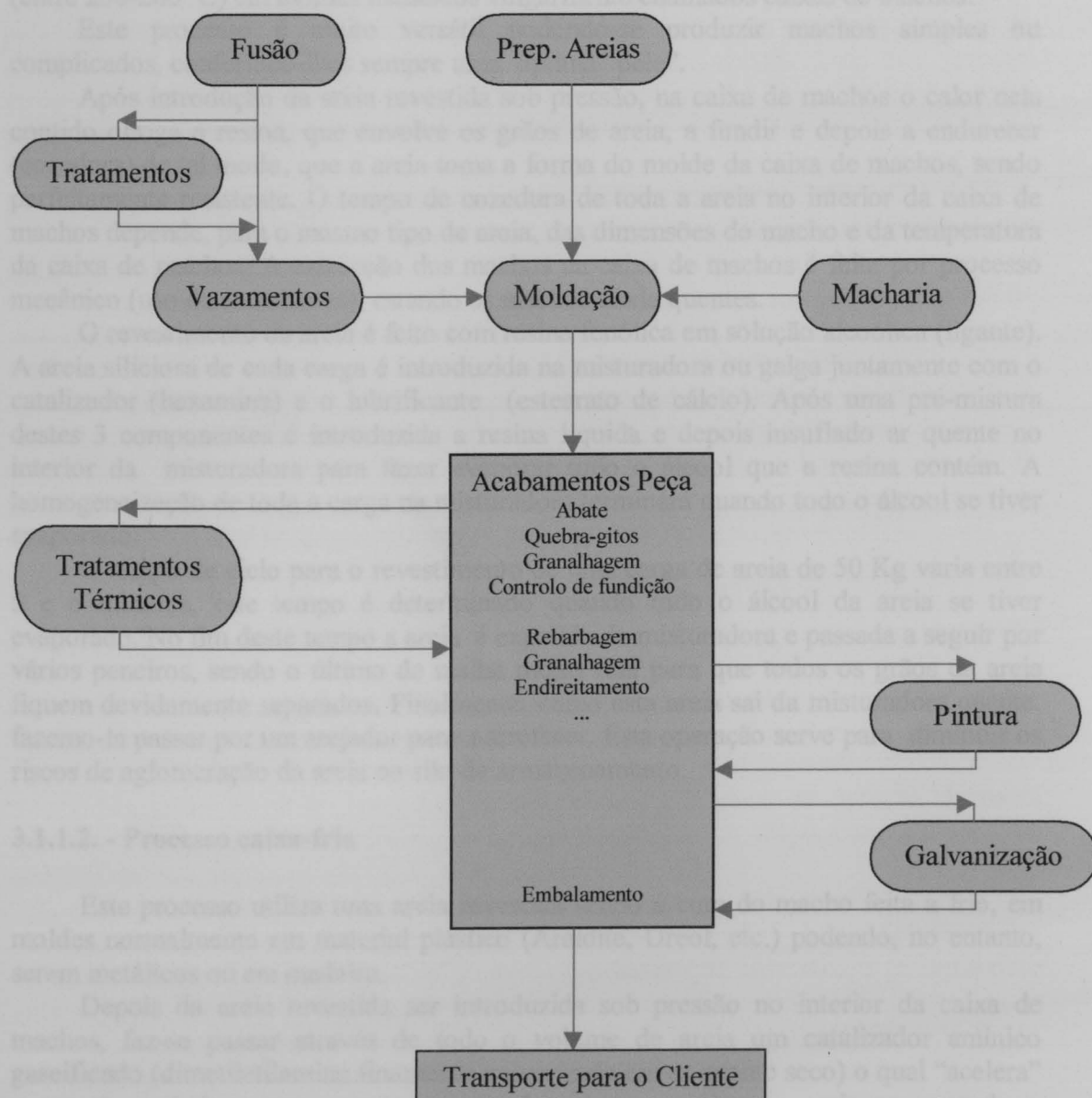


Figura 3.1. – Fases do processo produtivo

3.1.1. Macharia

O sector da Macharia é um local onde se produzem peças em areia, chamadas “machos” que se destinam a dotar as peças fundidas de formas interiores ou exteriores complexas, o que não seria possível obter na moldação, na placa-molde.

Este sector está dividido em duas zonas distintas de produção de machos. Numa, encontramos dezoito *máquinas de caixa-quente* e noutra cinco *máquinas de caixa-fria*.

A diferença principal entre estes dois tipos de máquinas reside no processo de fabrico dos machos.

3.1.1.1. - Processo caixa-quente / Shell

Utiliza uma areia revestida cuja cura ou cozedura do macho é realizada a quente (entre 230-280° C) em moldes metálicos vulgarmente chamados caixas de machos.

Este processo é muito versátil podendo-se produzir machos simples ou complicados, conferindo-lhes sempre uma óptima “pele”.

Após introdução da areia revestida sob pressão, na caixa de machos o calor nela contido obriga a resina, que envolve os grãos de areia, a fundir e depois a endurecer (cozedura) de tal modo, que a areia toma a forma do molde da caixa de machos, sendo perfeitamente resistente. O tempo de cozedura de toda a areia no interior da caixa de machos depende, para o mesmo tipo de areia, das dimensões do macho e da temperatura da caixa de machos. A extracção dos machos da caixa de machos é feita por processo mecânico (uso de extractores), estando os machos ainda quentes.

O revestimento da areia é feito com resina fenólica em solução alcoólica (ligante). A areia siliciosa de cada carga é introduzida na misturadora ou galga juntamente com o catalizador (hexamina) e o lubrificante (estearato de cálcio). Após uma pré-mistura destes 3 componentes é introduzida a resina líquida e depois insuflado ar quente no interior da misturadora para fazer evaporar todo o álcool que a resina contém. A homogeneização de toda a carga na misturadora terminará quando todo o álcool se tiver evaporado.

O tempo de ciclo para o revestimento de uma carga de areia de 50 Kg varia entre 5 e 6 minutos, este tempo é determinado quando todo o álcool da areia se tiver evaporado. No fim deste tempo a areia é expelida da misturadora e passada a seguir por vários peneiros, sendo o último de malha muito fina para que todos os grãos da areia fiquem devidamente separados. Finalmente, como esta areia sai da misturadora quente, fazemo-la passar por um arejador para a arrefecer. Esta operação serve para diminuir os riscos de aglomeração da areia no silo de armazenamento.

3.1.1.2. - Processo caixa-fria

Este processo utiliza uma areia revestida sendo a cura do macho feita a frio, em moldes normalmente em material plástico (Araldite, Ureol, etc.) podendo, no entanto, serem metálicos ou em madeira.

Depois da areia revestida ser introduzida sob pressão no interior da caixa de machos, faz-se passar através de todo o volume de areia um catalizador amínico gaseificado (dimetiletilamina finamente pulverizada em ar quente seco) o qual “acelera” a reacção química entre a resina e o endurecedor contidos na areia provocando o endurecimento ou cura do macho em fracções de segundo.

O tempo de cura de cada macho depende dos seguintes factores:

- a) das características da areia preparada;
- b) da geometria mais ou menos complexa do macho;
- c) da quantidade de filtros para saídas de ar montados na caixa;
- d) da localização estratégica desses filtros na caixa;
- e) da melhor ou pior vedação existente entre as duas metades da caixa de machos.

A extracção dos machos é normalmente feita por processo mecânico (uso de extractores que ajudam à desmoldação do macho da caixa após cura). No caso de caixas manuais, a extracção é manual.

Os machos normalmente produzidos são de grandes ou médias dimensões podendo, no entanto, produzirem-se machos de dimensões mais reduzidas.

O uso deste processo pressupõe sempre um custo mais baixo do macho, não só pela tecnologia aplicada, mas também pela forma mais simples de construir as caixas de machos, se compararmos com o processo caixa-quente/shell. Um dos grandes inconvenientes deste processo é a duração do próprio macho mas, sobretudo, pelos cuidados que se tem de ter com o seu armazenamento e manuseamento em virtude do tipo de areia ser muito “friável”.

O revestimento da areia é feito numa misturadora utilizando uma resina fenólica líquida (ligante) adaptada a este processo, tendo também associado um endurecedor igualmente líquido. As quantidades de areia siliciosa, dos aditivos, do tempo de mistura e do tempo de distribuição da areia em cada máquina de machos é comandado automaticamente. O tempo de ciclo para uma carga de 50 Kg de areia varia entre os 5 e 6 minutos.

O aspecto da areia revestida é de uma areia “húmida” devendo o seu revestimento ser feito momentos antes da sua utilização, dado que a “vida” desta areia (sua estabilidade física e química) são garantidas num máximo de 1 hora em virtude do processo de endurecimento da areia (reação química entre os dois aditivos) ser mais rápido decorrido aquele tempo.

3.1.2. Fusão

O abastecimento da matéria-prima ou sucata, é feito em comum para os dois sectores, havendo no sector da fusão uma separação física dos fornos e cargas que abastecem a Fundição I e a Fundição II.

No sector da fusão encontram-se três fornos eléctricos de indução de baixa frequência (em rede) e dois fornos de média frequência. A disposição está feita de acordo com os sectores de moldação que eles vão abastecer.

Assim, três dos fornos, sendo dois ASEA e um BBC, com capacidade para oito toneladas cada, estão agrupados de forma a abastecer a Fundição I. Mas existe um forno de canal indutor com capacidade de quarenta toneladas que armazena o ferro fundido para ser distribuído mais tarde pelas máquinas de moldação; e tem ainda como função atenuar possíveis desvios na composição do metal fundido que é vazado para este forno, pois no conjunto das fornadas o desvio vai sendo cada vez menor.

Para abastecer a Fundição II existem dois fornos Inducto Therm com capacidade de cinco toneladas cada e um forno Holding com capacidade para trinta e duas toneladas.

Para assegurar uma fusão contínua, o vazamento para este último é feito nesta altura apenas a 80% da capacidade dos fornos Inducto Therm.

O aprovisionamento da sucata, forjada e de baixo teor de Manganês (BTM), para ferro maleável e nodular respectivamente, é feita no parque de sucatas para posteriormente ser encaminhada para o sector da fusão. O metal encontra-se sob a forma de retornos, lingotes e sucata, estando esta em baias específicas de acordo com a sua composição.

O transporte do metal fundido dos fornos para as máquinas de moldar é feito com empilhadeiras que transportam colheres especiais denominadas colherões. Junto às máquinas de moldação existem mecanismos de abastecimento do metal fundido para umas colheres mais pequenas a fim de que o metal possa ser vazado para as moldações.

Quando os “pedidos” da moldação não são suficientes para o armazenamento no forno de canal, procedem-se a vazamentos directos. Este tipo de vazamento implica um aumento no tempo de vazamento para os colherões de abastecimento à moldação e ainda tem o problema dos desvios em termos de percentagem de liga do ferro fundido.

3.1.3. Moldação

Tal como na fusão, também nesta secção as máquinas estão distribuídas de acordo com os sectores de moldação para os quais elas funcionam.

Assim, existem três máquinas de moldar a funcionar para a Fundição I, sendo elas a DISA 2011 MK2, a DISA 2013 MK2 e a TOKYU, as quais se destinam à produção de peças de alta tensão e a peças de pequenas dimensões.

Para a Fundição II existem duas máquinas de moldar a GF e a DISA 2095, sendo estas destinadas a peças de grande e média dimensão, respectivamente.

O funcionamento destas máquinas é muito semelhante, apenas diferem na posição da caixa de moldação: nas máquinas DISA as caixas estão posicionadas verticalmente e nas restantes a posição das caixas é horizontal.

Para se ter uma ideia geral do funcionamento destas máquinas, este consiste no seguinte: colocam-se as placas-molde na máquina de moldar, estas são enchidas com areia a qual é transportada até aí por um sistema de tubagens, e é a própria máquina de moldar que, com o molde da peça, dá a forma necessária às caixas de moldação. Estas seguem num tapete rolante onde lhes é colocado o macho, se tal for necessário, sendo esta tarefa manual. Junto às máquinas de moldar existe uma zona destinada às trempes com os machos.

Em seguida, através de um processo automatizado, são juntas as placas de moldação superior e inferior, para se poder proceder ao vazamento do metal fundido para as caixas de moldação usando as colheres atrás referidas. Após o vazamento do metal, as moldações permanecem algum tempo dentro da moldação na zona de arrefecimento para se proceder à separação do cacho com a moldação para depois entrarem no tambor rotativo.

3.1.4. Acabamentos

Após o arrefecimento das peças, procede-se ao abate que consiste na separação do cacho da areia de moldação, sendo esta encaminhada novamente para o início do processo de tratamento de areias, após passarem por um arrefecedor. A peça continua no tapete vibratório até chegar a uma zona designada por quebra-gitos, onde se faz a separação da peça com o sistema de enchimento do metal designado por gito.

Em seguida as peças são granalhadas, existindo para este efeito quatro granalhadoras, estando duas em cada secção. Após esta operação é feito um controlo de fundição, para que as peças defeituosas não sejam encaminhadas para os sectores de acabamentos posteriores.

A seguir executam-se diversas operações de maquinagem, dependendo do tipo de peças. Estas operações podem ser rebarbagem, fresagem, prensagem, furação, calibragem, pintura, etc. Para isso, existem nesta secção as respectivas máquinas tais como, mós fixas (rebolos), mós suspensas, fresadoras, tornos mecânicos, furadoras, prensas, balancés entre outras.

Esta secção está organizada em células de fabrico tal como a Macharia.

Após terem sido executadas todas as operações de acabamento de uma peça, esta passa novamente por um controlo que, nos acabamentos da Fundição II, é feito no local de embalagem devido a serem peças na sua maioria de grandes dimensões pelo que é possível fazer o controlo final no próprio sector. O controlo das peças provenientes dos acabamentos da Fundição I é feito num local próprio designado por Controlo Final, porque como as peças são de tamanho reduzido e em grande quantidade, não se tornando viável fazer o seu controlo nesse sector.

Seguidamente, as peças são embaladas e encaminhadas para o Armazém de Produtos Acabados (APA) a fim de serem expedidas para os clientes.

4. ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DO SECTOR DE MOLDAÇÃO

4.1. Definição do Sistema

A empresa produz uma pequena variedade de artigos, em grande quantidade. Tipicamente faz produção por encomenda.

O sector produtivo a que diz respeito a análise da produtividade do sector de moldação, é o da Fundição I, no qual existem três máquinas de moldar e todo o equipamento necessário para o tratamento e acabamentos das peças.

Este sector produtivo está mais dedicado à produção contínua de obra diversa e alta tensão em ferro maleável, os chamados produtos do tipo CFI e TTE, em que os meios de produção estão permanentemente dedicados à produção de um produto ou de uma família homogénea de produtos.

A secção de acabamentos tem uma disposição oficinal designada por implantação celular, na qual os meios de produção de tipo distinto são agrupados por famílias de produtos. 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 conjunto de máquinas está fisicamente agrupado, constituindo a célula. É o principio da tecnologia de grupo. Assim, cada produto é executado pela célula destinada à sua família, em função da gama de produto.

4.1.1. Descrição Detalhada

Como já foi referido o projecto consiste no estudo da eficiência e da produtividade de duas máquinas de moldar, da DISA 2011 MK2 e da DISA 2013 MK4, em que esta irá substituir a primeira, e também todo o percurso e processos de acabamentos das peças fundidas pelas máquinas até ao armazém de produtos acabados.

Sistema Actual:

No sistema actual as peças são moldadas e fundidas pela máquina de moldar DISA 2011 MK2, de acordo com o processo produtivo já descrito anteriormente.

Assim que as peças chegam ao quebra-gitos, elas passam pela granalhadora para serem limpas e após esta operação, é feito um controlo de fundição.

A seguir, as peças são introduzidas no forno de recozimento e, quando saem deste, são encaminhadas para a célula de rebarbagem onde existem as mós de disco. Depois desta operação, as peças são novamente granalhadas, para tirar a sujidade provocada pelo processo de acabamentos anterior.

Daqui, ou vão para a balança para serem pesadas, ou seguem para a célula de endireitamento e calibragem ou então para o controlo de fundição final. Quando solicitado pelo cliente, as peças recebem uma protecção num banho de óleo; neste caso seguem para um local próprio onde é feita esta operação.

Finalmente, as peças são transportadas para o armazém de produtos acabados.

Todo este percurso pode ser visto no layout actual da Fundição I que se encontra no anexo 1.

Sistema futuro:

No sistema futuro, as peças serão moldadas e fundidas pela máquina a adquirir pela empresa, a DISA 2013 MK4, na qual o processo produtivo é muito semelhante ao da máquina que irá ser substituída.

Após as peças serem fundidas, passarão pelo transportador (AMC), pelo tambor e pela caleira vibratória, percurso este que está delimitado por uma linha de cor verde claro, no layout futuro, em anexo 2.

A seguir, as peças irão para a granalhadora e serão transportadas para a célula de fabrico, onde se efectuarão os acabamentos necessários, o endireitamento, o controlo final e o embalamento das peças para depois serem encaminhadas para o APA1, armazém de produtos acabados.

Todo este percurso futuro pode ser analisado no layout em anexo 2.

4.1.2. Escolha de Parâmetros de Avaliação

Para o estudo em questão, foi necessário conhecer todos os factores de avaliação possíveis referentes à máquina de moldação, DISA 2011 MK2 e escolher aqueles que melhor a caracterizavam.

Devido a uma certa dificuldade na obtenção de algumas informações, foi preciso acompanhar todo o processo produtivo da máquina de moldar até as peças entrarem em armazém para expedição, passando pelas respectivas células de acabamentos. Só assim foi possível estudar os postos de trabalho no próprio local para observar as operações, as precedências entre elas e os tempos operativos.

De acordo com a observação efectuada, juntamente com a informação cedida pelo planeamento e controlo de produção e com a experiência dos colaboradores envolvidos neste sector produtivo, foi possível escolher e organizar os factores de avaliação adequados para o cálculo da eficiência e da produtividade da máquina de moldar e dos respectivos sectores de acabamentos.

Os factores de avaliação são os seguintes:

- Número de moldações por hora;
- Rendimento da moldação;
- Refugo;
- Peso cacho de cada moldação;
- Peso por moldação;
- Actividade da máquina de moldar;
- Areia de moldação do bolo;
- Metal vazado;
- Tempo de paragem por avaria;
- Stocks em curso de fabrico;
- Transportes internos;
- Quantidade da mão-de-obra;
- Tempos operativos nas células de acabamentos.

Todos estes factores podem ser analisados nos quadros em anexo 3.

Estes indicadores parciais foram os escolhidos porque são os que melhor definem toda a produtividade da máquina e das respectivas células de fabrico, por onde

4.2. SISTEMA ACTUAL

4.2.1. Eficiência da Máquina

A máquina de moldar DISA 2011 MK2 utiliza carga metal maleável para a produção de peças diversas e de alta tensão.

Quanto à eficiência da máquina de moldar existente, durante o período de produção, ela trabalhou 283,3 horas tendo estado parada 119 horas pelos seguintes motivos:

- Falta de ferro;
- Avaria na máquina;
- Avaria no vazamento ou no sistema de transporte do metal fundido;
- Mudança de equipamento;
- Avaria na preparação de areias de moldação;
- Reparação das colheres de vazamento;
- Ensaio;
- Transferência de ferro;
- Diversos.

Para cada uma das razões de paragem da máquina, pode-se consultar, na tabela 4.2.1. em anexo 3, o tempo que ela esteve parada.

Somando as horas totais de paragem com as horas de produção, perfaz 402,3 horas possíveis de trabalho.

A actividade da máquina de moldar DISA 2011 MK2 é cerca de 70%, fazendo em média 191 moldações por hora, conforme se pode verificar na tabela 4.2.3. em anexo 3, o que possibilita vaziar 547039 Kg de metal fundido (ver tabela 4.2.2. no anexo 3). O peso cacho médio por moldação é de 10,112 Kg o qual inclui, além da peça final, os gitos e os canais de alimentação, permitindo um peso médio por moldação na ordem dos 3,318 Kg, como se pode observar na tabela 4.2.3. no anexo 3.

Do metal vazado, só 188465 Kg é que representam a peça final e que passam pelo controlo de fundição, porque após a desmoldação as peças passaram pela zona designada por quebra-gitos, onde lhes foram retirados os sistemas de enchimento, designados por gitos e os canais de alimentação. Obtendo-se assim um rendimento controlado de 34%, ou seja, do metal que foi vazado para as moldações só 34% desse metal representa a peça final, sendo os restantes 66% os gitos e canais de alimentação que serão encaminhados para o parque de sucatas.

Após as peças terem passado o controlo final só 179509 Kg são aproveitados, é a chamada fundição aproveitada sendo os restantes 8956 Kg classificados como refugo, obtendo-se um rendimento aproveitado de 33%. Todos estes valores podem ser constatados nas tabelas 4.2.2. 4.2.3. e nos respectivos cálculos no anexo 3.

A máquina de moldar DISA 2011 MK2 teve a sua última produção no dia 25 de Maio de 1998, devido às obras que era necessário realizar para a instalação da nova máquina DISA 2013 MK4.

4.2.2. Eficiência do Subsistema Complementar

O subsistema complementar é composto pela secção de acabamentos, pelos transportes internos, pelos stocks intermédios e pela mão-de-obra.

Como já foi referido a secção de acabamentos da Fundição I, encontra-se disposta em células de fabrico sendo elas:

- Rebarbagem;
- Granalhagem;
- Endireitamento e calibragem;
- Protecção de peças;
- Controlo de fundição final;
- Furação e roscagem.

Para se saber qual a eficiência do chamado subsistema complementar, fez-se um levantamento das operações e tempos operativos de cada uma das células de fabrico, incluindo os transportes e todos os meios de manuseamento dos contentores com peças de uma célula para a outra, os stocks intermédios e a quantidade de mão-de-obra envolvida em cada uma das operações.

Esta tarefa foi, sem dúvida, a parte do estudo mais demorada, pois houve a necessidade de estudar os postos de trabalho, observar as operações, cronometrar os tempos operativos e conversar com os colaboradores. A experiência e a óptima colaboração destes, foram uma ajuda preciosa para o estudo.

4.2.2.1. Descrição das Operações e Respective Tempos Operativos

1ª Actividade: Granalhagem e Controle de peças

As peças, após terem chegado ao quebra-gitos, são recolhidas por um operário e postas em contentores, sendo estes colocados no parque 1 com um porta-paletes. Ver figura 4.2.2.1.1.



Fig. 4.2.2.1.1. - Quebra-gitos

Cada contentor tem capacidade para 270-280 Kg de obra.

Neste parque, como se pode constatar na fig. 4.2.2.1.2., o número de contentores à espera de continuarem o processo de acabamentos, é baixo porque apenas esperam o tempo de granalhagem, que é mais ou menos 15 minutos, dependendo da sujidade das peças.



Fig. 4.2.2.1.2. - Parque 1

Em seguida, as peças são granalhadas e após esta operação, são colocadas num tapete rolante no fim do qual é feito um controlo de fundição, tarefa esta que é realizada por três ou quatro operários, conforme a figura 4.2.2.1.3. As peças com defeito não seguem para os restantes sectores de acabamentos, sendo postas para refugo.

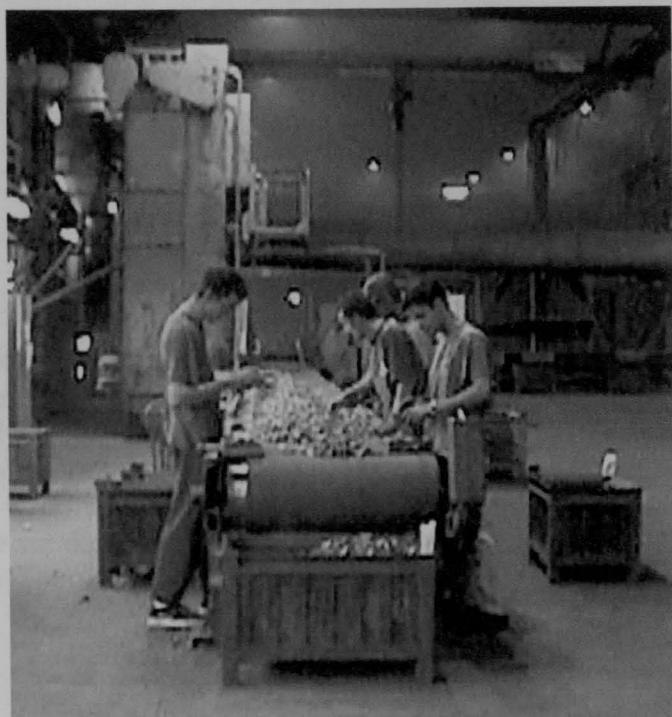


Fig. 4.2.2.1.3. - Granalhadora ao fundo e Controlo de Fundição

Os referidos operários colocam as peças boas novamente em contentores, sendo estes transportados com um porta-paletes, para o parque 2.

Os tempos, as distâncias, meios de transporte interno e quantidade de mão-de-obra podem ser vistos no gráfico de análise de processo nº 1 no anexo 4.

O tempo de espera e o número de contentores no parque 1 poderá ser bastante superior ao registado, pois depende de vários motivos:

- Quantidade de obra que está no momento no controlo de fundição;
- Figura da peça, podem ser peças de “design” mais ou menos complexo;
- Programa de produção que está a ser seguido na altura.

E devido a estes motivos os contentores podem ter de esperar um ou dois dias.

Feitas as contas, os contentores nesta actividade, percorrem 17 metros, demoram cerca de 120 minutos e estão envolvidas cinco a seis pessoas e dois porta-paletes para transportar os contentores.

2ª Actividade: Recozimento das peças

Os contentores são retirados do parque 2 com uma empilhadeira e encaminhadas para o forno de recozimento. Ver figura 4.2.2.1.4.

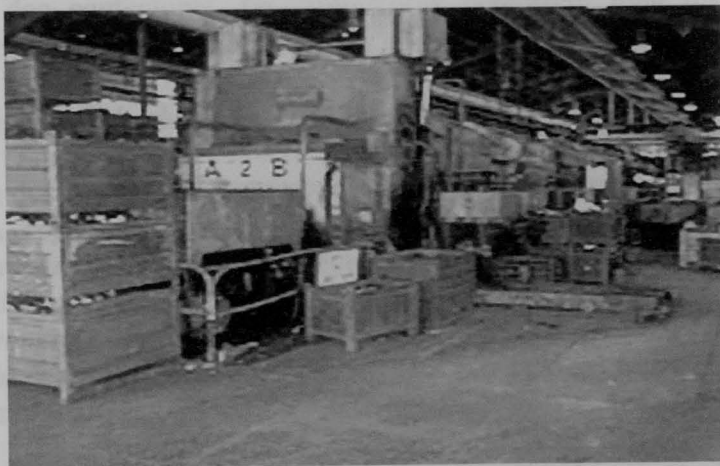


Fig. 4.2.2.1.4. - Recozimento das peças

Neste parque, os contentores (cerca de trinta) esperam algum tempo. Esta espera é devida ao tempo que as peças têm de estar dentro do forno de recozimento para fazerem o tratamento térmico que depende do tempo de ciclo do forno. Este tempo pode ir de 19 a 33 minutos, consoante a figura e as dimensões das peças, e dureza que se pretende para as mesmas, mas normalmente o tempo de ciclo é de 25 minutos.

O forno leva cerca de 66 caixas próprias para irem ao forno, nas quais as peças têm de ser dispostas de acordo com o tamanho e a sua configuração, conforme se pode ver na figura 4.2.2.1.5.



Fig. 4.2.2.1.5. - Preparação das peças

Só entra uma caixa de 25 em 25 minutos e cada caixa tem de permanecer dentro do forno cerca de 27,5 horas.

Após este tempo de ciclo, as portas do forno abrem, quer a da entrada quer a de saída, a caixa é retirada do forno com uma empilhadeira e despejada numa espécie de pá para as peças arrefecerem.

Quando as peças já estão frias, são despejadas novamente com o auxílio da empilhadeira para os contentores, sendo estes transportados para o parque 3 onde são empilhados.

Nesta actividade, como se pode observar no gráfico de análise de processo nº 2 em anexo 4, estão envolvidos dois homens, o condutor da empilhadeira e o que está a preparar as caixas para irem para o forno e uma empilhadeira no transporte e manuseamento dos contentores. Os contentores percorrem uma distância bastante elevada cerca de 53 metros e demoram nestas operações cerca de 1709 minutos.

3ª Actividade: Rebarbagem das peças

Na zona do parque 3 os contentores, cerca de 140, como se pode constatar na figura 4.2.2.1.6., esperam muito tempo, podendo ser dias, para serem rebarbadas. Este tempo de espera depende de muitos factores, como por exemplo, do programa de produção e do tempo de operação de rebarbagem a qual depende do tamanho das peças, pois se estas forem maiores demoram mais tempo a rebarbar do que as pequenas, mas se estas tiverem de ser rebarbadas em mais do que um lado e as grandes só de um, as pequenas já demoram mais tempo.



Fig. 4.2.2.1.6. - Parque 3

O contentor é retirado do parque 3 por meio de uma ponte comandada por um operário, que desengata os guinchos da ponte do contentor vazio e engata-os no contentor cheio. Seguidamente comanda a ponte de forma a que o contentor suba para a plataforma, onde é despejado numa espécie de funis, e as peças vão saindo conforme o operário em baixo as vai rebarbando. Ver figura 4.2.2.1.7.



Fig. 4.2.2.1.7. - Rebarbagem das peças

Para efectuar a rebarbagem de um contentor com peças, o operário demora a fazer esta operação de acabamentos em média cerca de 2 a 4 horas.

A seguir, o contentor é transportado com um porta-paletes para a balança é pesado e colocado no parque 4.

Esta actividade é bastante morosa como se pode constatar no gráfico de análise de processo nº 3 em anexo 4. As peças para serem rebarbadas percorrem 28 metros e demoram 7386 minutos, estando envolvidos dois operários, um porta-paletes e a ponte para transporte e manuseamento dos contentores.

4ª Actividade: Granalhagem das peças

No parque 4 as peças também esperam bastante tempo, atingindo às vezes uma semana de espera, depende um pouco do tempo de granalhagem e do programa de produção.

O tempo de granalhagem não é sempre o mesmo, pode demorar 5 a 40 minutos.

Os factores que condicionam esse tempo são:

- Tamanho da peça;
- Quantidade de peças;
- Estado físico das peças (sujidade, óleo, limalhas, etc.).

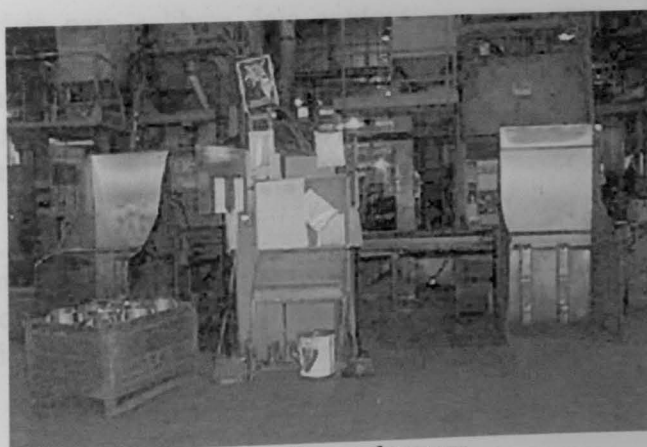


Fig. 4.2.2.1.8. - Granalhagem das peças

Após a operação de granalhagem, como se pode ver na figura 4.2.2.1.8., as peças são despejadas dentro de contentores para continuarem o processo de acabamentos, ou então dentro de caixotes quando o processo já está concluído, sendo em ambas situações transportadas com um porta-paletes para o parque 5.

Os caixotes mais tarde são transportados com uma empilhadeira para a balança para serem pesados, embalados e transportados para o APA1, armazém de produtos acabados.

Os contentores que contêm peças que ainda precisam de prosseguir o restante percurso de acabamentos, são transportados ou para o parque 6 ou para o 9 ou ainda para o 8, com uma empilhadeira.

Nesta actividade, conforme se pode observar no gráfico de análise de processo nº 4 em anexo 4, as peças percorrem 103 metros de distância e demoram cerca de 7222 minutos. Estão envolvidos dois operários, o condutor da empilhadeira e o operador da granalhadora que também conduz o porta-paletes.

5ª Actividade: Endireitamento e Calibragem de peças

Os contentores que vão para o parque 6 também esperam nesta zona algum tempo, cerca de 4 horas, devido à operação de endireitamento e calibragem ser bastante demorada.



Fig. 4.2.2.1.9. - Endireitamento e calibragem das peças

Um operário para calibrar dois contentores com peças demora cerca de 6,5 horas, dos quais separou 320 peças boas e 676 peças para recuperar, tudo depende do tipo e do seu estado. Conforme se pode observar na figura 4.2.2.1.9., as peças boas são colocadas dentro de caixotes e embaladas para serem transportadas com um porta-paletes para o parque A, para quando a empilhadeira estiver livre, levar estes caixotes para o APA1.

As peças, nesta actividade, percorrem uma distância de 72 metros e demoram cerca de 662,5 minutos. Estão envolvidos dois operários, o condutor da empilhadeira e o do controlo de endireitamento e calibragem. Este último é o que conduz o porta-paletes. Ver gráfico de análise de processo nº 5 em anexo 4.

6ª Actividade: Protecção das peças

Os contentores que vão para o parque 9 esperam aqui relativamente pouco tempo, mais ou menos 1 hora, sendo encaminhados para um local onde as peças são despejadas num cesto e sujeitas a um banho de óleo para protecção das mesmas. Esta operação é rápida e só é realizada quando solicitada pelo cliente. Ver figura 4.2.2.1.10.



Fig. 4.2.2.1.10. - Protecção das peças

Após o banho, as peças são colocadas nos caixotes sendo transportados novamente para o parque 9 por dois homens com um porta-paletes, são pesados, embalados e colocados no parque 7. Daqui serão transportados por uma empilhadeira para o armazém de produtos acabados.

Esta é uma das actividades que menos tempo demora, cerca de 17,5 minutos, envolve quatro pessoas e, como meios de transporte e manuseamento dos caixotes, a ponte, um porta-paletes e a empilhadeira.

Esta actividade pode ser observada no gráfico de análise de processo nº 6.

7ª Actividade: Controlo de fundição final

No entanto, há peças que não necessitam de fazer esta última operação, vão logo do parque 9 directamente para o controlo final, conforme se pode ver na figura 4.2.2.1.11.



Fig. 4.2.2.1.11. - Controlo de fundição final

O tempo de espera neste parque depende do tempo que as peças demorarem no controlo. Mais uma vez, o tipo, o tamanho e o aspecto físico das peças, isto é, se os acabamentos anteriores foram bem feitos, é que condicionam o tempo de espera.

Uma operária demora cerca de 1 hora a controlar um contentor com peças.

Após esta tarefa, as peças são colocadas em caixotes e colocados no parque 7 com um porta-paletes. Ver figura 4.2.2.1.12.



Fig. 4.2.2.1.12. - Parque 7

Assim que o parque 7 estiver lotado, a empilhadeira transporta os caixotes para o APA1, o qual se pode observar na figura 4.2.2.1.13.



Fig. 4.2.2.1.13. - APA1 (Armazém de produtos acabados)

Esta actividade é a actividade final de todo o ciclo do processo de acabamentos e demora relativamente pouco tempo, cerca de 283 minutos, envolve três pessoas, uma que faz o controlo das peças, uma para conduzir o porta-paletes e outra para conduzir a empilhadeira. As peças, nesta actividade, percorrem 116 metros de distância, como se pode constatar no gráfico de análise de processo nº 7 em anexo 4.

Os contentores que foram colocados no parque 8 por uma empilhadeira, percorrem 75 metros em 56 segundos, são contentores com peças de alta tensão, designados por TTE e que precisam de ir para a outra empresa, a UNIFER, para galvanizar. Quando regressam são descarregados do camião por uma empilhadeira e colocados directamente no APA1 ou então quando necessário ainda passam pela célula de furação e roscagem para lhes serem efectuados os últimos acabamentos.

Seguidamente são colocadas em caixotes, embaladas e vão para o armazém de produtos acabados.

4.3 Sistema Futuro

Foi impossível realizar um estudo e obter resultados reais da eficiência e produtividade da máquina de moldar DISA 2013 MK4, a qual já se encontra instalada mas não em funcionamento, e a todo o percurso e processos de acabamentos das peças fundidas pela mesma até ao armazém de produtos acabados. Assim, o estudo foi baseado em resultados esperados e nas características de catálogo da máquina de moldar.

A nova máquina de moldar irá utilizar carga metal nodular para a produção de um produto novo, os travões de alta segurança para automóveis. Este novo produto possibilitará assim a entrada no mercado da indústria automóvel na Europa.

De acordo com o catálogo, a máquina de moldar DISA 2013 MK4 tem capacidade para produzir 420 moldações por hora sem machos e 370 moldações por hora com machos.

O peso do cacho médio por moldação é de 20 Kg e o rendimento nodular será 50%.

O sistema de vazamento que irá ser utilizado será diferente do actual conforme se pode ver nas figuras 4.3.1. e 4.3.2.



Fig. 4.3.1. - Sistema de vazamento actual

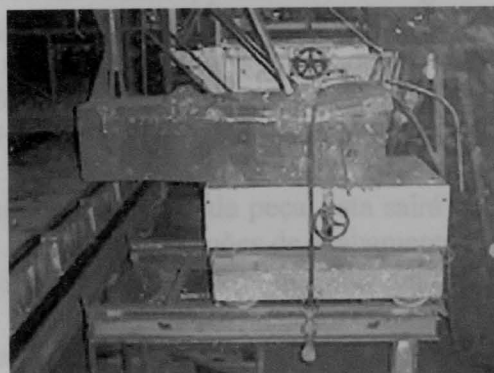


Fig. 4.3.2. - Novo sistema de vazamento

O novo sistema de vazamento é contínuo, sem paragem da máquina de moldar, não havendo assim interrupção de toda a linha de moldação, o que contribui para que a máquina tenha uma eficiência cerca 90%.

Com o sistema actual de vazamento, quando um dos lados está vazio, é preciso rodá-lo, encher de metal fundido e enquanto isso a máquina de moldar tem de parar algum tempo, deixando de produzir, juntamente com toda a linha de moldação.

A máquina nova possui um AMC que é uma espécie de transportador automático de moldação, conforme se pode ver na figura 4.3.3.

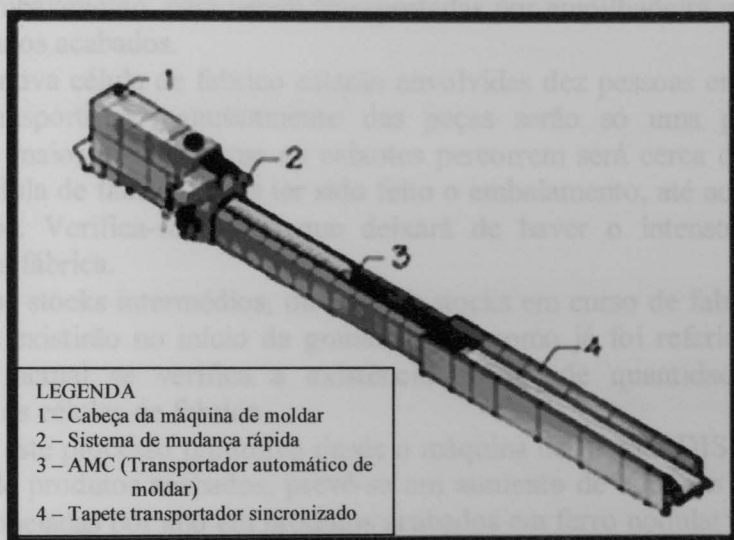


Fig. 4.3.3. - DISA 2013 MK4

Este sistema foi projectado para transportar as moldações em fila, ou seja, possui um êmbolo que as empurra e as acompanha no seu movimento, permitindo uma grande precisão e possibilitando assim a ausência de folgas entre as moldações.

A máquina antiga DISA 2011 MK2 era mais lenta e sem precisão de processo, não possuía AMC, as moldações eram empurradas através de um sistema com impacto, o que provocava desencontros nas dimensões do “bolo”, isto é, da moldação, e a peça perdia todo o rigor dimensional.

Como a máquina também desagrega totalmente o cacho da peça, esta sairá com menos rebarbas o que faz com que não necessite de muitas operações de acabamentos.

Todas estas características da máquina nova contribuem para que esta seja mais rápida e com maior rigor dimensional.

Prevê-se assim, que a máquina de moldar produzirá 378 moldações por hora o que significa 3780 Kg por hora de fundição controlada. Ao fim de um dia de trabalho, com três turnos laborais de 8 horas cada um, obter-se-á 90,7 toneladas de peças fundidas, ao fim de um ano a produção será de 20593 toneladas.

Quanto aos acabamentos das peças, irá ser implantada uma célula de fabrico disposta de acordo com o layout em anexo 2.

Assim que as peças chegarem ao fim da linha de moldação, serão colocadas em caixotes e transportadas através de uma ponte para o local de caixotes de obra suja. Aqui, neste local, inicialmente os caixotes irão permanecer algum tempo, ou seja, irão ficar em stock antes de irem para a granalhadora, mas futuramente, isto não acontecerá, porque nesta secção de acabamentos a produção será organizada em fluxo tenso trabalhando à cadência da máquina de moldar.

Após as peças serem granalhadas e colocadas em contentores, estes serão transportados por uma ponte para uma espécie de “dumper”, o qual virará fazendo cair as peças num tapete vibratório ou então os caixotes serão colocados no local para obra limpa. A seguir as peças passam pelos balancés, onde estarão dois operários para retirar os gitos às peças, sendo depois depositados num local próprio para os gitos.

As peças continuarão pelo tapete transportador e passarão pelas mós e pelo disco para rebarbar; estas operações serão feitas por três operários. Depois, serão novamente colocadas no tapete e passarão pelas operações de endireitamento e controlo, sendo estas realizadas por dois operários. Logo a seguir as peças são colocadas em caixotes,

realizando-se o embalamento, para serem transportadas por empilhadeira para o APA1, armazém de produtos acabados.

Com esta nova célula de fabrico estarão envolvidas dez pessoas em cada turno. Os meios de transporte e manuseamento das peças serão só uma ponte e uma empilhadeira; e a maior distância que os caixotes percorrem será cerca de 20 metros, desde o fim da célula de fabrico, após ter sido feito o embalamento, até ao armazém de produtos acabados. Verifica-se assim, que deixará de haver o intenso tráfego das empilhadeiras pela fábrica.

Também os stocks intermédios, ou seja, os stocks em curso de fabrico deixarão de existir, apenas existirão no início da granalhadora, como já foi referido. Enquanto que na situação actual se verifica a existência de grande quantidade de stocks intermédios entre as células de fabrico.

Com todo este processo produtivo desde a máquina de moldar DISA 2013 MK4 até ao armazém de produtos acabados, prevê-se um aumento de entradas em armazém cerca de 20.000 toneladas por ano em produtos acabados em ferro nodular com cerca de 460 colaboradores. Em comparação com o ano de 1997 em que entravam em armazém só 12.000 toneladas de peças acabadas em ferro nodular com a colaboração de 600 pessoas.

Analisando o sistema actual e o sistema futuro não existem termos comuns de comparação porque a carga metal é diferente, o tipo de peças é diferente, e também devido às características das máquinas de moldar, tais como a eficiência, quantidade de metal vazado, número de moldações por hora, peso médio por moldação, peso do cacho e quantidade de fundição aproveitada.

Um primeiro objectivo das operações, exprimir os stocks intermédios, reduzir ao mínimo as operações de transporte, simplificar o fluxo das peças e facilitar o controlo da produção.

Na tentativa de resolver esta situação, organizaram-se células de fabrico, em que as máquinas foram agrupadas pelo trajeto a seguir por um dado tipo de peças, e dispostas conforme o layout em anexo 3, ao qual as máquinas se sucedem pelo ordenamento das operações de fabricação. O trabalho é realizado por operadores polyvalentes, cada qual efectuando consecutivamente, nas diferentes máquinas da célula, todas as operações relativas a uma mesma peça. Enquanto, anteriormente, tinha-se um operador por máquina, a polyvalência, assim criada, aumentou substancialmente a produtividade. Por este tipo de disposição oficial que existia antes da alteração da secção de acabamentos 2.

No entanto, quer os stocks intermédios quer as operações de transporte continuavam a existir. Os stocks no início e no fim das células de fabrico, e os transportes da granalhadora para o início da célula das mós suspensas e do fim desta para o local de transição para o armazém de produtos acabados.

Para resolver de vez este problema, organizou-se a produção em fluxo tendo que se caracterize de uma forma adaptativa por produzir um artigo de cada vez, pela existência de stocks intermédios e pela maximização da cadência das máquinas. Logo foi necessário alterar o layout da secção de acabamentos 2, sendo esta a actual disposição oficial após a alteração, como se pode constatar no desenho em anexo 6.

No nosso caso o output da máquina de moldar "VF" é de 81 moldações por hora pelo que teremos de afectar os recursos necessários e suficientes para que esse não pare e para que não se criem stocks intermédios.

Este tipo de organização permite simplificar todo o processo produtivo na medida em que a visibilidade do processo é total. Ou seja, a qualquer momento é

5. ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DA SECÇÃO DE ACABAMENTOS 2

5.1. Alteração do Layout de Acabamentos 2

5.1.1. Breve Descrição

As actividades são tradicionalmente organizadas nas fábricas de modo “funcional”.

A secção de acabamentos 2 é uma das secções integrada na Fundição II, na qual as máquinas estavam dispostas funcionalmente, ou seja, as máquinas que realizavam o mesmo tipo de operações eram agrupadas geograficamente. Por exemplo, as mós de rebarbar eram implantadas umas ao lado das outras e manobradas por operadores especializados em rebarbagem. O princípio era idêntico para os restantes equipamentos.

Esta disposição funcional permitia ao pessoal de cada sector realizar tarefas repetitivas muito especializadas, com mão de obra pouco qualificada; facilitava também a supervisão do trabalho, dado que cada encarregado ou chefe de equipa apenas tinha que conhecer um tipo de máquina ou um número limitado de tarefas.

As implantações funcionais tinham como efeito o aumento do percurso das peças, era impossível encadear as operações de produção referentes a uma mesma peça. Por vezes, entre duas operações sucessivas, as peças eram transportadas para um local de stockagem intermédia.

Era necessário encadear as operações, suprimir os stocks intermédios, reduzir ao mínimo as operações de transporte, simplificar o fluxo das peças e facilitar o controlo da produção.

Na tentativa de resolver esta situação, organizaram-se células de fabrico, em que as máquinas foram agrupadas pelo trajecto a seguir por um dado tipo de peças, e dispostas conforme o layout em anexo 5, no qual as máquinas se sucediam pela ordem de execução das operações de fabricação. O trabalho era realizado por operadores polivalentes, cada qual efectuando consecutivamente, nas diferentes máquinas da célula, todas as operações relativas a uma mesma peça. Enquanto, anteriormente, tinha-se um operador por máquina, a polivalência, assim criada aumentou substancialmente a produtividade. Era este tipo de disposição oficial que existia antes da alteração da secção de acabamentos 2.

No entanto, quer os stocks intermédios quer as operações de transporte continuavam a existir. Os stocks no início e no fim das células de fabrico, e os transportes da granalhadora para o início da célula das mós suspensas e do fim desta para o local de transição para o armazém de produtos acabados.

Para resolver de vez este problema, organizou-se a produção em fluxo tenso que se caracteriza de uma forma simplista: por produzir um artigo de cada vez, pela inexistência de stocks intermédios e pela maximização da cadência das máquinas. Logo foi necessário alterar o layout da secção de acabamentos 2, sendo esta a actual disposição oficial após a alteração, como se pode constatar no desenho em anexo 6.

No nosso caso o output da máquina de moldar “GF” é de 81 moldações por hora pelo que teremos de afectar os recursos necessários e suficientes para que esta não pare e para que não se criem stocks intermédios.

Este tipo de organização permite simplificar todo o processo produtivo na medida em que a visibilidade do processo é total. Ou seja, a qualquer momento é

perfeitamente possível conhecer o output do fluxo controlando a máquina de moldar “GF”.

Por outro lado, devido à visibilidade do processo, um profissionalismo de todos os intervenientes nas relações que se estabelecem é um atributo fundamental.

Relembrar que temos como objectivo a máxima eficiência da máquina de moldar “GF”, e também eliminar as operações de transporte.

E, para se concretizar este projecto foi necessário investir cerca de 14 mil contos em mão de obra e materiais.

5.1.2. Benefícios obtidos com a alteração

5.1.2.1. Transporte de peças

Para se proceder à análise da produtividade do sector de acabamentos 2, tomou-se como exemplo, um dos produtos feitos na máquina de moldar “GF”, o cárter que é uma das peças para automóveis e veículos motorizados, que são classificados pela empresa por produtos VMM.

Para este equipamento de moldação, a produção máxima é de 81 moldações por hora, cada moldação faz 2 peças, ou seja, 2 cárteres, numa hora produzem-se 162 cárteres.

Estas peças são transportadas em contentores, cada contentor leva 20 cárteres, para transportar os 162 cárteres são necessários 8 contentores.

A empilhadeira leva um contentor de cada vez e, demorava a percorrer 64 segundos, no trajecto da granalhadora até às mós suspensas com um contentor cheio e no regresso com um vazio.

O custo da empilhadeira por hora é cerca de 1.918\$00.

Para transportar os oito contentores demorava cerca de 512 segundos, sendo assim este tempo de transporte custava 272\$80, ao fim do ano de trabalho era cerca de 1.490 contos.

Depois das peças terem passado pela célula das mós suspensas, elas são colocadas em caixotes, cada caixote leva 18 cárteres, para transportar os 162 cárteres são precisos 9 caixotes.

O transporte do caixote era feito com um porta-paletes puxado por um homem que demorava, do local das mós suspensas até ao local de transição para o APA (armazém de produtos acabados), 49 segundos e no regresso cerca de 26 segundos, o que perfaz um total de tempo despendido neste transporte 75 segundos.

Para a empresa, o custo médio por hora do operário é de 1.194\$00, logo o custo do tempo de transporte feito pelo operário ficava em média por 223\$90, ao fim do ano representava um custo mais ou menos de 1.220 contos, todos estes cálculos podem ser verificados na demonstração feita no anexo 7.

5.1.2.3. Stock em curso de fabrico

Antes da alteração do layout, existia uma dezoito contentores em stock em curso de fabrico, ou seja, peças que já tinham iniciado mas que ainda não tinham concluído o respectivo processo produtivo e que após a alteração, foi possível eliminar esses stocks, porque passou-se a produzir a cadência da máquina de moldar “GF”.

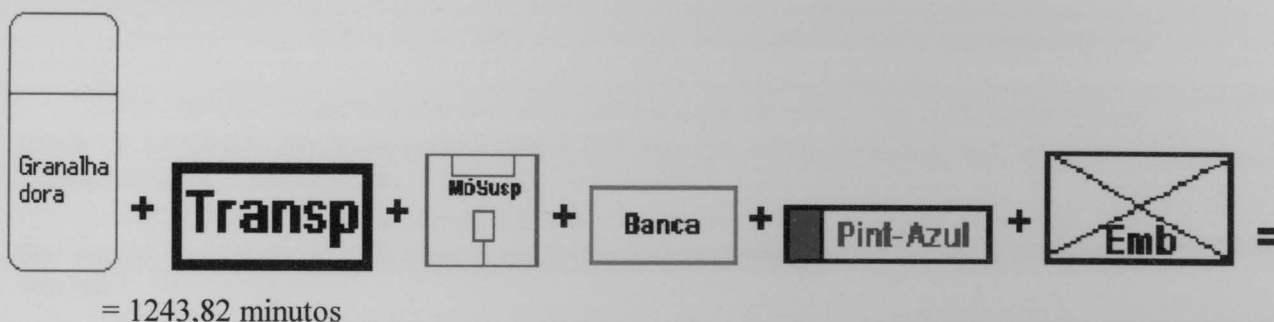
5.1.2.2. Aumento de produtividade

Em termos de produtividade nos acabamentos verificou-se um aumento.

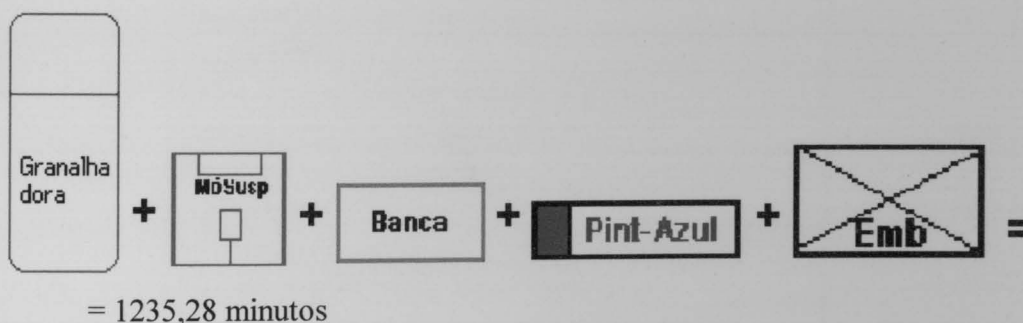
Na situação anterior o tempo que os 162 cárteres demoravam, durante o processo de acabamento desde a granalhadora até ao embalamento, era 1243,82 minutos.

Na situação actual o tempo de processamento de acabamentos dos 162 cárteres é de 1235,28 minutos. Pode-se analisar todo o processo e métodos de acabamentos adoptados, nas seguintes figuras.

Situação Anterior:



Situação Actual:



Verifica-se, que houve uma diminuição do tempo de processamento de acabamentos das peças, de 8,54 minutos.

Sendo assim, é possível fazer mais peças por hora na secção de acabamentos 2.

5.1.2.3. Stocks em curso de fabrico

Junto às mós suspensas, antes da alteração do layout, existiam cerca de seis a sete contentores em stock com peças em curso de fabrico, ou seja, peças que já tinham iniciado mas que ainda não tinham concluído o respectivo processo produtivo e que após a alteração, foi possível eliminar esses stocks, porque passou-se a produzir à cadência da máquina de moldar “GF”.

Feita a análise da produtividade da secção de acabamentos 2, o investimento realizado na alteração do layout da mesma, é amortizado a uma taxa de 12,5 %, o que perfaz a quantia de amortização cerca de 1.765 contos por ano, sendo por isso necessários oito anos para amortizar este investimento

De acordo, com os cálculos efectuados o investimento é perfeitamente viável, pois os benefícios tais como, a eliminação dos transportes das peças e dos stocks intermédios e o aumento de produtividade que obtemos, justificam esse mesmo investimento.

A máquina de moler "Gf", na produção das placas-moldo, demorava cerca de 13 minutos, o que era um tempo bastante significativo atendendo à produtividade e custos para a empresa.

Normalmente, trocava-se por dia, 6 a 7 trocas de equipamento, o que leva a que a máquina esteja parada durante 38 a 51 minutos diários, respectivamente.

O tempo de paragem em cada troca era bastante elevado, pois representava uma perda de produção diária de ordem dos 4.644 Kg em peças fundidas, em termos de vendas cerca de 2.031 contos.

Orç, este valor significava para a empresa um custo alto, pois nos 13 minutos em que a máquina estava parada para a troca das placas-moldo, não conseguia aquelas vendas.

Tendo em conta este tempo de paragem, a máquina de moler "Gf" tinha uma actividade de 69,2% e fazia por hora 56 moldapex, conforme se pode verificar no quadro 6.1.1.

Tempo de troca peças	13
Tempo médio troca equipamento	45,2
Rendimento %	69,2
Custo da carga metal moldo (Kg peças)	47,7
Custo da carga metal trocas (Kg peças)	4,644
Preço à venda (Kg peças)	7,35
Actividade %	69,2
Moldapex/hora	56
Valor da perda de produção diária em moldapex	1.204
Valor vendido dos moldapex produzidos diariamente	51.873,6
Custo anual moldo* (7 trocas)	3.825,000
Produção moldo* (7 trocas)	37,12
Moldapex produzidos por hora (7 trocas)	37,12
Preço à venda moldo* (7 trocas)	25.171,2
Valor da perda de produção diária em moldapex	6.145,280

Quadro 6.1.1 - Produtividade antes da alteração

Éra necessário reduzir o tempo de paragem da máquina, no sítio, durante o tempo de mudança das placas-moldo.

Para isso, fez-se uma alteração do arranjo da máquina, como se pode ver nos layouts e figuras 6.1.1.1. e 6.1.1.2, nos anexos 8 e 9, em que são representados respectivamente a situação anterior e posterior à alteração.

6. ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DA MÁQUINA DE MOLDAR “GF”

6.1. Alteração na Máquina de Moldar “GF”

6.1.1. Breve Descrição

A máquina de moldar “GF”, na mudança das placas-molde, demorava cerca de 13 minutos, o que era um tempo bastante significativo atendendo à produtividade e custos para a empresa.

Normalmente, fazem-se por dia, 6 a 7 trocas de equipamento, o que leva a que a máquina esteja parada durante 78 a 91 minutos diários, respectivamente.

O tempo de paragem em cada troca era bastante elevado, pois representava uma perda de produção diária na ordem dos 8.644 Kg em peças fundidas, em termos de vendas cerca de 2.031 contos.

Ora, este valor significava para a empresa um custo alto, pois nos 13 minutos em que a máquina estava parada para a troca das placas-molde, não concretizava aquelas vendas.

Tendo em conta este tempo de paragem, a máquina de moldar “GF” tinha uma actividade de 69,2% e fazia por hora 66 moldações, conforme se pode verificar no quadro 6.1.1.

Tempo de troca (minutos)	13
Peso cacho médio (Kg/molidação)	46,6
Rendimento (%)	57
Custo da carga metal nodular/Kg (Esc.)	47,7
Custo da energia eléctrica/Kg (Esc.)	8,69
Preço de venda/Kg (Esc.)	235
Actividade (%)	69,2
Moldações/hora	66
Moldações/dia (Moldações/hora*Act.*24 horas)	1.096
Metal vazado/dia (Moldações/dia*Peso cacho médio) (Kg)	51.073,6
Custo (Metal vazado/dia*(47,7+8,69))	2.880.040
Fundição controlada (Metal vazado/dia*0,57) (Kg)	29.112
Refugo (Fundição controlada*0,101) (Kg)	2.940,3
Fundição aproveitada (Fundição controlada – Refugo) (Kg)	26.171,7
Vendas (Fundição aproveitada*235) (Esc.)	6.150.349,5

Quadro 6.1.1. - Produtividade antes da alteração

Era necessário reduzir o tempo de paragem da máquina, ou seja, diminuir o tempo de mudança das placas-molde.

Para isso, fez-se uma alteração do processo de mudança, como se pode verificar nos layouts e figuras 6.1.1.1. e 6.1.1.2., nos anexos 8 e 9, em que está representada respectivamente a situação anterior e posterior à alteração.

Para se proceder a esta alteração, projectou-se tudo aquilo que iria ser preciso para se fazerem os trabalhos de modificação, tais como as dimensões exactas do espaço necessário, para o qual se fez a demolição da laje em viga em betão armado, para se aplicar as barras com os rodízios para as caixas com as placas-molde deslizarem e posicionar correctamente as barras para que ao fazer a mudança de equipamento esta fosse feita sem qualquer problema.

Também, se dimensionou o mono-rail de acordo com as posições das caixas com as placas-molde, para assim se proceder a mudança correcta, rápida e sem esforço para os operários, comprar todos os acessórios necessários tais como rolamentos, parafusos, anilhas, anéis, etc. O investimento que foi feito com esta alteração foi cerca de 1.539 contos. (Ver quadro 6.1.2.).

Valores em escudos	
Mão-de-obra:	
Torneiro	320.000
Frezador	64.000
Contratada	293.465
Total da mão-de-obra	677.465
Material:	
40 Rodízios	76.320
8 Barras	92.160
60 Parafusos M10*40	3.444
20 Parafusos M10*35	994
80 Anéis grandes 62 DIN 472	4.048
80 Anéis pequenos 30 DIN 471	912
80 Rolamentos 6206 RS	162.978
40 Anilhas	4.320
Viga IPN 160	10.176
100 Eléctrodos Numal	1.000
Chapa em xadrez	49.470
Cementação e Rectificação	88.000
Total de material	493.822
Serviços Efectuados:	
Demolição de laje em viga em betão armado	367.400
Total do Investimento	1.538.687

Quadro 6.1.2. - Investimento realizado com a alteração

Com esta alteração, conseguiu-se uma redução do tempo de mudança das placas-molde para cerca de 3 minutos, como consequência, o tempo de paragem da máquina de moldar também diminuiu.

Assim, diariamente a máquina pára cerca de 18 a 21 minutos se fizerem 6 a 7 trocas de equipamento, respectivamente.

Como era de esperar a actividade da máquina de moldar aumentou para 75% e também o número de moldações para 81 por hora, como se pode constatar no quadro seguinte.

7. CONCLUSÃO

Tempo de troca (minutos)	3
Peso cacho médio (Kg/moldação)	46,6
Rendimento (%)	57
Custo da carga metal nodular/Kg (Esc.)	47,7
Custo da energia eléctrica/Kg (Esc.)	8,69
Preço de venda/Kg (Esc.)	235
Actividade (%)	75
Moldações/hora	81
Moldações/dia (Moldações/hora*Act.*24 horas)	1.458
Metal vazado/dia (Moldações/dia*Peso cacho médio) (Kg)	67.942,8
Custo (Metal vazado/dia*(47,7+8,69))	3.831.294,5
Fundição controlada (Metal vazado/dia*0,57) (Kg)	38.727,4
Refugo (Fundição controlada*0,101) (Kg)	3.911,5
Fundição aproveitada (Fundição controlada – Refugo) (Kg)	34.815,9
Vendas (Fundição aproveitada*235) (Esc.)	8.181.736,5

Quadro 6.1.3. - Produtividade depois da alteração

Como se pode verificar pelos cálculos efectuados, no quadro 6.1.3., em consequência da diminuição do tempo de mudança das placas-molde, aumentou o metal vazado por dia e o respectivo custo.
Mas, o acréscimo de custo é compensado pelo acréscimo das vendas.

	Antes (13 minutos)	Depois (3 minutos)	Incremento
Moldações/hora	66	81	15
Actividade (%)	69,2	75	5,8
Moldações/dia	1096	1458	362
Metal vazado/dia (Kg)	51.076,3	67.942,8	16.869,2
Fundição aproveitada (Kg)	26.171,7	34.815,9	8.644,2
Custo metal vazado/dia (Esc.)	2.880.040	3.831.295	951.255
Vendas/dia (Esc.)	6.150.350	8.181.737	2.031.387
Benefício/dia (Vendas-Custo) (Esc.)	3.270.310	4.350.442	1.080.132

Quadro 6.1.4. - Comparação antes vs. depois

De acordo com os cálculos efectuados no quadro 6.1.4, verifica-se que o investimento efectuado com a alteração do processo de mudança das placas-molde na máquina “GF” é perfeitamente viável, porque tendo em conta só o tempo de troca das caixas, verifica-se um benefício diário na ordem dos 1.080 contos, o que amortiza rapidamente o investimento realizado.

7. CONCLUSÃO

O objectivo do estágio consistiu no estudo da eficiência e produtividade de uma nova máquina de moldar DISA 2013 MK4 e de todo o subsistema complementar, ou seja, os transportes internos e manuseamento de peças, os stocks intermédios e a mão-de-obra envolvida no processo produtivo.

Considero que os objectivos do estágio não foram totalmente cumpridos, uma vez que a instalação da nova máquina de moldar e a respectiva célula de fabrico ainda não se encontrava concluída, quando terminou o período de estágio.

Mesmo assim, foi possível chegar a resultados bastante satisfatórios, pois com a nova máquina verificar-se-á um aumento de produtividade em ferro nodular de 20.500 toneladas por ano, o que significa um aumento de entrada em armazém de produtos acabados e consequentemente um aumento do volume de vendas.

Para se proceder à viabilidade do projecto foi necessário realizar o levantamento da situação actual, analisar todo o processo produtivo da máquina de moldar DISA 2011 MK2 e das células de fabrico de acabamentos.

Ao longo do levantamento e análise do sistema actual, verificaram-se pontos e situações que eram passíveis de melhoramentos.

São frequentes as deslocações das empilhadeiras, entre os diversos sectores, com o transporte dos contentores em que as distâncias percorridas são elevadas.

Na secção de acabamentos, sempre que é feita uma operação nas peças, estas são colocadas em parques existentes ao longo das células de fabrico, à espera da próxima operação. Por vezes o tempo de espera é bastante longo, verificando-se assim, em alguns parques, uma elevada quantidade de stocks em curso de fabrico.

No estudo do sistema futuro foi feito o planeamento e distribuição do processo produtivo para tentar maximizar a eficiência do operário, através da utilização da mão-de-obra com o mínimo de tempo produtivo e eliminar o mais possível as deslocações da empilhadeira e os stocks em curso de fabrico. Mas só se conseguirão obter soluções para melhorar a produtividade, se a organização interna desenvolver esforços paralelos no sentido de resolver problemas que de uma forma directa ou indirecta afectam o normal desenrolar das diversas tarefas.

São também necessárias soluções para resolver pontuais faltas de equipamento, níveis de ruído, poluição em todo o sector fabril e principalmente a falta de espaço e condições de trabalho no novo sector de acabamentos 2.

Também se poderia motivar o empenho dos trabalhadores, apoiando-os e concedendo-lhes o poder e responsabilidade nas tarefas que têm de executar, valorizando assim o seu trabalho.

Assim que a instalação da nova máquina de moldar e da célula de fabrico estiverem concluídas, deveria haver alguém que dê continuidade ao estudo da eficiência e da produtividade da máquina e do subsistema complementar.

A finalizar, gostaria de fazer um comentário sobre os benefícios que obtive durante o estágio.

A substituição das disciplinas do 2º semestre do 5º ano pelo estágio no plano curricular da Licenciatura em Gestão e Engenharia Industrial, tem como principal objectivo fomentar a ligação entre o meio académico e o meio industrial.

Assim, foi-me dada a oportunidade de conhecer o mundo empresarial e de aí tentar aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso.

Ao fim dos seis meses de estágio adquiri uma experiência industrial de grande valor através do contacto com todos os colaboradores, desde o operário da linha de moldação ao director de operações, que proporcionaram um ambiente e uma equipa de trabalho de franca colaboração e apoio.

Considero que o estágio é fundamental para a formação académica, sendo complementar ao curso, pois os conhecimentos práticos que obtive durante o estágio não foram menos importantes que os conhecimentos teóricos que adquiri durante o curso.

Feup, Tecnologia Mecânica II – Introdução à Fundição

Niemann Lee, Making Manufacturing Cells Work

IPF de São Paulo-Brasil, Metalurgia dos Ferros Fundidos Carbonáceos e Nodulares

BIBLIOGRAFIA

Bernardo Calafate Vasconcelos, **Organização e Estratégia de Empresas**

CF&A, **Manual do Curso de Introdução à Produção em Fluxo (Eurofer)**

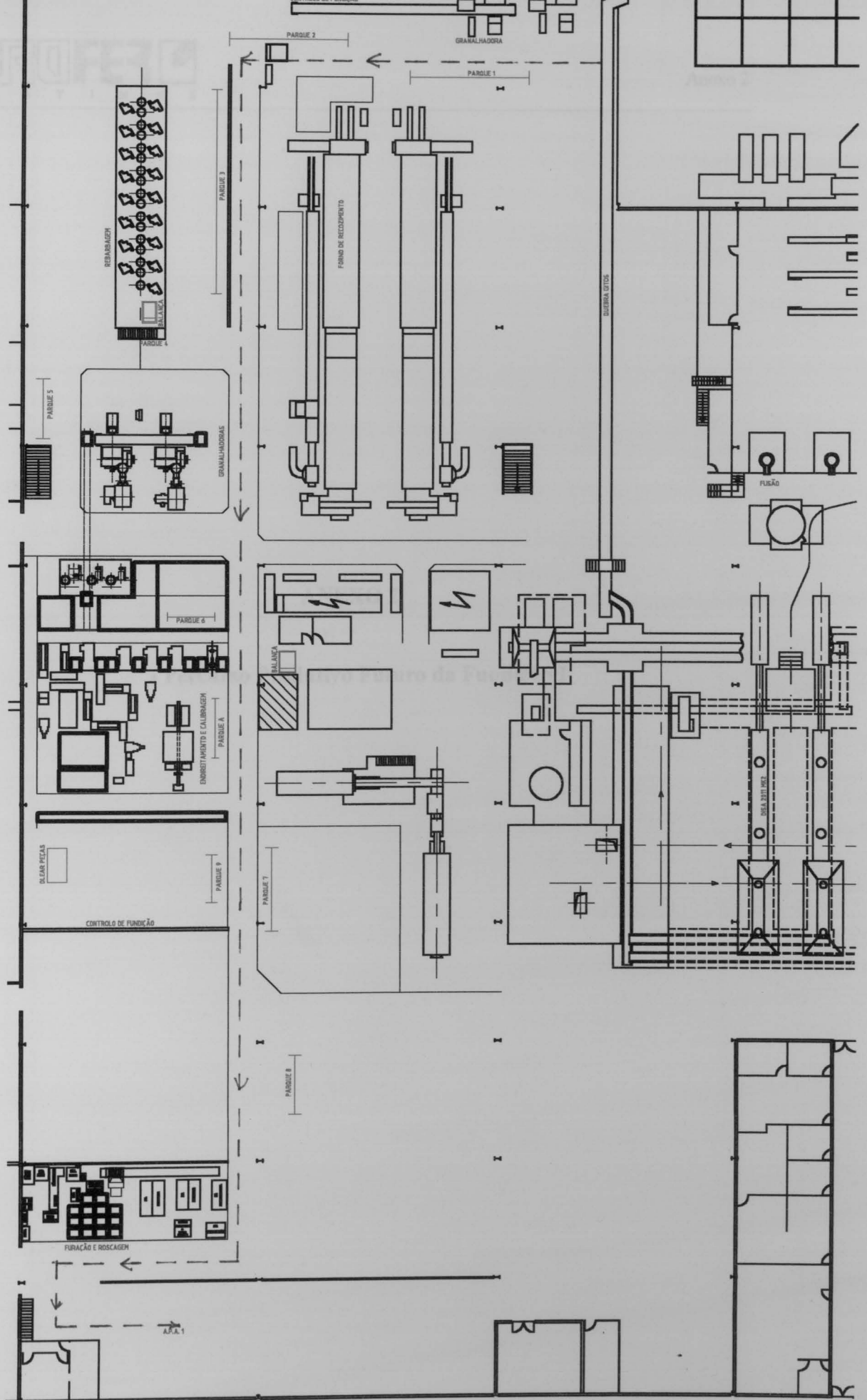
Feup, **Tecnologia Mecânica II – Introdução à Fundição**

Nieman Lee, **Making Manufacturing Cells Work**

IPT de São Paulo-Brasil, **Metalurgia dos Ferros Fundidos Cinzentos e Nodulares**

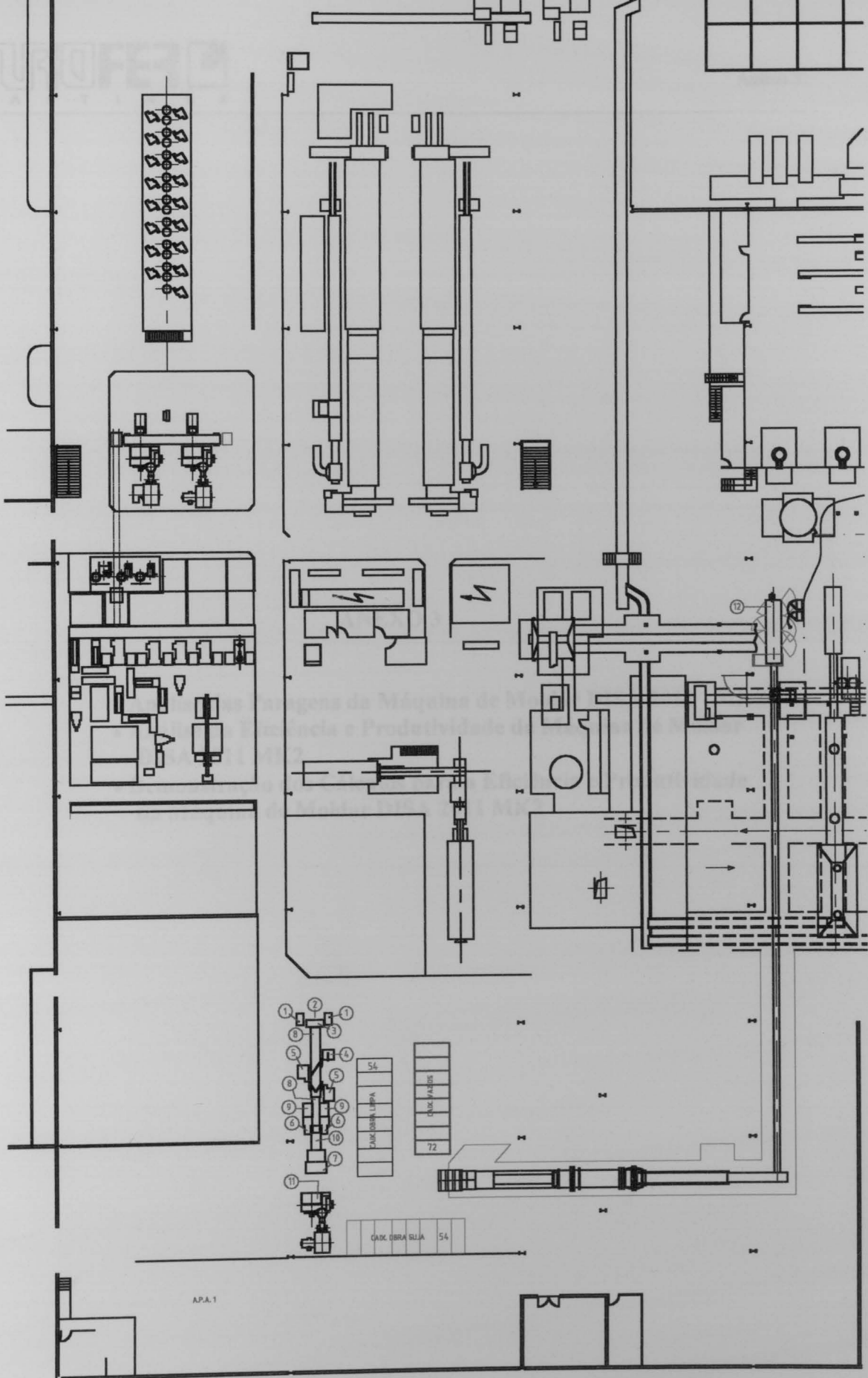
ANEXO 1

• Percurso Produtivo Actual da Fundição I



ANEXO 2

• Percurso Produtivo Futuro da Fundação I



Máquina	Parâmetros da Máquina								Total			
	1	2	3	4	5	6	7	8	Parâmetros	Produtividade	Produtividade	
Modelo				1,0	1,0	0,9	7,4	0,3	10,6	35,0	45,8	
Parâmetros	1,0	0,5		0,3	1,9	1,2	6,3	0,8	0,2	12,2	39,4	51,6
Parâmetros	6,4	0,6	1,3	0,3	1,9	1,4	8,5	0,4	0,4	21,2	50,4	71,6
Parâmetros	3,6	0,8	5,3	0,8	2,5	1,1	3,3	3,3	47,8	101,4	149,6	
Parâmetros	0,6	3,3	1,1	0,2	0,7	0,2	1,6	1,6	27,0	56,7	83,7	
Parâmetros	3,3	17,5	16,4	7,7	2,6	9,0	5,3	5,2	119,0	263,3	402,3	

ANEXO 3

- Análise das Paragens da Máquina de Moldar DISA 2011 MK2
- Análise da Eficiência e Produtividade da Máquina de Moldar DISA 2011 MK2
- Demonstração dos Cálculos para a Eficiência e Produtividade da Máquina de Moldar DISA 2011 MK2

DISA 2011	Paragens (horas)									Total Paragens	Horas Produção	Horas Possíveis Trabalho
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Janeiro				1,0	1,0	0,9	7,4		0,5	10,8	35,0	45,8
Fevereiro	1,0	0,5		0,3	1,9	1,2	6,3	0,8	0,2	12,2	39,4	51,6
Março	6,4	0,6	1,3	0,3	1,9	1,4	8,5	0,4	0,4	21,2	50,4	71,6
Abril	3,6	9,8	5,3	0,8	3,5	1,4	20,6	0,3	2,5	47,8	101,8	149,6
Maiο	6,6	5,5	1,1	0,2	0,7	0,4	10,9		1,6	27,0	56,7	83,7
Total	17,6	16,4	7,7	2,6	9,0	5,3	53,7	1,5	5,2	119,0	283,3	402,3

Tabela 4.2.1.- Análise das paragens

1 – Falta de ferro	4 – Avaria vazam. ou transp.	7 – Diversos
2 – Avaria na máquina	5 – Reparar colheres	8 – Ensaios
3 – Avaria prep. areias	6 – Mudar equipamento	9 – Transf. de ferro

	Horas Possíveis	Horas Trabalhadas	Moldações Vazadas	Moldações não Vazadas	Moldações não Vazadas (%)	Metal Vazado	Fundição Controlada	Fundição Aproveitada	Refugo (Kg)	Refugo (%)
Janeiro	45,8	35,0	6711	71	1,1	54445	12421	12243	178	1,4
Fevereiro	51,6	39,4	7804	110	1,4	60166	21404	20697	707	3,3
Março	71,6	50,4	9701	144	1,5	116340	42212	41048	1164	2,8
Abril	149,6	101,8	19302	377	2,0	199576	69964	65805	4159	5,9
Maio	83,7	56,7	10580	215	2,0	116512	42464	39716	2748	6,5
Total	402,3	283,3	54098	917	1,7	547039	188465	179509	8956	4,8

Tabela 4.2.2. - Produtividade da máquina de moldar DISA 2011 MK2

	Actividade (%)	Moldações por Hora	Rendimento Aproveitado (%)	Rendimento Controlado (%)	Peso por Moldação (Kg)	Peso cacho (Kg)
Janeiro	76	192	22	23	1,824	8,113
Fevereiro	76	198	34	36	2,652	7,710
Março	70	192	35	36	4,231	11,993
Abril	68	190	33	35	3,409	10,340
Maio	68	187	34	36	3,754	11,012
Total	70	191	33	34	3,318	10,112

Tabela 4.2.3. - Eficiência da máquina de moldar DISA 2011 MK2

Demonstração dos Cálculos para a Eficiência e Produtividade da Máquina Moldar DISA 2011 MK2

- Actividade da máquina (A)

$$A = \frac{T}{P} \times 100$$

T : Horas Trabalhadas
P : Horas Possíveis

$$A = \frac{283,3}{402,3} \times 100 = 70\%$$

- Moldações por hora (N)

$$N = \frac{M}{T}$$

M : Moldações Vazadas
T : Horas Trabalhadas

$$N = \frac{54098}{283,3} = 191$$

- Rendimento Aproveitado (RA)

$$RA = \frac{FA}{V} \times 100$$

FA : Fundição Aproveitada
V : Metal Vazado

$$RA = \frac{179509}{547039} = 33\%$$

- Rendimento controlado (RC)

$$RC = \frac{FC}{V} \times 100$$

FC : Fundição Controlada
V : Metal Vazado

$$RC = \frac{188465}{547039} \times 100 = 34\%$$

• Peso por moldação (P)

$$P = \frac{FA}{M} \quad \begin{array}{l} FA : \text{Fundição Aproveitada} \\ M : \text{Moldações Vazadas} \end{array}$$

$$P = \frac{179509}{54098} = 3,318 \text{ Kg}$$

• Peso cacho médio por moldação (PC)

$$PC = \frac{V}{M} \quad \begin{array}{l} V : \text{Metal Vazado} \\ M : \text{Moldações Vazadas} \end{array}$$

$$PC = \frac{547039}{54098} = 10,112 \text{ Kg}$$

• Refugo (R)

$$R = FC - FA$$

$$R = 188465 - 179509 = 8956 \text{ Kg}$$

$$R = \frac{R}{FC} \times 100$$

$$R = \frac{8956}{188465} \times 100 = 4,8\%$$

• Moldações não vazadas (MV)

$$MV = \frac{MV}{M} \times 100 \quad \begin{array}{l} MV : \text{Moldações não Vazadas} \\ M : \text{Moldações Vazadas} \end{array}$$

$$MV = \frac{917}{54098} \times 100 = 1,7\%$$

- Levantamento das Operações
- Estudo dos Tempos Operativos

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ANEXO 5

- **Layout Antes da Alteração da Secção de Acabamentos 2**

ANEXO 6

- Layout Após a Alteração da Secção de Acabamentos 2

Demonstração dos Cálculos Realizados na Análise de Produtividade da Secção de Acabamentos 2

Investimento realizado:

Material	7.762.751\$00
Mão-de-obra	6.355.372\$00
Total do investimento	14.118.273\$00

Produtividade da máquina de molde "Gr":

A máquina "Gr" produz 81 moldeões/hora.
Cada moldeão leva 2 cântaros.
A produtividade da máquina é de 162 cântaros/hora.

Benefícios que se adquirem com a alteração do layout:

⇒ Transporte de peças com a sua própria trajecto da granhadora para as mós suspensas:

ANEXO 7

• Demonstração dos Cálculos Realizados na Análise de Produtividade da Secção de Acabamentos 2

Custo hora	
Empilhadeira	1.700\$00
Mantenção	1.700\$00
Combustível 1,4 litros/hora	134\$00
Total do custo	1.934\$00

Um contentor leva 20 cântaros, logo são necessários 8 contentores para guardar os 162 cântaros.

A empilhadeira demora 32 segundos a efectuar o transporte de um contentor da granhadora para o início da célula das mós suspensas, assim:

$$\begin{aligned} 8 \text{ contentores} \times 32 \text{ seg.} \times 2 \text{ viagens} &= 512 \text{ segundos} \\ 8 \text{ horas} \times 512 &= 4096 \text{ segundos} \\ 4096 \div 3 \text{ turnos/dia} &= 12.288 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Numa hora, a empilhadeira neste transporte, trabalha 512 segundos.

Utilizando a seguinte fórmula para o cálculo do custo, temos:

$$\frac{\text{Tempo de Transporte} \times \text{Custo Horário da Empilhadeira}}{3600 \text{ segundos}}$$

Tempo de Transporte	Custo
512 segundos	272\$80
4096 segundos	2.182\$80
12.288 segundos (1 dia)	6.546\$80
1 mês (22 dias)	144.029\$60
1 ano (227 dias)	1.426.123\$60

Demonstração dos Cálculos Realizados na Análise de Produtividade da Secção de Acabamentos 2

Investimento realizado:

Material	7.762.751\$00
Mão-de-obra	<u>6.355.522\$00</u>
Total do investimento	14.118.273\$00

Produtividade da máquina de moldar “GF”:

- A máquina “GF” produz 81 moldações/hora.
- Cada moldação leva 2 cárteres.
- A produtividade da máquina é de 162 cárteres/hora.

Benefícios que se adquiriram com a alteração do layout:

⇒ Transporte de peças com a empilhadeira no trajecto da granalhadora para as mós suspensas:

- Custo horário da empilhadeira	
Empilhador	1.385\$00
Manutenção	379\$00
Combustível 1,4 litros/hora	<u>154\$00</u>
Total do custo	1.918\$00

Um contentor leva 20 cárteres, logo são necessários 8 contentores para guardar os 162 cárteres.

A empilhadeira demora 32 segundos a efectuar o transporte de um contentor da granalhadora para o início da célula das mós suspensas, assim:

$$\begin{aligned} 8 \text{ contentores} \times 32 \text{ seg.} \times 2 \text{ viagens} &= 512 \text{ segundos} \\ 8 \text{ horas} \times 512 &= 4096 \text{ segundos} \\ 4096 \times 3 \text{ turnos/dia} &= 12.288 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Numa hora, a empilhadeira neste transporte, trabalha 512 segundos.

Utilizando a seguinte fórmula para o cálculo do custo, temos:

$$\frac{\text{Tempo de Transporte} \times \text{Custo Horário da Empilhadeira}}{3600 \text{ segundos}}$$

Tempo de Transporte	Custo
512 segundos	272\$80
4096 segundos	2.182\$30
12.288 segundos (1 dia)	6.546\$80
1 mês (22 dias)	144.029\$60
1 ano (227 dias)	1.486.123\$60

⇒ Transporte de peças acabadas com o porta-paletes no trajecto da célula das mós suspensas para o local de transição para o APA:

- Custo horário do operário
1 Operário com porta-paletes 1.194\$00

Um caixote leva 18 cárteres, logo são necessários nove caixotes para embalar os 162 cárteres.

O operário, com o porta-paletes, demora 49 segundos a transportar um caixote da célula das mós suspensas para o local de transição para o armazém de produtos acabados e 26 segundos a voltar ao local das mós suspensas, no total este transporte de ida e volta demora 75 segundos, assim:

$$\begin{aligned} 9 \text{ caixotes} * 75 \text{ segundos} &= 675 \text{ segundos} \\ 8 \text{ horas} * 675 \text{ segundos} &= 5400 \text{ segundos} \\ 5400 \text{ segundos} * 3 \text{ turnos/dia} &= 16.200 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Numa hora, o operário neste transporte, trabalha 675 segundos.

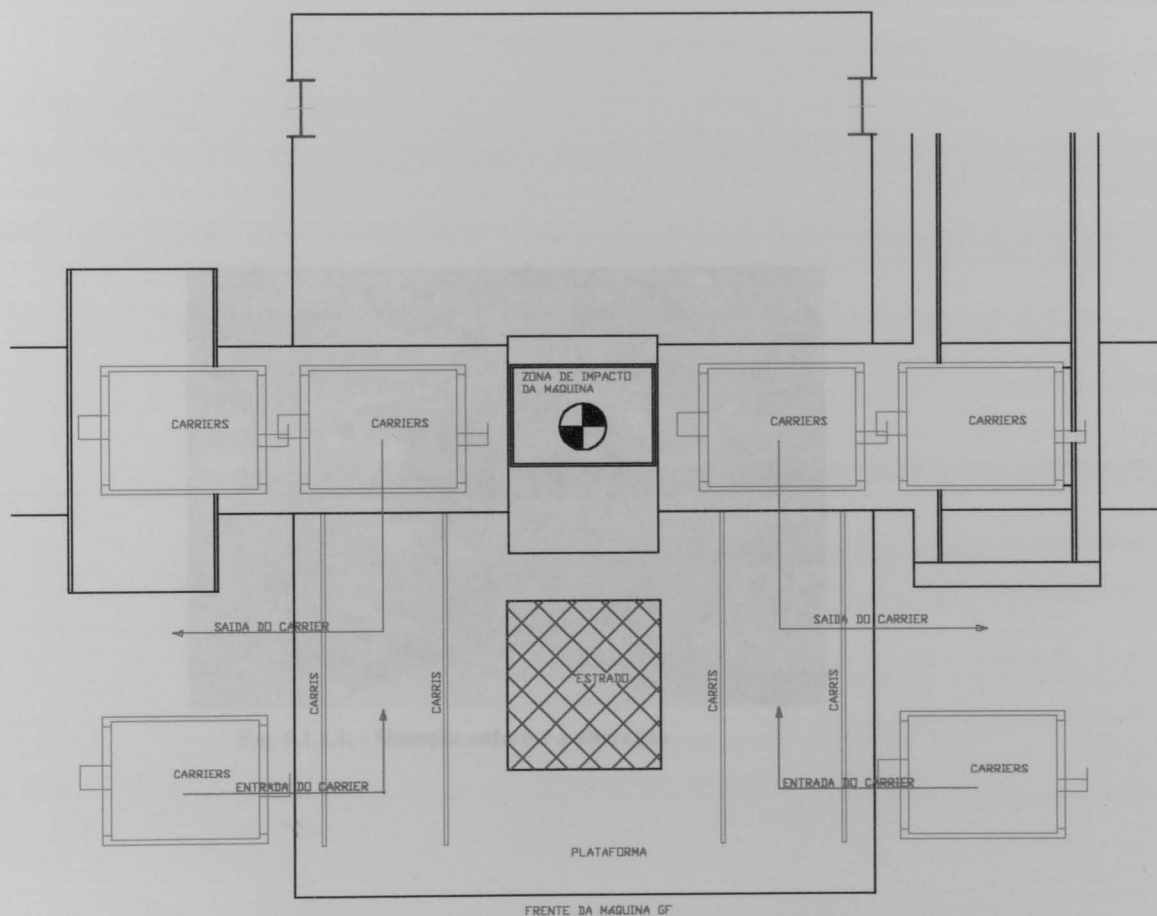
Utilizando a seguinte fórmula para o cálculo do custo, temos:

$$\frac{\text{Tempo de Transporte} \times \text{Custo Horário da Empilhadeira}}{3600 \text{ segundos}}$$

Tempo de Transporte	Custo
675 segundos	223\$90
4096 segundos	1.791\$00
12.288 segundos (1 dia)	5.373\$00
1 mês (22 dias)	118.206\$00
1 ano (227 dias)	1.219.671\$00

ANEXO 8

- **Layout e Fotografia Anterior à Alteração na Máquina de Moldar GF**



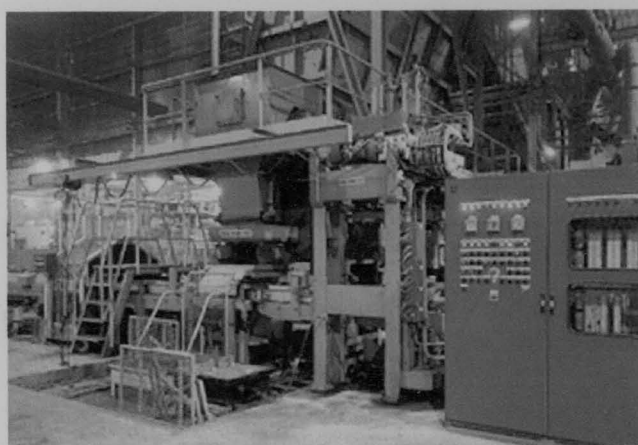
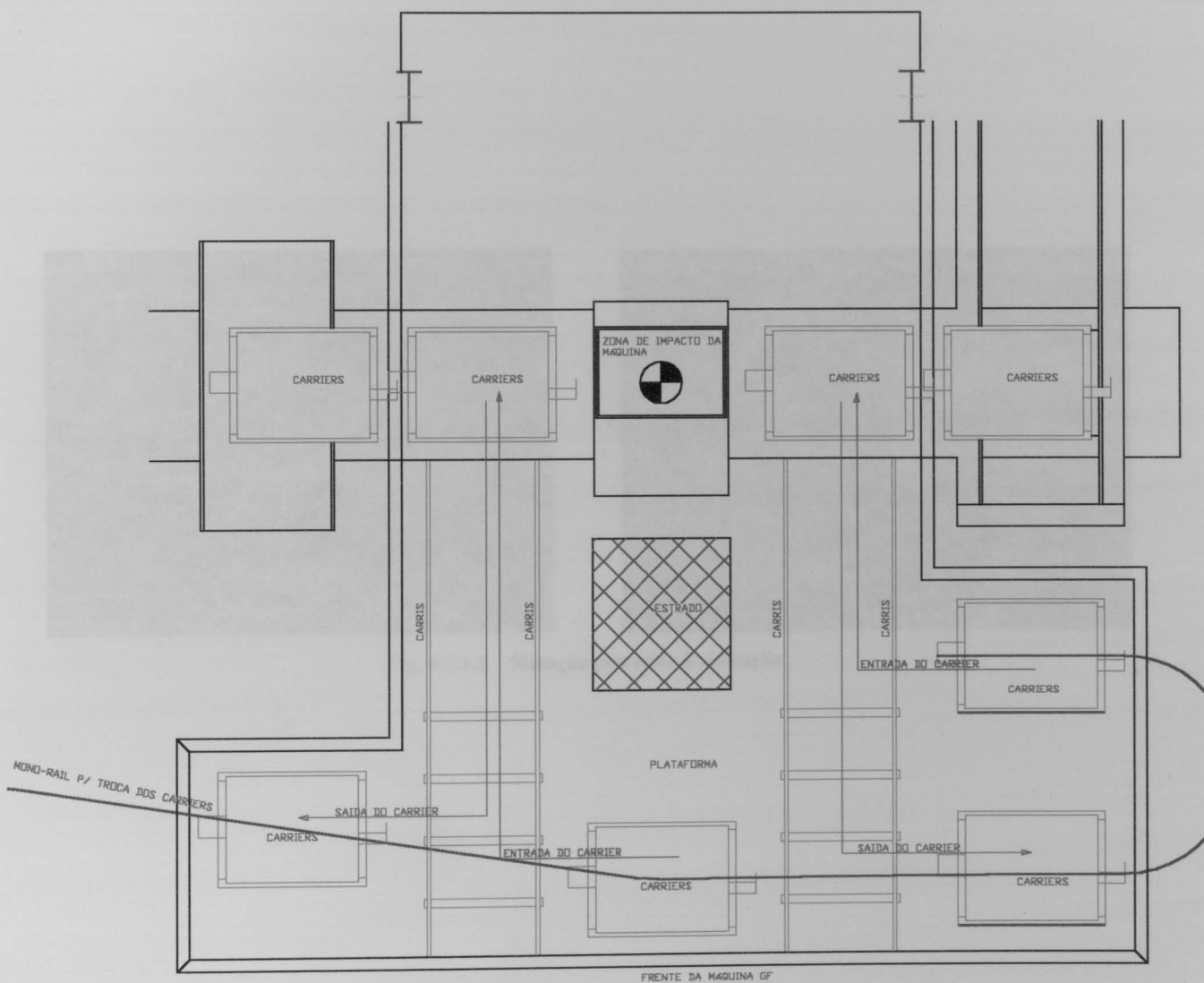


Fig. 6.1.1.1. - Situação anterior à alteração

ANEXO 9

- **Layout e Fotografia Posterior à Alteração na Máquina de Moldar GF**



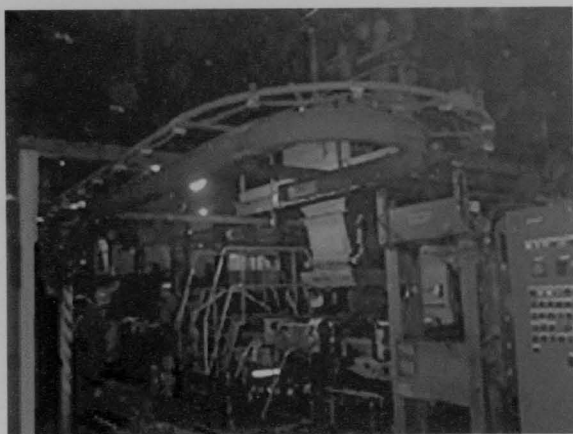
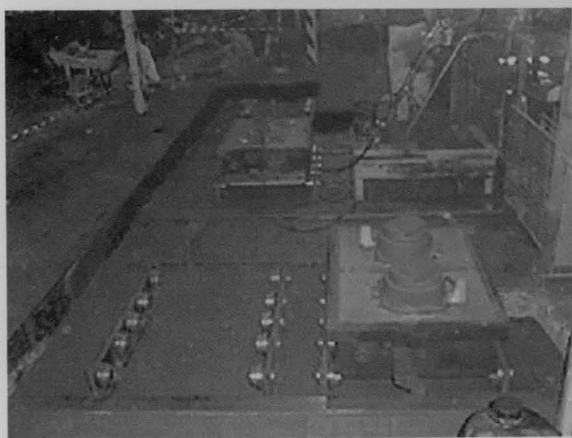
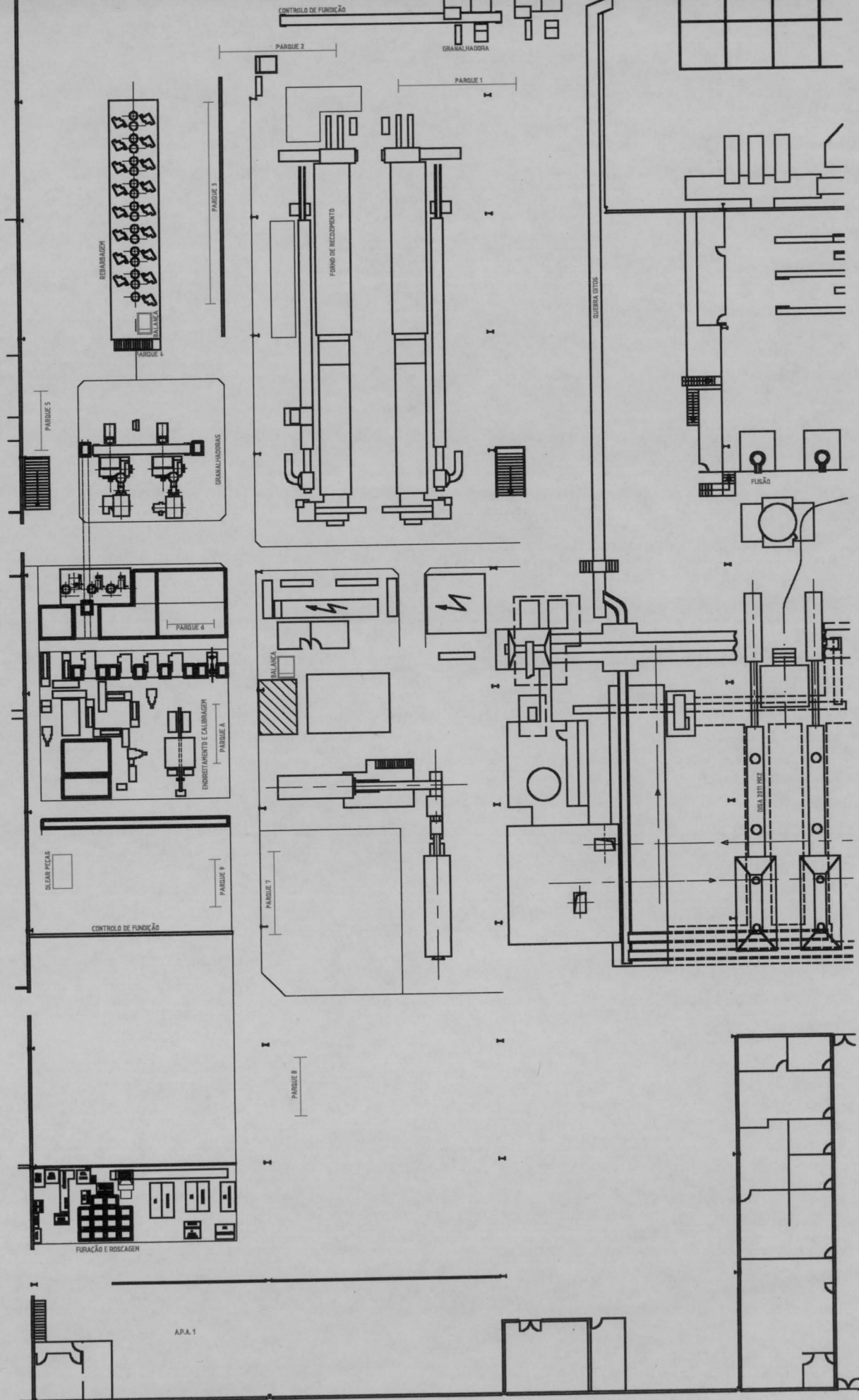
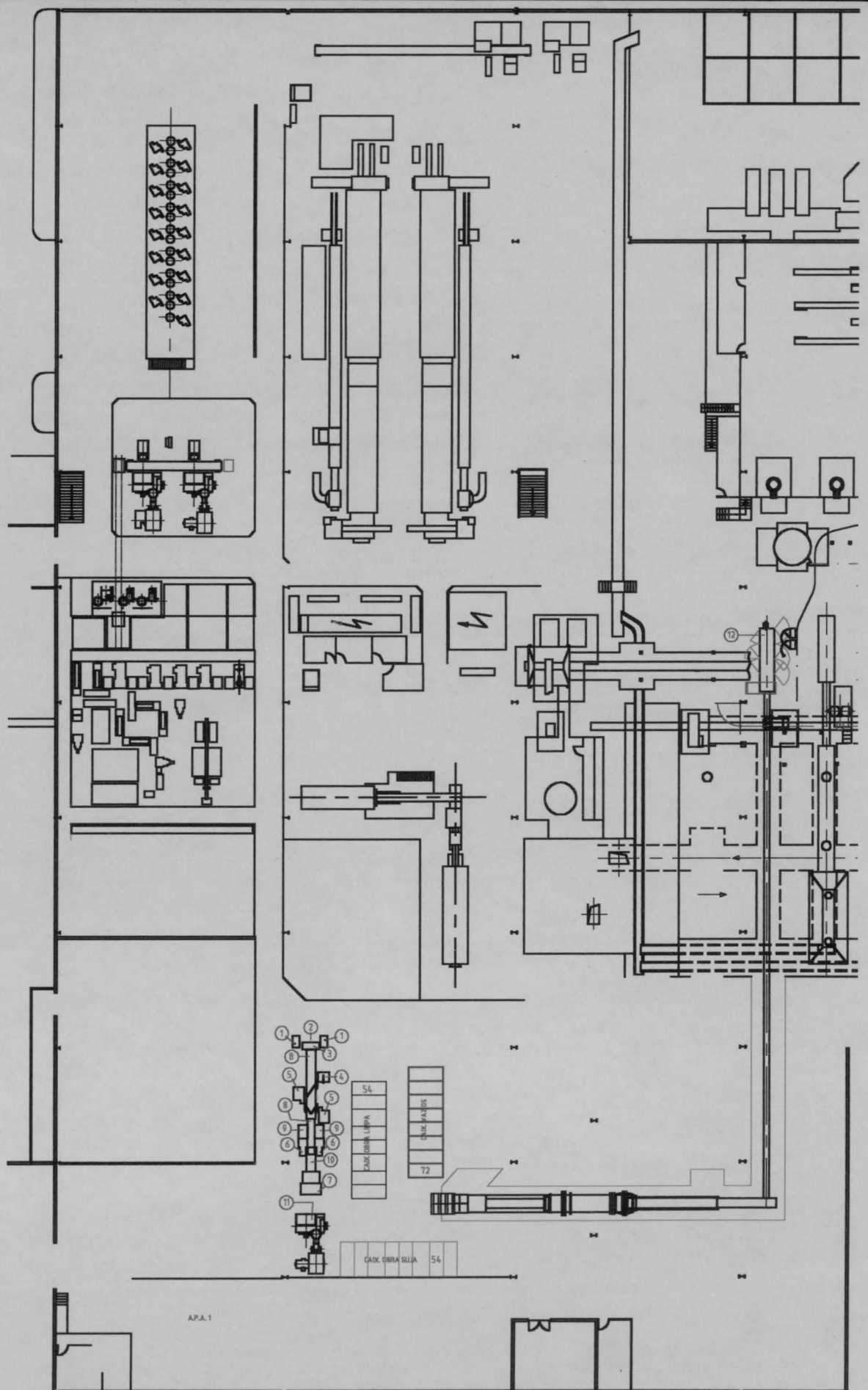
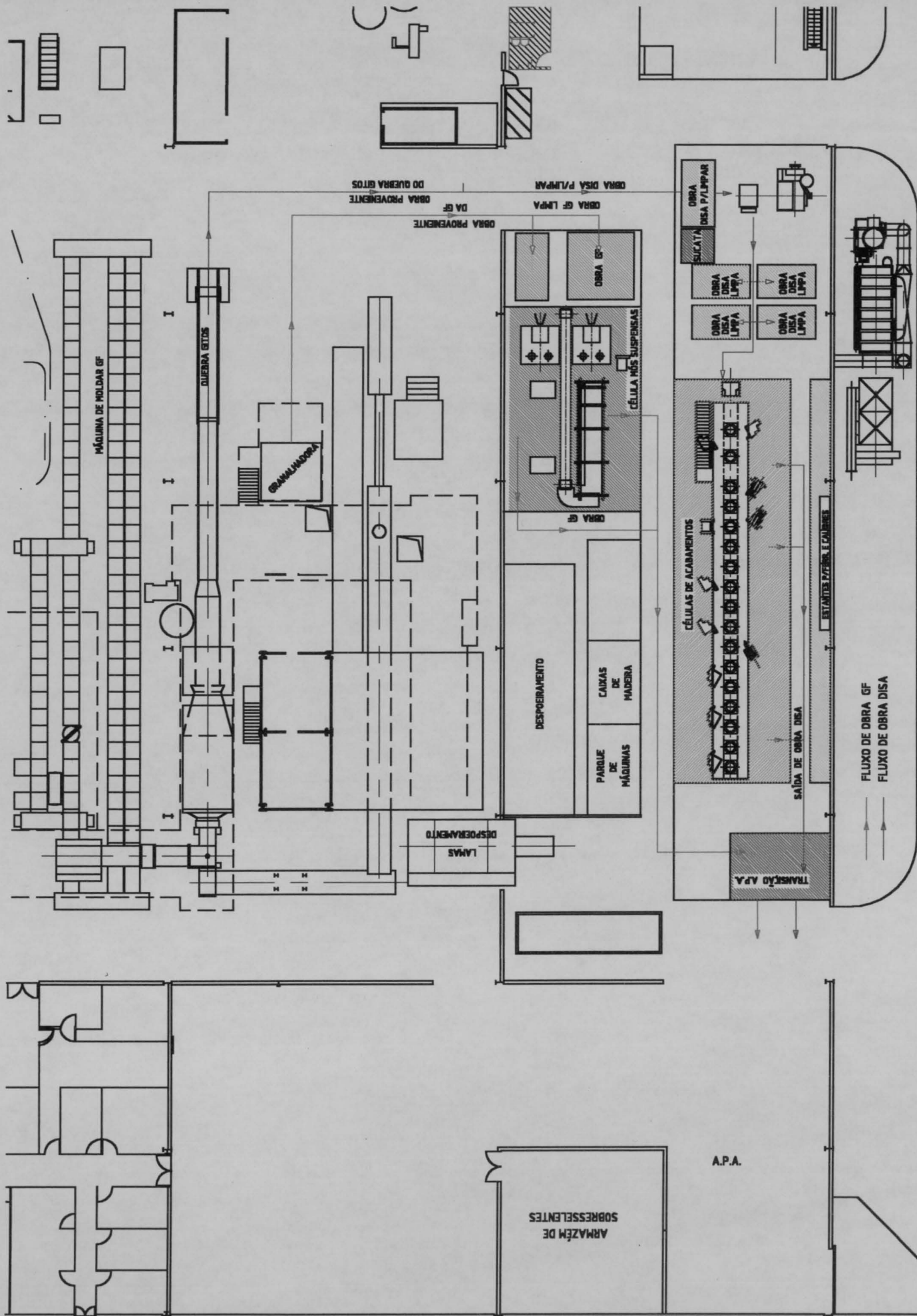


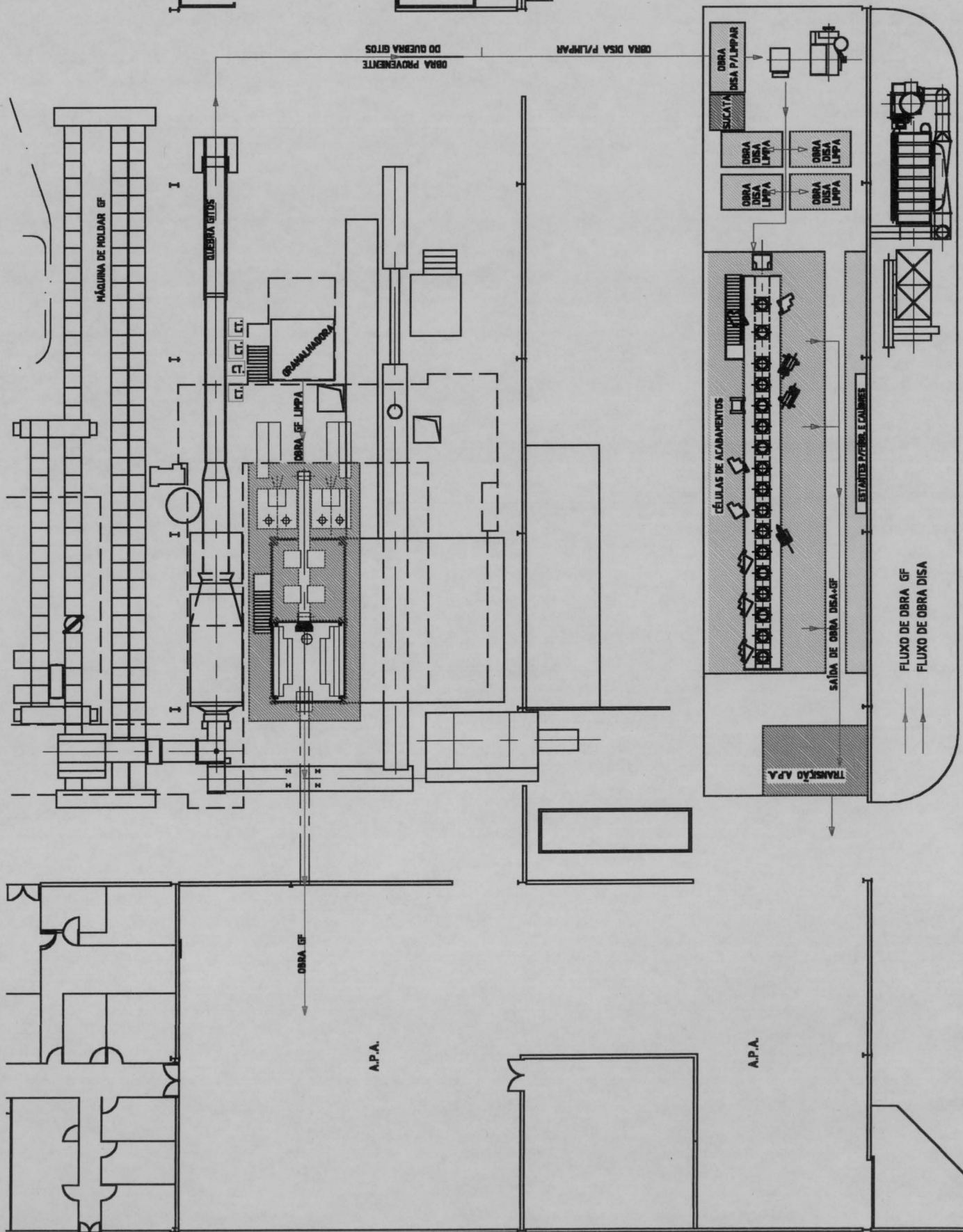
Fig. 6.1.1.2. - Situação posterior à alteração





[illegible]







FACULDADE DE ENGENHARIA

UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000088428