



FACULDADE SATC
ENGENHARIA MECÂNICA



ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O ESTÁGIO NA EMPRESA
FUNDITREL - FUNDIÇÃO TREVISÓ LTDA

Angelo Tasca Junior

Criciúma,
Julho, 2020



Angelo Tasca Junior

**ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O ESTÁGIO NA EMPRESA
FUNDITREL - FUNDIÇÃO TREVISÓ LTDA**

Relatório de Estágio apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade SATC, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.



Supervisor de Estágio

Reginaldo Rosso Marcello
Reginaldo Rosso Marcello, Me. Eng.

Criciúma,
Julho, 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço à empresa Funditrel pela oportunidade oferecida e pelo aprendizado adquirido durante todo o período de estágio.

Também fica aqui meu agradecimento a Faculdade SATC e a todos os colaboradores que de alguma forma contribuíram durante essa jornada de aprendizagem.

Agradeço acima de tudo aos meus familiares que sempre me apoiaram em todos os momentos.

RESUMO

O estágio na empresa Funditrel visou obter conhecimento prático de todos os setores de uma empresa de fundição, colocando em prática conhecimentos do curso de engenharia mecânica da SATC, durante o estágio foi analisado todo o processo de fundição, desde o projeto do modelo até a peça pronta, se observou também, que terceirizando alguns setores, aumentando a qualidade e reduzindo desperdícios com erros de processo, é possível aumentar a margem de lucro, e conseqüentemente a competitividade da empresa, pois com uma margem de lucro maior se pode reduzir os preços repassados aos clientes.

Palavras-chave: relatório; fundição; ligas de aço; ferro fundido.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Empresa Funditrel localizada em Treviso-SC	7
Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo	8
Figura 3 – Armazenagem dos modelos	10
Figura 4 – a) Misturador, b) Moldagem das peças	11
Figura 5 – Forno de indução	12
Figura 6 – Vazamento manual	12
Figura 7 – a) Jato de granalha, b) Areia reciclada	13
Figura 8 – Romaneios	14

LISTA DE ABREVIACÕES

LTDA – Limitada;

PCP – Planejamento e Controle da Produção;

SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera Catarinense;

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	4
LISTA DE ABREVIATÕES.....	5
1. INTRODUÇÃO	7
1.2 A EMPRESA	7
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	8
2.1 FLUXOGRAMA DO PROCESSO FABRIL	8
2.2 ETAPAS DO PROCESSO DE FUNDIÇÃO.....	9
2.2.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FUNDIÇÃO.....	9
2.2.2 CONFECÇÃO DO MODELO	9
2.2.3 MOLDAGEM	10
2.2.4 FUSÃO	11
2.2.5 VAZAMENTO.....	12
2.2.6 DESMOLDAGEM E JATEAMENTO	13
2.2.7 REBARBAÇÃO E ACABAMENTO.....	13
2.2.8 TRATAMENTO TÉRMICO	14
2.3 PRINCIPAIS DEFEITOS DE FUNDIÇÃO, POSSÍVEIS CAUSAS E AÇÕES PARA MINIMIZÁ-LOS.....	15
2.3.1 REBARBA METÁLICA	15
2.3.2 LEVANTAMENTO DO MOLDE	15
2.3.3 EROSÃO DE AREIA.....	16
2.3.4 POROSIDADE/GASES	16
2.3.5 RECHUPES.....	17
2.3.6 TRINCAS	18
2.3.7 DEFORMAÇÃO DEVIDO A CONTRAÇÃO	18
3. CONCLUSÃO	19
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

O estágio foi realizado na empresa Funditrel, na qual foi uma atividade essencial para a formação acadêmica de engenheiro, pois foram desenvolvidas várias atividades em setores diferentes, obtendo um grande aprendizado de todo o processo produtivo de uma empresa de fundição.

Como a empresa Funditrel, foi aberta a aproximadamente a um ano e meio e está em pleno crescimento durante os estágio se enfrentaram muitos desafios, principalmente no planejamento e controle de produção para satisfazer a todas as exigências dos clientes.

Enfim, este relatório consiste em relatar todas atividades desenvolvidas na empresa Funditrel durante o período de 15/03/2020 a 15/06/2020.

1.2 A EMPRESA

A empresa Funditrel - Fundição Treviso LTDA, é uma fabricante de peças fundidas e usinadas para os mais variados segmentos como: agrícola, rodoviário, e automobilístico.

A empresa está localizada no município de Treviso-SC e fornece peças para todo o Brasil, a empresa está em funcionamento a pouco tempo e está num constante crescimento, apesar da crise motivada pela pandemia de COVID 19, atualmente a sua produção está em torno de 55 toneladas/mês.



Figura 1 – Empresa Funditrel localizada em Treviso-SC (do Autor, 2020)

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O estágio iniciou com a apresentação das instalações da fábrica, setores e processo produtivo. Em conversa com o sócio administrador da empresa foram estabelecidos as responsabilidades e atividades a serem desempenhadas, onde ficaram definidas tais atividades:

- ✓ Analisar o sistema produtivo, e se possível desenvolver ações que aumentem a produção e os lucros da empresa;
- ✓ Fomentar ações para uma melhor gestão da qualidade;
- ✓ Analisar e desenvolver ações que reduzam desperdícios, perdas e despesas desnecessárias.

2.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO FABRIL

Inicialmente foi necessário conhecer todo o processo produtivo e então foi feito um fluxograma com o objetivo de visualizar de forma mais clara os processos produtivos presentes na empresa.

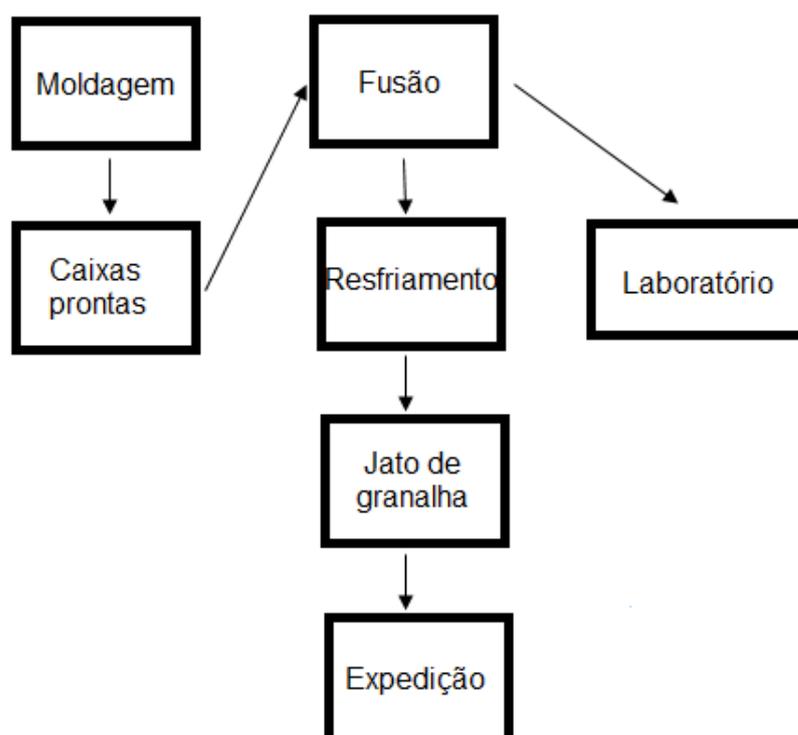


Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo.

2.2 Etapas do processo de fundição

A fundição é o processo que visa a obtenção de peças para diversos tipos de aplicações, dentre todos os processos de fabricação a fundição é o que representa o caminho mais curto entre a matéria prima e a peça acabada, em condições de utilização, enquanto que em outros processos como laminação, forjamento, estampagem e trefilação, além das etapas de fusão e solidificação se tem a etapa de deformação plástica. Durante o período de estágio no setor de planejamento e controle da produção foram determinadas algumas etapas principais do processo de fundição que são: elaboração do projeto de fundição, confecção do modelo, moldagem, fusão, vazamento, desmoldagem e jateamento, rebarbação e acabamento e tratamento térmico.

2.2.1 Elaboração do projeto de fundição

Para a elaboração do projeto de fundição inicialmente é feita uma análise detalhada do desenho da peça pronta, posteriormente é feito o projeto de como será o processo de fabricação, que dependerá principalmente: da quantidade de peças a serem produzidas, do acabamento exigido e do tipo de material da peça; neste projeto é determinado a dimensão, já prevendo a contração do material, e a quantidade de massalotes, que são reservas de metal que ficam ligados as regiões da peça que solidificam por último. No projeto se define também como será feito o enchimento da peça, fazendo o dimensionamento do sistema dos canais de alimentação, nesta etapa se obtém o projeto do modelo que pode ser bem diferente da peça pronta, principalmente se a peça tiver vazios internos, como furos por exemplo.

Na empresa na maioria das vezes o projeto é terceirizado, ou já é do próprio cliente, em alguns momentos foram necessárias melhorias nos projetos que são feitos pelos próprios clientes, visando um melhor acabamento ou redução dos desperdícios.

2.2.2 Confecção do modelo

Na confecção do modelo se tem uma peça em madeira, resina ou até mesmo em isopor, sendo que na empresa Funditrel, na maioria das vezes o modelo é de madeira, este modelo é o que dá origem a peça metálica. O modelo tem suas dimensões diferentes das dimensões das peças prontas, pois na mudança do metal

do estado líquido para o sólido, acontece uma contração, como também durante o resfriamento, essas medidas foram dimensionadas no projeto do modelo.

Para se obter formas internas nas peças são utilizados uma parte feita em areia chamada de macho, que possui o negativo da forma que se quer obter, quando a parte interna da peça é muito complexa se necessita de vários machos e se fazer uma montagem, esses machos de areia são muito frágeis e devem ser manuseados com muito cuidado.



Figura 3 – Armazenagem dos modelos (do Autor, 2020)

2.2.3 Moldagem

Na empresa a moldagem é feita pelo processo de cura a frio, que se caracteriza pela espera da solidificação do molde à temperatura ambiente, ou sem a adição de calor, devido à adição do catalisador ao composto, que acelera as reações químicas entre as substâncias, ocasionando a estruturação sólida do composto. O processo de cura a frio utilizado pela empresa é conhecido como Pep Set, onde se utiliza areia de sílica, resina fenólica-uretânica e solução de N-metil Imidazol, como catalisador, a

mistura destes constituintes na dosagem certa e no tempo correto é feita através de um misturador.

Na moldagem são necessárias duas caixas, uma superior e outra inferior, pois normalmente os modelos são bipartidos, neste momento são colocados os canais de alimentação, massalotes e os machos necessários, então as caixas são montadas uma sobre a outra, na maioria das vezes são colocados pesos encima das caixas, para suportar esforços do material líquido no momento do enchimento do molde, nestes moldes também é necessário uma pintura especial para se obter um melhor acabamento da peça ou impedir alguma reação do material no estado líquido com o material do molde.



Figura 4 – a) Misturador, b) Moldagem das peças (Do autor, 2019).

2.2.4 Fusão

Na empresa são fundidas ligas metálicas de aço e ferro fundido, estas ligas são feitas no forno de indução, que tem uma capacidade de carga metálica de 550 kg, no processo de fusão e muito importante o controle da temperatura, realizados por pirômetros, depois que o material é fundido é retirado um corpo de prova, que é analisado no espectrômetro, com resultado das análises são feitos os cálculos das proporções dos componentes químicos a serem adicionados no forno como: grafite, manganês, molibdênio, cromo.

A proporção e os tipos de componentes dependem de qual tipo de liga que vai ser fabricada, respeitando suas respectivas normas e especificações.



Figura 5 – Forno de indução (do Autor, 2020)

2.2.5 Vazamento

O vazamento consiste em preencher o vazio deixado pelo modelo no molde com o metal em estado líquido, quando o material está com a composição química e a temperatura adequada, o material é vazado manualmente utilizando panelas, para dentro do molde através dos canais de alimentação, após o vazamento o material se solidifica dentro do molde.



Figura 6 – Vazamento manual (do Autor, 2020)

2.2.6 Desmoldagem e jateamento

Após a solidificação e resfriamento da peça dentro do molde é feito a desmoldagem, onde o molde é destruído e a areia é reciclada e volta para o processo. Após a desmoldagem as peças vão para o jato de granalha conforme a Fig.7, onde esse processo tem como objetivo remover resíduos dos moldes presos nas peças e melhorar o acabamento superficial.



Figura 7 – a) Jato de granalha, b) Areia reciclada (Do autor, 2019).

2.2.7 Rebarbação e acabamento

As peças jateadas eram todas encaminhadas para o setor de Rebarbação e Acabamento na empresa, que tem como objetivo remover os canais de alimentação e massalotes e rebarbas provenientes do processo de fusão. Com aumento da produção e analisando diversos fatores como: custo de mão de obra, aproveitamento do espaço da empresa, aumento de ruídos e investimento com equipamentos; então se optou em terceirizar totalmente o setor de Rebarbação e Acabamento, deixando somente alguns equipamentos para casos de urgência.

De acordo com o pedido, as peças poderiam ser pintadas ou não. Para o caso de necessitar pintura, as peças são pintadas nas próprias empresas terceirizadas que fazem a rebarbação, onde recebem uma pintura de fundo padrão. Dependendo do tipo de peça e do pedido do cliente as peças são destinadas diretamente para a expedição, para o caso do pedido solicitar serviço de usinagem, as peças também são encaminhadas para empresas terceirizadas. O controle dos serviços de terceirização é feito através de romaneios, conforme a Fig.8, onde diversas informações são descritas como: a liga, peso unitário e peso total. No final de cada

2.3 Principais defeitos de fundição, possíveis causas e ações para minimizá-los

No processo podem acontecer diversos defeitos de fundição, onde a função do engenheiro é justamente minimizar ao máximo estes defeitos, reduzindo o retrabalho, desperdícios dos materiais, e conseqüentemente as perdas do processo. A busca de eficiência é o que determina o sucesso de uma empresa e é nesse sentido que o engenheiro deve atuar, então foi feita uma análise dos principais defeitos de fundição que eram frequentes e se determinou quais as principais causas e as ações preventivas que devem ser tomadas para minimizar ao máximo a ocorrência destes defeitos.

2.3.1 Rebarba metálica

São protuberâncias metálicas que se encontram nas junções entre molde e macho ou nas linhas de divisão dos moldes.

Causas:

- ✓ Folgas entre machos e moldes ou entre machos e machos.

Ações:

- ✓ Cuidado na fabricação de modelos, moldes e machos;
- ✓ Controlar as suas dimensões;
- ✓ Executar bem o fechamento dos moldes;
- ✓ Vedar as folgas existentes (calafetar).

2.3.2 Levantamento do molde

O levantamento do molde gera uma rebarba plana, um pouco grossa, de perfil dentado que se encontra ao longo da linha de divisão do molde, que vem acompanhada com um correspondente aumento da espessura da peça.

Causas:

- ✓ Excesso de pressão metalostática ou dinâmica do metal líquido, que produz um levantamento da parte superior do molde, sendo que sua carga não é suficiente para evitá-lo.

Ações:

- ✓ Colocar peso suficiente para evitar o empuxo;

- ✓ Fazer o grampeamento correto;
- ✓ Se possível diminuir a altura do canal de descida.

2.3.3 Erosão de areia

Protuberância de forma irregular e normalmente rugosa nas paredes das peças, em geral na região dos ataques ou aparecendo ao longo do percurso do metal líquido; esta areia removida ou erodida, geralmente se encontra em outra região da peça na forma de inclusões.

Causas:

- ✓ Areia com baixa coesão (de molde e macho);
- ✓ Areia muito seca;
- ✓ Sistema de vazamento mal projetado. O metal entra no molde com alta velocidade e/ou passa durante muito tempo pelo mesmo ataque.

Ações:

- ✓ Colocar aglomerante na areia que melhore a resistência à quente;
- ✓ Rever sistema de vazamento (enchimento e alimentação);
- ✓ Controlar a dureza do molde e/ou do macho;
- ✓ Evitar a entrada de metal líquido diretamente nas arestas de areia ou nas paredes verticais do molde;
- ✓ Utilizar canais de descida cerâmico ou de macho ou filtros;
- ✓ Colocar areia de faceamento mais refratárias nas zonas afetadas;
- ✓ Pintar os canais com tinta mais refratária.

2.3.4 Porosidade/gases

As cavidades também chamadas de porosidades, gases ou bolhas tem as paredes lisas, ligeiramente esféricas, sem comunicação com o exterior. As maiores aparecem isoladas, enquanto que as menores em grupos, com dimensões variadas.

As paredes internas das cavidades podem ser brilhantes ou oxidadas, a fundição do ferro fundido pode ter uma fina camada de grafite. Os defeitos podem aparecer em todas as regiões da peça.

Causas:

- ✓ Elevada umidade de moldes e machos;

- ✓ Aglomerantes com elevada tendência em desprender gases;
- ✓ Elevada percentagem de aditivos que contenham carboneto de hidrogênio;
- ✓ Pintura com forte tendência de liberação de gases;
- ✓ Insuficiente saída dos gases;
- ✓ Baixa permeabilidade da areia do molde e macho;
- ✓ Arraste de ar pelos canais.

Ações:

- ✓ Prever saída de gases e ar dos moldes através de respiros devidamente adequados;
- ✓ Aumentar a permeabilidade das areias de macho e molde;
- ✓ Diminuir a dureza dos moldes;
- ✓ Boa secagem dos moldes com maçarico;
- ✓ Controlar a umidade da areia;
- ✓ Diminuir a percentagem dos aglomerantes ou trocá-los;
- ✓ Empregar tintas que sejam formadoras de gás redutores;
- ✓ Modificar a relação e canais;
- ✓ Aumentar a pressão metalostática com aumento da altura do canal de descida.

2.3.5 Rechupes

São cavidades estreitas em forma de vírgulas, geralmente perpendicular à superfície da peça. Sua profundidade pode variar até 2 cm e sua superfície interior tem aspecto dendrítico, frequentemente são acompanhados de um aumento da grafita.

Causas:

- ✓ Baixa quantidade de carbono;
- ✓ Quantidade de nitrogênio muito alta, geralmente superior a 100 ppm, tem normalmente uma elevada proporção de aço na carga;
- ✓ Molde com baixa dureza.

Ações:

- ✓ Diminuir a quantidade de nitrogênio;
- ✓ Diminuir a proporção de aço na carga;

- ✓ Secar bem os moldes.

2.3.6 Trincas

É uma descontinuidade da peça, visível, que a divide em partes, cujo aspecto da fratura é toda oxidada e a sua geometria não permite supor que houve efeito de contração durante seu resfriamento.

Causas:

- ✓ Desmoldagem muito rápida ou prematura;
- ✓ Movimentações muito bruscas, (batidas).

Ações:

- ✓ Cuidado no manuseio da desmoldagem, principalmente quando a peça ainda está rubra;
- ✓ Esperar o tempo suficiente para a desmoldagem, resfriando a peça dentro do molde.

2.3.7 Deformação devido a contração

A peça apresenta em sua totalidade ou localmente uma deformação, em relação ao plano do modelo ou do molde. Essas deformações podem se repetir sobretudo em regiões de diferentes espessuras.

Causas:

- ✓ Obstáculos que impedem a contração como: geometria da peça, massalotes e/ou canais, partes do molde ou macho;
- ✓ Técnicas de moldagem mal feita (alívios);
- ✓ Contração irregular causada por uma desmoldagem rápida.

Ações:

- ✓ Se possível mudar a forma geométrica;
- ✓ Adotar técnica de vazamento de maneira a distribuir a temperatura uniformemente;
- ✓ Acertar o tempo e temperatura de vazamento mais adequado;
- ✓ Quebrar os massalotes e canais, após o vazamento;
- ✓ Fazer alívios ou colocar machos de alta colapsibilidade em pontos que possam aliviar a tensão na areia;
- ✓ Esfriar a peça fundida no molde.

3. CONCLUSÃO

O estágio proporcionou um grande aprendizado de como funciona uma empresa de fundição, vários conhecimentos adquiridos no curso de engenharia mecânica foram utilizados como: processos de fabricação, metalografia, engenharia econômica, custos industriais e PCP. Analisando o processo produtivo, os custos de fabricação e os custos de mão de obra se optou em terceirizar algumas etapas do processo como a rebarbação, pintura e usinagem, onde a terceirização se mostrou muito mais viável economicamente.

Outro fator muito importante que determina os lucros de uma empresa é a redução das perdas, desperdícios e do retrabalho, então foi feito um estudo para elencar as principais causas e as ações a serem tomadas para cada situação, assim quando algum defeito de fundição acontece fica mais fácil corrigi-lo, outro fator importante que com este estudo, talvez um profissional com menos experiência seja capaz de resolver o problema.

Contudo com o estágio foi possível agregar muito conhecimento, contribuindo e somando para a formação acadêmica, mostrando que uma das principais funções do engenheiro é sempre buscar a máxima eficiência em qualquer área que ele atue, nunca deixando de lado uma boa relação interpessoal com todos os seus colegas de trabalho.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Simon, Matheus. “Caracterização e Regeneração Térmica de Areia de Fundição Usada no Processo de Moldagem por Cura a Frio”. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2015.

Ferrari, Thomas Dias. “Relatório de Estágio curricular I: Experimento com resina furânica e Pep Set Quantum”. Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

Oliveira, Bruno Ferraz. “Fundição”. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Belém do Pará. E-Tec Brasil, 2013.

Siegel, Miguel. “Curso de Fundição”. Associação Brasileira de Metais - ABM. 6º Ed. São Paulo, 1975.