

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ECO-ESTRATÉGIA EMPRESARIAL NO SETOR METAL-MECÂNICO DA
ESCOLA TÉCNICA TUPY

TESE SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THEREZINHA MARIA NOVAIS DE OLIVEIRA

Orientadora: Prof. Rejane Helena Ribeiro da Costa, Dra.

Outubro de 1998.

**ECO-ESTRATÉGIA EMPRESARIAL NO SETOR METAL-MECÂNICO DA ESCOLA
TÉCNICA TUPY**

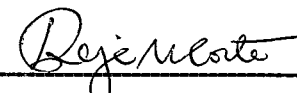
THEREZINHA MARIA NOVAIS DE OLIVEIRA

**Esta Tese foi julgada para a obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO e aprovada em sua forma final pelo programa de pós-graduação**

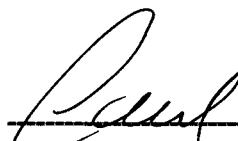


Profº. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D
Coordenador do Curso

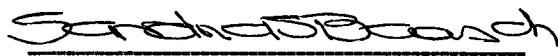
BANCA EXAMINADORA



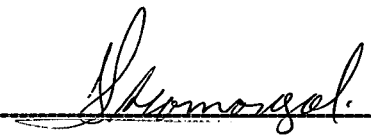
Profª. Rejane H. Ribeiro da Costa, Dra.
Orientadora




Profº. Luiz Antonio Daniel, Dr.



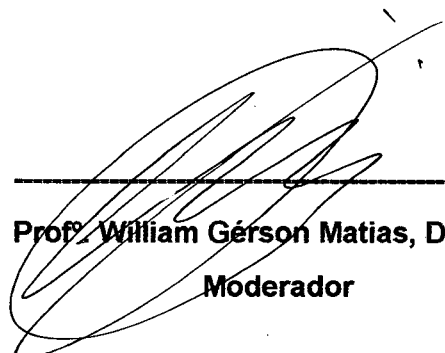
Profª. Sandra S. Nahas Baasch, Dra.



Profº. Nelson H. Almeida Camargo, Dr.



Profº. Sebastião Roberto Soares, Dr.



Profº. William Gerson Matias, Dr.
Moderador

***“Ninguém comete erro maior do que não fazer nada
porque só pode fazer um pouco”.***

(Edmund Burke)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade oferecida de participar deste Programa de Doutorado;

a Escola Técnica Tupy, em especial ao Departamento de Materiais, seus professores e funcionários, pelo apoio no sentido de permitir e contribuir para que o universo deste trabalho fosse vivenciado;

à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro sob forma de bolsa de estudo;

a Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE pelo apoio na arte final;

à Professora Rejane Helena Ribeiro da Costa, pela orientação, apoio e incentivo no decorrer de todo este trajeto;

aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, pelo companheirismo e pela convivência sempre amigável;

aos professores e funcionários do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pelo apoio durante o curso;

a minha grande amiga Maria da Penha Baião Santos Neves, que me incentivou, ajudou e dividiu comigo os momentos difíceis deste trajeto;

ao meu marido Claudio e minha filha Ana Claudia pelo carinho e incentivo;

a minha mãe pelo incentivo e pelas pregações de sábado;

aos demais familiares, amigos e companheiros de trabalho, agradeço em conjunto, todo esmero em manter posturas de incentivo e de otimismo;

aos diversos colaboradores, que participaram direta ou indiretamente, muito obrigado;

a todos estes, e a **Deus** por quem serei eternamente grata.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IV
LISTA DE QUADROS	IV
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE ANEXOS	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	08
1.1 – Introdução	08
1.2 – Justificativa	12
1.3 – Objetivos	14
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 – Poluição Ambiental	15
2.1.1 – Poluição e Degradação do Solo	15
2.1.2 – Poluição da Água	18
2.1.3 – Poluição do Ar	20
2.2 - Gestão Empresarial	22
2.2.1 - Total Quality Management - TQM	23
2.2.2 - Total Quality Control - TQC	24
2.2.3 – Círculos de Controle da Qualidade - CCQ	25
2.2.4 - Ciclo PDCA	25

2.2.5 - 5S	26
2.3 – Gerenciamento Ecológico	28
2.3.1 – Considerações Gerais	28
2.3.2 – Gestão Ambiental (ISO 14000) e ISO 9000	30
2.3.3 – Gerenciamento Ecológico como Resposta às Questões Ambientais	33
CAPÍTULO 3 – SETOR METAL-MECÂNICO	38
3.1 – Panorama do Setor	38
3.2 – Tratamento Térmico	39
3.3 – Fundição de Metais	43
CAPÍTULO 4 - EXPOSIÇÃO GERAL DO PROBLEMA	52
4.1 - O Município de Joinville e Seu Universo Industrial	52
4.2 - A Escola Técnica Tupy	56
4.3 – Processo de Tratamento Térmico	59
4.3.1 – Apresentação	59
4.3.2 – Processo Produtivo	61
4.3.3 – Equipamentos	61
4.3.4 – Produtos Finais	63
4.3.5 – Resíduos Provenientes do Processo	64
4.4 – Processo de Fundição de Metais	65
4.4.1 – Apresentação	65
4.4.2 – Processo Produtivo	66
4.4.3 – Equipamentos	66

4.4.4 – Produtos Finais	68
4.4.5 – Resíduos Provenientes do Processo	68
CAPÍTULO 5 – ESTRATÉGIAS PROPOSTAS	70
5.1 – Considerações	70
5.2 – Metodologia	71
5.3 - Eco-Estratégia para o Processo de Tratamento Térmico	77
5.4 - Eco-Estratégia para o Processo de Fundição de Metais	85
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	95
BIBLIOGRAFIA	101
ANEXOS	106

LISTA DE TABELAS

	pág.
Tabela 4.1 - Usos do Solo no Município de Joinville	53
Tabela 4.2 - Parque Industrial de Joinville - Resumo das Atividades	55

LISTA DE QUADROS

	Pág.
Quadro 2.1 - Normas da Série ISO 14000 e Países Coordenadores	33
Quadro 5.1 - Eco-Estratégia Para o Processo de Tratamento Térmico	84
Quadro 5.2 - Eco-Estratégia Para o Processo de Fundição de Metais	97

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 - Fluxograma do Processo de Tratamento Térmico	42
Figura 3.2 - Fluxograma do Processo de Fundição de Metais	45
Figura 4.1 - Localização do Município de Joinville	52
Figura 4.2 - Escola Técnica Tupy	57
Figura 4.3 – Forno de Austenitização	60
Figura 4.4 – Banho de Resfriamento	60
Figura 4.5 – Fluxograma do Processo de Tratamento Térmico com Entradas e Saídas	64
Figura 4.6 - Silos de Areia e Expedição	65
Figura 4.7 – Acabamento de Peças	65
Figura 4.8 - Fluxograma do Processo de Fundição de Metais com Entradas e Saídas	69
Figura 5.1 – Fluxograma da Eco-Estratégia Proposta	76
Figura 5.2 - Tratamento Térmico – Situação Anterior	80
Figura 5.3 - Tratamento Térmico – Situação Atual – Bandejas	80
Figura 5.4 - Tratamento Térmico – Situação Anterior	81
Figura 5.5 - Tratamento Térmico - Situação Atual	81
Figura 5.7 - Fundição - Coletor de Poeira Antigo	95
Figura 5.8 - Fundição - Coletor de Poeira Novo	95
Figura 5.9 - Fundição - Esmiris Antigos	96
Figura 5.10 - Fundição - Esmiris Hoje	96

LISTA DE ANEXOS	pág.
Anexo 1 - Ficha de sugestão do TQT	106
Anexo 2 - Resultado dos Ensaio com Areia de Fundição para Utilização em Argamassa de Revestimento e/ou Assentamento	108
Anexo 3 - Fotos Referentes aos Ensaio com Areia de Fundição	114
Anexo 4 - Laudo do Texte de Toxicidade Aguda	117
Anexo 5 - Laudo da Análise de Teor de Fenois em Areia de Fundição	119
Anexo 6 – Laudo da Análise Identificação de Fenóis em Areia de Fundição	121
Anexo 7 - Laudo do Teor de Metais na Areia de Fundição.	123
Anexo 8 – Laudo de Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos de Argamassa	125

RESUMO

Este trabalho apresenta uma estratégia ecológica desenvolvida para dois processos produtivos do setor metal-mecânico da Escola Técnica Tupy, quais sejam: O processo de Tratamento Térmico e de Fundição de Metais. Para a elaboração desta estratégia aqui chamada de Eco-Estratégia, buscou-se várias maneiras de gerenciar os resíduos gerados por estes processos produtivos, tanto na literatura como na operacionalização de formas de eliminação, minimização, reutilização e tratamento e/ou disposição final. Os resultados mostraram que esta eco-estratégia empresarial é bastante funcional em sistemas dinâmicos como os empresariais, uma vez que aponta alternativas de soluções a serem escolhidas de acordo com a disponibilidade da empresa. Mostraram também a importância das ferramentas de gestão empresarial na implementação de estratégias ambientais e a relevância da implantação destas para o ensino técnico aplicado.

ABSTRACT

This work presents an ecological strategy developed for two procedures of the Escola Técnica Tupy metal mechanic sector, as follow: The Thermic Treatment process and the Metal Foundry. In order to elaborate this strategy, here called eco-strategy, several manners were sought, so in the literature as in the operation forms to disposal the waste generated by these processes: elimination, minimization, reutilization, treatment and/or end disposal. The results shown that, this eco-strategy of the industrials managers is sufficient functional in dynamic systems, as like as concerning to these industries once it shows alternatives of solutions to be chosen in according to the availability of the company. They also shown the importance of this kind of tools on the implementation of environmentals strategies and the prominence of it's implantation for technical teaching applied.

CAPÍTULO 1 - GENERALIDADES

1.1 – INTRODUÇÃO

A variável de grande destaque para as empresas na década de 90 é a preservação do meio ambiente. Essa afirmação baseia-se no destaque que vem sendo dado ao tema nos encontros e fóruns internacionais de empresários, na criação do Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável e, principalmente, nas ações desenvolvidas pelas empresas no que diz respeito à preservação da natureza (De Souza, 1993).

A defesa do meio ambiente deixou de ser apenas assunto de ecologistas e passou a ter grande relevância nas estratégias empresariais. Algumas empresas estão procurando mudar a filosofia de satisfação das necessidades do consumidor, objetivando uma melhor qualidade de vida para a sociedade, buscando solucionar os problemas ambientais e, ao mesmo tempo, explorar as oportunidades do “*ecobusiness*.” A preservação do meio ambiente converteu-se em um dos fatores de maior influência da década de 90, com grande rapidez de penetração de mercado.

No Brasil, algumas empresas estão se ajustando para atender aos apelos de proteção do meio ambiente, apresentando soluções para a redução do impacto ambiental de suas atividades e o uso adequado dos recursos naturais, e descobriram que não agredir o meio ambiente é economicamente viável. Assim, começam a apresentar soluções para alcançar o desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo aumentar a lucratividade de seus negócios.

A Agenda 21 salienta que um importante caminho na consecução da sustentabilidade ecológica é a melhoria dos sistemas de produção através de tecnologias e processos que utilizam recursos de forma eficiente, evitando refugos. É necessário, portanto, substituir os processos atuais por tecnologias,

engenharia, "*know-how*" e práticas gerenciais que minimizem os refugos durante o ciclo de vida do produto.

Segundo Maimon (1993), o interesse das empresas em responder às questões ambientais é diferenciada entre países e setores industriais, devido na maioria das vezes, à pressão do movimento ambientalista e da legislação ambiental.

Na década de 70, a política ambiental das empresas dos países desenvolvidos limitava-se a incorporar tecnologias de depuração face às exigências dos órgãos governamentais de controle (De Souza, 1993).

A tecnologia de depuração, também conhecida como técnicas de final de linha, não modifica o processo produtivo, apenas incorpora equipamentos antipoluentes aos já existentes. Assim, surgiu um novo mercado para venda de produtos ou serviços para depuração da poluição causada pelas empresas.

Para evitar o desperdício foi criada uma técnica de segunda geração, de caráter preventivo, que consiste tanto na introdução de novos processos de produção menos poluentes, alteração das matérias-primas utilizadas na transformação industrial, como também na modificação do produto final.

Assim, a partir da década de 80, a ênfase passa para o ciclo de vida do produto - projeto, aquisição de matéria-prima, processo de fabricação, destinação do lixo industrial, até a disposição final do produto depois do uso pelo consumidor. Fabricantes, fornecedores, distribuidores, consumidores devem observar os danos que seus produtos causam ao meio ambiente - em todos os estágios.

A "causa verde" oferece à empresa oportunidades de adicionar valor e possivelmente obter vantagem competitiva através da percepção pública

favorável, economia de custo ou rendimentos adicionais, enquanto alivia os efeitos de seus produtos e processos produtivos no ambiente.

Uma intervenção preventiva, seja na introdução de novos processos produtivos menos poluentes, seja na alteração das matérias-primas utilizadas na transformação industrial, seja na modificação do produto final, garantiriam a utilização eficaz dos recursos naturais e custariam menos para as empresas.

Em um passado recente, as empresas não estavam preocupadas com as estratégias ecológicas, adotavam uma postura defensiva e reativa no que concerne às leis de proteção ao meio ambiente. Porém, face à pressão do consumidor, as empresas estão agindo pró-ativamente, e, em muitos casos antecipando-se à própria legislação.

As estratégias de “*marketing*” adotadas pelas empresas estão sendo moldadas visando à melhoria da imagem, através da criação de novos produtos “verdes” e de ações voltadas para a proteção ambiental.

O “*marketing*” ecológico passou a ser o código-chave, a palavra mágica, e mais do que isso, compromisso e obrigação das empresas que pretendam ser modernas e competitivas. As organizações estão adequando seus produtos às exigências da preservação do meio ambiente, através da utilização racional dos recursos naturais e eliminação de poluentes (Maimon, 1993).

As medidas de proteção ambiental estão sendo despertadas, em alguns casos, pelas multinacionais, que transferem para as sedes brasileiras as diretrizes traçadas em seus escritórios centrais. Empresas como McDonald's, Monsanto, Shell, Atlantis, entre outras, vêm adotando as mudanças traçadas internacionalmente pelas matrizes (De Souza, 1993).

Empresas brasileira com “*performance*” ambiental são aquelas com maior inserção no mercado internacional, onde a globalização dos problemas ambientais estão contribuindo para uma nova postura empresarial.

O processo de Fundição de Metais e de Tratamento Térmico da Escola Técnica Tupy, alvos de estudo deste trabalho contribuem em muito com a economia local, no entanto como a maioria dos processos produtivos, gera resíduos que na escala em que se encontram podem parecer poucos, porém ainda causadores de impactos ambientais. No entanto se forem pensados em escala industrial, tornam -se sérios causadores de impactos ao meio ambiente.

Sendo a Escola Técnica Tupy importante centro de pesquisa e de formação de técnicos a nível de segundo grau, os quais, no decorrer dos trinta anos da Escola tiveram e têm participação direta no desenvolvimento industrial do país. A origem deste trabalho se dá pela necessidade cada vez maior de instrumentos de gestão ecológica que possibilitem uma sustentabilidade aos processos produtivos, bem como da adequada capacitação de mão-de obra para a implementação destes instrumentos.

Para tanto, estruturou-se este trabalho da seguinte forma: um capítulo introdutório que traz a origem, justificativa e os objetivos do trabalho; um segundo capítulo, onde procurou-se apresentar o setor metal mecânico e mais especificamente os processos de produtivos do Tratamento Térmico e de Fundição de Metais; um terceiro capítulo onde se fez uma revisão da bibliografia, apresentando conceitos de poluição do ar, água e solo, suas fontes e consequências, conceitos de gerenciamento ecológico e sua nova visão e por fim conceitos de gestão empresarial. Um quarto capítulo já com aspectos operacionais do trabalho, apresentando o universo alvo de estudo e seus problemas , tanto a nível macro (o município) quanto a nível micro (os processos produtivos) onde foi realizado o trabalho . Em um quinto capítulo é apresentada a metodologia proposta pelo trabalho bem como uma análise da mesma. E por fim foram feitas algumas conclusões e recomendações a respeito do trabalho.

1.2 - JUSTIFICATIVA

Algumas empresas hoje vêm procurando incorporar os efeitos negativos da atividade econômica, as externalidades, às suas responsabilidades internas, prática bastante conhecida hoje em dia como internalização das externalidades. Em termos gerais, pode-se afirmar que, até a década de 70, as empresas dos países desenvolvidos limitavam-se a evitar acidentes locais e a cumprir normas de poluição determinadas pelos órgãos governamentais de regulação e controle, poluía-se para depois despoluir (Maimon, 1994).

O comportamento ambiental da empresa baseava-se na maximização de lucros a curto prazo, sendo função do mercado de produtos e insumos e da reação à regulamentação. Essa estratégia reativa significava investimentos adicionais na compra de equipamentos de depuração, acarretando necessariamente, custos crescentes e repasse destes para o preço dos produtos. Dessa forma, falou-se por muito tempo, da incompatibilidade entre a responsabilidade ambiental da empresa e a maximização de lucros, e entre a política ambiental e o crescimento da atividade econômica de um país.

Uma fase de transição ocorreu durante os dois choques do petróleo, em 1973 e 1979. O aumento dos preços da *comodites* resultou em inovações tecnológicas poupadoras de energia e de matéria-prima. As indústrias que estavam sendo pressionadas a incorporar equipamentos de despoluição aproveitaram a ocasião para repensarem seus processos de produção. O consumo total de energia do setor industrial passou de 40%, em 1970, a 345% em 1985, do total de energia gerada, enquanto sua participação no Produto Nacional Bruto se manteve constante (Maimon, 1994). A incorporação da variável ambiental nas empresas brasileiras foi descompassada em relação àquela ocorrida nos países desenvolvidos. Em Estolcomo, sabe-se que a posição ambiental da delegação brasileira era defensiva, argumentando que “a pior poluição é a pobreza”. Os ministros brasileiros chegaram a convidar empresas a

se instalarem no país alegando que “o Brasil queria indústrias e tinha um grande espaço a ser poluído”.

Assim, na década de 70, a abundância de recursos naturais e a ausência de uma política de controle ambiental foram fatores de atração aos investimentos nos setores de mineração, química e construção naval, que já sofriam restrições nos países de origem. Estas acarretavam em custos crescentes da despoluição que atingiam entre 2,03% e 2,89% do preço final do produto (Donaire,1994; Donaire,1995).

Na década de 80, consolidou-se o aparato institucional e legal da política ambiental, o movimento ambientalista expandiu-se e aumentaram as pressões ecológicas externas. Entretanto, a recessão atravessada pela economia brasileira não estimulou novos investimentos em equipamentos de despoluição e/ou mudanças de processo. Nesse período, inclusive, ganharam maior participação, na estrutura industrial brasileira e em termos do comércio exterior, os setores de bens intermediários (minerais não metálicos, metalúrgico, papel e celulose e químico), reconhecidos por suas potenciais externalidades negativas.

Nos anos 90, as empresas passaram a se pronunciar mais intensivamente sobre suas responsabilidades ambientais. Isso se deve, por um lado, ao debate sobre a modernidade introduzido pelo governo Collor, que difundiu, juntamente com as práticas de liberalismo econômico, as de qualidade total. E por outro, a preparação a realização da RIO 92 no Rio de Janeiro, que mobilizou os empresários no distinto fórum.

A indústria de Joinville representa uma grande parcela do setor industrial do Estado de Santa Catarina, mas por sua vez, vem contribuindo para um contínuo e acelerado processo de modificações na qualidade de vida dos habitantes desse município. No caso, uma parcela significativa da poluição ambiental, resulta do trato inadequado dos resíduos industriais, e vem exigindo uma atuação eficaz e imediata por parte das fontes geradoras, como também dos

órgãos públicos competentes e responsáveis pelo controle da qualidade ambiental.

Em função disto, é que se faz necessário promover estratégias ecológicas que sirvam de apoio ao combate desta significativa parcela de poluição, bem como é extremamente relevante o fato destas estratégias serem desenvolvidas em uma escola técnica, pois sendo ela formadora de mão-de-obra para a indústria, especialmente do setor metal-mecânico de maior incidência na região, cumprirá com maior êxito a sua missão de preparar técnicos que se adequem a realidade de empresas que hoje buscam a certificação ambiental ISO 14000 da International Organization for Standardization, “nova norma de gerenciamento e certificação ambiental e importante instrumento para o gerenciamento ecológico” (De Cicco, 1994).

1.3 - OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal estabelecer uma estratégia de gerenciamento ecológico para dois importantes processos produtivos do setor metal mecânico da Escola Técnica Tupy, quais sejam: Tratamento Térmico e Fundição de Metais.

E como objetivos específicos:

- identificar e quantificar os resíduos gerados pelos dois processos;
- buscar alternativas de soluções para os problemas dos resíduos e
- possibilitar o contato dos alunos da escola com as ferramentas de gestão ecológica.

Enfim estabelecer uma estratégia ecológica, prática e econômica, que possa beneficiar tanto o setor metal-mecânico quanto a Escola Técnica Tupy como formadora de mão-de-obra especializada.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 - POLUIÇÃO AMBIENTAL

A poluição ambiental resulta do lançamento ou liberação de matéria ou energia em um ambiente, em quantidade ou intensidade tais que o tornem impróprios às formas de vida que ele normalmente abriga, ou prejudiquem o seu uso.

A definição legal de poluição (Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Política Nacional de Meio Ambiente) é: “degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

1. prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
2. criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
3. afetem desfavoravelmente a biota;
4. afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
5. lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos..

A poluição ocorre de forma marcante sobre o solo, a água e o ar como poderá ser visto a seguir:

2.1.1 - Poluição e degradação do solo

A poluição e degradação do solo pode ser entendida como qualquer alteração provocada nas suas características, pela introdução de produtos químicos ou resíduos de forma que ele se torne prejudicial ao homem e a outros organismos, ou tenha os seus usos prejudicados (Derísio,1992).

As principais fontes de poluição e degradação do solo segundo Mota (1997), são:

- mineração
- movimentos de terra (escavações e aterros)
- utilização de fertilizantes artificiais;
- aplicação de pesticidas;
- disposição de resíduos sólidos industriais ou domésticos;
- lançamento de efluentes industriais ou domésticos.

As principais conseqüências da poluição do solo podem ser descritas como sendo:

- *Por Mineração e Movimentos de Terra (Keller, 1988):*
 - aterramento gradual dos mananciais, com redução da capacidade de fornecer água para seus diversos usos;
 - danos ao processo de reprodução de peixes e microorganismos que se reproduzem no fundo dos mananciais, especialmente pela extração de areia;
 - aumento da turbidez da água, reduzindo a atividade fotossintética.
- *Por fertilizantes e pesticidas (Bertoni, J & Lombardi, 1990):*
 - alteração das características físicas e químicas do solo;
 - danos a saúde humana e dos animais, por ingestão de produtos agrícolas contaminados;
 - destruição de plantas úteis;
 - comprometimento das características químicas das águas superficiais e subterrâneas devido a carreamento e infiltração dos fertilizantes e pesticidas.

- *Por resíduos sólidos e efluentes industriais ou domésticos (Lima, 1991):*
 - produção de maus odores;
 - proliferação de insetos e roedores;
 - contaminação química do solo;
 - contaminação química das águas superficiais e subterrâneas;
 - aspecto estético desagradável.

O controle da poluição do solo é obtido evitando-se a disposição, de forma incorreta, de produtos químicos e de resíduos sólidos e líquidos.

As principais medidas conhecidas de controle da poluição do solo são:

- ✓ utilização controlada de fertilizantes;
- ✓ incremento do uso da adubação orgânica e adoção de medidas de controle da erosão;
- ✓ controle da aplicação de pesticidas;
- ✓ manejo ecológico e integrado de pragas, de forma a evitar ou reduzir o uso de defensivos agrícolas;
- ✓ classificação dos resíduos sólidos industriais de acordo com a ABNT - NBR 10004 que classifica os resíduos industriais em classe I - perigosos, classe II - não inertes e classe III - inertes afim de propor o tipo de tratamento adequado para a classe do resíduo;
- ✓ destino adequado para os resíduos sólidos, evitando-se o seu lançamento a céu aberto e adotando-se medidas de controle quando da utilização das mais variadas formas de disposição final: aterro sanitário, aterro industrial, landfarming entre outras;
- ✓ sistemas adequados de tratamento de efluentes tanto doméstico quanto industriais, evitando-se o lançamento não controlado desses efluentes no solo.

2.1.2 - Poluição da água

A poluição da água resulta da introdução de resíduos na mesma na forma de matéria ou energia, de modo a torná-la prejudicial ao homem e a outras formas de vida, ou imprópria para um determinado uso estabelecido para ela. Quando a poluição da água resulta em prejuízo à saúde do homem, diz-se que a mesma está contaminada. Assim contaminação é um caso particular de poluição e uma água está contaminada quando contém microorganismos patogênicos ou substâncias químicas ou radioativas, causadores de doenças e/ou morte ao homem (Mota, 1995).

As principais fontes de poluição das águas são:

- ***De águas superficiais***

- esgoto sanitário;
- efluentes industriais;
- resíduos sólidos;
- pesticidas e fertilizantes;
- precipitação de poluentes atmosféricos;
- alterações das margens dos mananciais.

- ***De águas subterrâneas***

- infiltração de esgotos sanitários;
- infiltração de efluentes industriais;
- percolação do chorume resultante de depósitos de lixo no solo;
- infiltração de águas contendo pesticidas, fertilizantes, detergentes e poluentes atmosféricos depositados no solo;

As principais consequências da poluição da água são:

- prejuízo ao abastecimento humano, tornando-se veículo de transmissão de doenças;
- agravamento dos problemas de escassez de água de boa qualidade;
- elevação do custo do tratamento da água;
- assoreamento de mananciais;
- prejuízo aos peixes e aos animais aquáticos;
- desequilíbrios ecológicos.

O controle da poluição da água pode ser de caráter corretivo ou preventivo. As ações corretivas visam eliminar ou reduzir uma carga poluidora existente, já as medidas preventivas são consideradas mais eficazes e menos onerosas, uma vez que evitam o surgimento dos problemas da poluição da água, incorrendo em problemas ecológicos, econômicos e sociais. As medidas preventivas objetivam evitar que o problema da poluição ocorra, devendo ser adotadas antes do início de determinada atividade.

As principais e mais conhecidas medidas de controle de poluição das águas são:

- ✓ implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários e efluentes industriais;
- ✓ coleta e destino adequado dos resíduos sólidos domésticos e industriais;
- ✓ controle da utilização de fertilizantes e pesticidas;
- ✓ disciplinamento do uso e da ocupação do solo;
- ✓ controle da erosão do solo;
- ✓ reúso da água;
- ✓ afastamento das fontes de poluição de mananciais subterrâneos e superficiais;
- ✓ modificações no processo industrial (tipo de processos e matérias-primas).

2.1.3 - Poluição do ar

A poluição do ar pode ser entendida como a presença, na atmosfera, de substâncias que: causem prejuízos ao homem, aos animais, aos vegetais e à vida microbiológica; provoquem danos aos materiais; interfiram no gozo da vida e no uso da propriedade (Mota, 1997).

Os poluentes atmosféricos são classificados em dois tipos: primários e secundários.

Os **poluentes primários** são aqueles emitidos diretamente das fontes para a atmosfera, sendo os principais: material particulado, monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, compostos de enxofre, hidrocarbonetos e clorofluorcarbonos.

Os **poluentes secundários** são formados na atmosfera, através de reações químicas, a partir de poluentes primários, como exemplo tem-se os oxidantes fotoquímicos.

As principais fontes de poluição atmosféricas são:

- **Naturais**
 - vulcões;
 - decomposição anaeróbia de matéria orgânica;
 - desnitrificação por bactérias.

- **Antrópicas**
 - indústrias;
 - meios de transportes;
 - queima da vegetação;
 - queima do lixo;

- fermentação de resíduos;
- uso de “sprays”.

As principais conseqüências da poluição atmosférica, segundo Freedman (1995) são:

- danos à saúde humana: desconforto, odores, doenças do aparelho respiratório;
- danos à vegetação: redução da fotossíntese, ataque a folhagem;
- danos aos animais por ingestão de vegetais contaminados;
- danos materiais: desgaste, corrosão, deterioração;
- alterações nas características climáticas;
- efeito estufa;
- destruição da camada de ozônio;
- chuvas ácidas.

As medidas de controle da poluição do ar podem ter caráter preventivo ou corretivo. As ações preventivas visam evitar que as concentrações dos poluentes, em determinadas áreas, alcancem valores superiores aos padrões de qualidade do ar. As medidas corretivas são adotadas objetivando reduzir as concentrações de determinados poluentes em uma área.

As principais e mais conhecidas medidas de controle de poluição do ar segundo Gralla (1998) são:

- ✓ disciplinamento do uso e ocupação do solo:
- localização adequada das fontes poluidoras em relação às outras áreas;
- utilização de barreiras naturais ou artificiais, à propagação dos poluentes;
- distribuição adequada de edificações, de forma a garantir a circulação do ar;
- melhoria da circulação dos veículos, através de um sistema viário adequado;
- melhoria e incentivo do uso do transporte coletivo.

✓ Controle nas fontes poluidoras:

- altura adequada das chaminés de indústrias;
- uso de matérias-primas e combustíveis que resultem em resíduos gasosos menos perigosos;
- modificação de processos industriais;
- operação e manutenção adequadas dos equipamentos industriais;
- melhoria da combustão nos processos onde são necessárias, pois quanto mais completa a combustão menor é a emissão de poluentes;
- controle da emissão de poluentes nos veículos;
- uso de combustíveis menos poluidores nos veículos;
- instalação de equipamentos e acessórios de retenção de partículas e gases.

Enfim, a produção industrial de bens, quase que sempre, e pela lei da natureza, é acompanhada pela geração de resíduos. Os tipos e quantidades gerados dependem simplesmente da matéria-prima utilizada e do processo de produção. As medidas de controle para os mais diversos tipos de poluição existem. No entanto, o empresário ou as comunidades que enfrentam estes problemas nem sempre sabem o que fazer para tratar, minimizar ou mesmo eliminar o problema, talvez pela falta de experiência ou, quem sabe, pela falta de opção de uma alternativa que esteja a seu alcance.

2.2 - GESTÃO EMPRESARIAL

Numa economia aberta, o que caracteriza; fundamentalmente, as empresas é a competitividade. Havendo muitos produtores, os consumidores/clientes tendem a selecionar os produtos que atendam melhor às suas necessidades. Sendo assim, os produtores com certeza deverão competir (Marques, 1995).

O fato de as empresas terem de enfrentar as leis do capitalismo fez com que elas mudassem profundamente sua atitude, e se preocupassem mais com

competitividade. Essa realidade desenvolveu a mentalidade de que a produtividade, a qualidade e a modernização dos meios de produção são conceitos fundamentais para a própria sobrevivência das mesmas.

É nesse universo que inserem-se algumas ferramentas, que na verdade são métodos gerenciais voltados a uma performance com qualidade e competitividade tais como: Total Quality management - TQM, Total Quality Control - TQC, Círculos de Controle da Qualidade - CCQ, Ciclo PDCA, 5S's entre outras e que serão apresentadas na forma de seus conceitos neste capítulo para maior entendimento do trabalho como um todo, uma vez que essas ferramentas vêm se mostrando bastante eficientes no estabelecimento de estratégias ecológicas.

2.2.1 - Total Quality Management - TQM

O gerenciamento da qualidade total (TQM) consiste em uma filosofia que se destina a melhorar continuamente a produtividade em cada nível de operação e em cada área funcional de uma organização, utilizando-se dos recursos disponíveis. De acordo com Deming (1990) e Brocka (1994), direcionada para objetivos amplos, como custos, qualidade, fatia de mercado, planejamento e crescimento empresarial; o TQM, combina técnicas de administração, sistemas de melhorias existentes e inovadores, técnicas específicas para aperfeiçoar continuamente todos os processos.

O gerenciamento da qualidade utiliza o fator humano, e lhe insere confiança, uma vez que o envolve completamente. A idéia de uma abordagem administrativa integrada e voltada para o aspecto humanístico foi lançada por Edwards Deming, hoje reconhecido como um grande líder no gerenciamento da qualidade (Brocka, 1994).

No caso de uma Escola, as pessoas afetadas pela sua existência segundo a obra *Gerência da Qualidade Total na Educação da Fundação Christiano Ottoni*, 1994 são:

- ◆ Os alunos, os quais como principais clientes do produto da Escola, devem ser atendidos em suas necessidades de aprendizagem, formação de habilidades, formação do caráter e capacidade para exercer de forma consciente e responsável sua condição de cidadão;
- ◆ A sociedade, como segundo cliente mais importante, a qual espera receber da Escola pessoas com capacidade de aprendizagem e de trabalho, em condições de colaborar para o bem estar próprio de sua família e da sociedade em que vive.
- ◆ Os professores e funcionários, os quais esperam: ser satisfeitos em suas necessidades de remuneração pelo trabalho; ser atendidos em suas necessidades de educação continuada para o exercício competente de sua profissão; alcançar plena realização pessoal; e desenvolver suas potencialidades como seres inteligentes;
- ◆ A entidade mantenedora da Escola, através da realização da missão de educar, e da realização dos compromissos assumidos com a sociedade.

2.2.2 - Total Quality Control - TQC

A palavra TQC (Total Quality Control), foi inicialmente utilizada por Armand Feigenbaum, que divulgou a sua tese no periódico *Industrial Quality Control*, de 1957. Segundo Feigenbaum, o TQC pode ser definido como “um sistema eficiente para a integração do desenvolvimento da qualidade dos serviços dos diversos grupos em uma organização, para permitir produção e serviços aos níveis mais econômicos, que levem em conta a satisfação total do consumidor” (Ishikawa, 1986).

A fim de obter controle e satisfação, é preciso detectar quais foram os fins, efeitos e resultados não alcançados e através deles atuar persistentemente de modo a modificar os resultados para um fator positivo e desejado (Campos, 1992).

A educação e o treinamento são a base de sustentação do TQC e da manutenção da continuidade do processo de melhorias.

2.2.3 - Círculos de Controle da Qualidade - CCQ

Os “Círculos de Controle da Qualidade” são pequenos grupos de funcionários voluntários, que se reúnem periodicamente para analisar e propor idéias no que tange a melhorias e modificações, dentro da mesma área de trabalho (Almeida, 1994). A motivação básica do CCQ é a participação.

Os círculos são a melhor ferramenta de desenvolvimento de pessoal, motivador e gerador de participação, para o sucesso dos esforços no sentido de melhoria de qualidade de qualquer organização. Este processo envolve elementos a nível de operador em chão de fábrica e foi desenvolvido no Japão na década de 60, por Kaoru Ishikawa.

2.2.4 - Ciclo PDCA

O PDCA, é um método para a prática do controle gerencial dentro de uma empresa, pode ser utilizado em vários níveis gerenciais e pode possibilitar o encontro do caminho a ser seguido pelos que dele se utilizarem (Campos, 1994).

O termo PDCA tem o seguinte significado

P - PLAN	Planejar
D - DO	Executar
C - CHECK	Verificar
A - ACTION	Atuar

Segundo Ishikawa (1986) e Ishikawa (1994), estes mecanismos trabalham no sentido de atuar corretivamente sobre os processos e operações. No **planejamento** é possível definir metas de controle e maneiras de se atingir estas metas. Na **execução** acontece o treinamento do que ficou proposto na etapa de planejamento, a execução das tarefas previstas e a coleta de amostras para verificação do andamento do método. Na fase de **Verificação** reúnem-se os dados coletados e confrontam-se os resultados obtidos com a meta planejada. A **ação corretiva**, é o atuar corretivamente e insistentemente fazendo o ciclo **PDCA** girar, de modo que desvios das metas propostas não voltem a ocorrer.

2.2.5 - 5S

A sigla 5S deriva de cinco palavras Japonesas: **Seiri, Seiton, Seisoh, Seiketsu e Shitsuke**. O 5S é um programa para todos os níveis da empresa, do presidente aos operadores, pode desenvolver-se em áreas administrativas, de serviços, de manutenção e manufatura. O programa deve ser liderado pela alta administração da empresa e é baseado em educação, treinamento e prática em grupo (Campos, 1994).

O significado do 5S:

- Seiri** = Organização
- Seiton** = Arrumação
- Seisoh** = Limpeza
- Seiketsu** = Padronização
- Shitsuke** = Disciplina

Segundo o programa de linguagem original, o primeiro a ser implantado, os 5S significam (Osada, 1992):

Seiri: A organização significa distinguir o necessário do desnecessário, tomar as decisões difíceis e implementar o gerenciamento pela estratificação, para livrar-se do desnecessário. Eliminando o desnecessário, evita-se que se transformem em problemas. Esta organização sugere uma limpeza geral, para que fazendo isso se observe melhor a organização e se perceba porque as coisas não estão bem. É o senso de utilização, a seleção do útil e inútil.

Seiton: Arrumar significa colocar as coisas nos lugares certos, de forma correta, para que possam ser usadas prontamente. É uma forma de acabar com a procura de objetos. Aqui a ênfase está no gerenciamento funcional das coisas e na eliminação da procura de objetos. Para que se encontre o que se precisa e quando se quer, sem remexer tudo desnecessariamente. É o senso de arrumação.

Seisoh: Acabar com lixo, a sujeira e tudo que for estranho, de modo a ficar limpo. A limpeza é uma forma de inspeção. A limpeza pode ter um tremendo impacto sobre o tempo de manutenção, a qualidade, a segurança, o moral e todos os outros aspectos operacionais. É o senso de manutenção e limpeza.

Seiketsu: Padronizar significa manter a organização, a arrumação e a limpeza contínua e constantemente. Todos os aspectos a nível pessoal e de ambiente. É a atmosfera de limpeza.

Shitsuke: Manter a disciplina através de ensinamentos do que precisa ser feito, por meio de treinamentos. Acabar com os maus hábitos e inculcar os bons. As pessoas acostumam-se a criar e seguir regras. É a base da civilização e o mínimo necessário para que a sociedade funcione. É o senso de disciplina e treinamento.

2.3 - GERENCIAMENTO ECOLÓGICO

2.3.1 – *Considerações gerais*

Desde a antigüidade, a interação entre atividade humana e o seu meio ambiente foi fator dominante na moldagem de um pelo outro. Quando esta atividade, por força da sua organização, começa a merecer o nome de empresa, ela torna-se inevitavelmente um elo essencial na cadeia de equilíbrio do meio ambiente como um todo (Backer,1995). O empresário, cujos esforços e inteligência estão essencialmente concentrados em uma mini-parcela do ecossistema, isto é, a sua própria empresa, diz Backer, precisa de ferramentas e métodos para poder assumir esta responsabilidade.

No entanto, sabe-se que esta prática pertence apenas a uma minoria empresarial que com certeza tem os dias contados, a menos que entrem no que poderia se chamar de bloco festivo da competitividade, assim chamado porque há os que querem que o bloco vença e para tanto trabalham com seriedade todas as questões relativas ao assunto, mais há também os que só querem participar do bloco e para tanto mascaram a realidade a fim de dizerem que são competitivos.

Existe uma infinidade de oportunidades a aproveitar e pontos fracos e fortes a detectar, de acordo com o tamanho e a abrangência da empresa. Gerenciar com sustentabilidade ambiental sustentável a empresa, com certeza seria uma boa maneira de aproveitar oportunidades provenientes do “marketing” ecológico. E detectar os pontos fortes e fracos da empresa também seria uma importante estratégia tirando maior proveito das chamadas ferramentas de gestão empresarial, com apoio às questões ecológicas.

As grandes corporações e empresas multinacionais são mais vulneráveis à crítica ambiental. Acidentes ou episódios de contaminação ocorridos em uma das unidades de produção repercurtem imediatamente na venda do produto, podendo

resultar em enormes prejuízos econômicos e na perda de credibilidade por parte do consumidor. Por isso, a manutenção da imagem positiva é um aspecto vital, especialmente para as grandes corporações. No setor produtivo brasileiro, há evidências quanto à tendência crescente das indústrias optarem pela regulamentação interna dos seus impactos ambientais e buscarem um comportamento pró-ativo, com a introdução do gerenciamento ecológico (Batista,1993).

O termo gerenciamento ecológico é usado para designar uma abordagem ativa e criativa desenvolvida na Alemanha e aprimorada pelo Elmwood Institute. O objetivo do gerenciamento ecológico é minimizar o impacto ambiental e social das empresas, e tornar todas as suas operações tão ecologicamente corretas quanto possível, e sob este aspecto diferente do gerenciamento ambiental que tem uma abordagem defensiva e reativa (Callenbach, 1993).

A base do gerenciamento ecológico é o reconhecimento de que os problemas ecológicos do mundo, como todos os outros grandes problemas de nosso tempo, não podem ser entendidos isoladamente, requerem uma compreensão e solução de uma forma holística e sistêmica, ou seja, com uma visão do problema como um todo integrado, e não como um conjunto de partes dissociadas.

O gerenciamento ecológico envolve a passagem do pensamento mecanicista para o pensamento sistêmico (Callenbach,1993). Um aspecto essencial dessa mudança é que a percepção do mundo como máquina cede lugar à percepção do mundo como sistema vivo. Essa mudança diz respeito à uma nova percepção da natureza, do organismo humano, da sociedade e portanto, também da percepção de uma nova organização de negócios. Organização cuja compreensão não é possível apenas pelo prisma econômico.

Sob o ponto de vista do gerenciamento ecológico, as preocupações sociais e ambientais não devem competir. O eco-empresário precisa estar preparado para o desafio de harmonizar essas preocupações.

A implementação do eco-gereciamento ou de eco-estratégias, depende em muito da participação dos funcionários, uma vez que, sendo aqueles que efetivamente executam o trabalho na empresa, são então os que naturalmente mais o conhecem. Essa participação ocorre apoiada nas ferramentas de gestão empresarial citadas no item 2.2.

É de extrema importância para o sucesso do eco-gereciamento, o conhecimento dos instrumentos de gestão ambiental tais como: a Legislação Ambiental, com todos os seus padrões bem definidos de qualidade da água, do ar e do solo; as normas da ABNT referentes à solução de problemas ambientais bem como à classificação de resíduos industriais-NBR 10004; a Certificação ISO 14000 da International Organization for Standardization, com sede em Genebra, que uniformiza os conceitos de gestão ambiental, o Código Florestal, os recursos hídricos e a Agenda 21, Política Nacional de Meio Ambiente, Política Nacional de Recursos Hídricos entre outras.

2.3.2 – Gestão Ambiental (ISO 14000) e ISO 9000

Maimon (1994) cita a ISO 9000 (norma de gestão da qualidade) como uma norma estabelecida de todos os procedimentos necessários para manter a qualidade dos produtos e a integridade dos processos que levam a essa qualidade, e a BS 7750, norma Inglesa na qual foi baseada a ISO 14000, como uma norma que estabelece os procedimentos, assegurando que a qualidade alcançada e seus respectivos processos não provocam danos ambientais.

A ISO 9000 diz Maimon (1994), trata dos processos que dão suporte à eliminação/redução dos riscos ao meio ambiente. E tem-se notado diversas formas de controle que são comuns a ambas as normas (ISSO 9000 e 14000). Em seu artigo, Maimon cita 15 elementos da BS7750 que podem ser virtualmente copiados da ISO 9000. São eles:

- comprometimento da alta direção;

- organização e pessoal;
- análise de contratos e instruções de clientes;
- controle de projetos;
- registros e controle de documentos;
- auditorias e revisões;
- aquisição;
- controles e procedimentos do processo ou operação;
- inspeção e ensaios;
- controle de medições e equipamentos de testes;
- controle de não-conformidades de produtos;
- manuseio e armazenagem;
- embalagem e expedição;
- assistência técnica;
- amostragem estatística.

O procedimento para obtenção da certificação ambiental da ISO 14000 segue praticamente a mesma rotina da série ISO 9000. A fase preparatória consiste na definição dos compromissos e princípios gerenciais de uma empresa, assim como na escolha dos procedimentos, na elaboração do cronograma e no treinamento do pessoal. Em seguida é elaborado um diagnóstico ou uma pré-auditoria, permitindo identificar os possíveis pontos fracos e vulneráveis no processo industrial. E finalmente, é realizada a certificação por uma entidade credenciada e contratada pela empresa.

Etapas Do Sistema De Gestão Ambiental (Maimon,1994)

Etapa 1: Estabelecer a política ambiental

Etapa 2: Planejamento

Etapa 3: Implementação e operação

Etapa 4: Monitoramento e ações corretivas

Etapa 5: Revisão ou análise crítica

Existem várias alternativas de certificados, variando de acordo com o seu grau de abrangência, desde gestão ambiental, auditoria ambiental e certificação dos produtos, até análise do ciclo de vida (Quadro 2.1)..

Com essa série de normas (ISO14000) espera-se um resultado semelhante à série ISO 9000, em relação à sua aceitação pelo setor empresarial, uma vez que a qualidade ambiental é inseparável da qualidade total, ambas aspiradas pelas empresas que pretendem manter-se competitivas, assegurando-lhes uma posição num mercado cada vez mais globalizado e exigente.

Qualidade total associada a um gerenciamento ecológico, minimizando os riscos à saúde dos funcionários e à população adjacente, é agora considerada como um novo fator no desenvolvimento e crescimento da indústria e são aspectos cada vez mais procurados por empresas interessadas em vencer a competição internacional (Batista, 1993). Prevaecem, portanto, em escala global a competição pelo mercado mundial e a crítica ou aprovação dos consumidores, como sendo os fatores dominantes na determinação do comportamento ecologicamente correto dos empresários.

O gerenciamento da qualidade total é uma forma total de gerenciamento que implica na obtenção de qualidade em tudo aquilo que a empresa faz, sendo assim, as organizações estão percebendo que não podem atingir a qualidade total se lançarem efluentes e resíduos tóxicos nas águas, no ar e no solo.

Quadro 2.1 - Normas da Série ISO 14000

ISSO	TÍTULO
14000	Guia de orientação do conjunto de normas da série
14001	SGA - Especificações com guia para uso
14002	Guia sobre princípios, sistemas e técnicas de suporte
14004	Guia para princípios, sistema e técnico de suporte
14010	Guia para auditoria ambiental - Diretrizes gerais
14011-1	Diretrizes para auditoria ambiental e procedimentos para auditoria. Parte 1: Princípios gerais para auditoria dos SGA
14011-2	Diretrizes para auditoria ambiental e procedimentos para auditoria
14012	Diretrizes para auditoria ambiental. Critérios de qualificação de auditores
14014	Diretrizes para auditoria ambiental. Guia para avaliações iniciais
14015	Diretrizes para auditoria ambiental. Guia para avaliação de sítios
14020	Rotulagem ambiental (SC3)
14021	Rotulagem ambiental -
14022	Rotulagem ambiental - Termos de definições para aplicação específica e auto-declarações
14023	Rotulagem ambiental - Simbologia para os rótulos
14024	Rotulagem ambiental - Testes e metodologias de verificação
14031	Rotulagem ambiental - Guia para certificação com base em análise multicriterial
14040	Avaliação do desempenho ambiental do SGA
14041	Análise do ciclo de vida - Princípios gerais e prática
14042	Análise do ciclo de vida - Análise dos impactos
14043	Análise do ciclo de vida - Interpretação
14050	Termos e definições - Vocabulário
14060	Guia para inclusão de aspectos ambientais nas normas de produto

Fonte: Adaptado de Reis (1996), citado em Gutberlet (1996)

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

Na busca pela qualidade total, várias empresas do mundo inteiro estão claramente se tornando mais responsáveis em relação aos seus efeitos ambientais. Para estes líderes empresariais, torna-se cada vez mais evidente que a responsabilidade ambiental é o passo seguinte à qualidade total, e é um passo imprescindível às empresas para que permaneçam competitivas e lucrativas.

2.3.3 – Gerenciamento Ecológico como resposta às questões ambientais

Existem motivos suficientes para que as empresas concluam que uma resposta pró ativa à questão ambiental pode fortalecer as organizações e sua posição competitiva, dentre eles estão:

- evitarão os custos de multas, despoluição e processos judiciais;
- reduzirão a quantidade de material usado;
- reduzirão o nível de consumo e os custos de energia;
- reduzirão os custos do manuseio e descarte de resíduos;
- criarão novas oportunidades de venda a novos clientes mais sensíveis à questão ambiental;
- manterão os nichos de mercado compostos de clientes antigos que desejam produtos favoráveis ao meio ambiente;
- obterão maior credibilidade em bancos e outras instituições financeiras;
- reduzirão os riscos de grandes desastres ambientais;
- melhorarão a imagem pública da empresa.

Apesar de estarem se tornando cada vez mais óbvias as vantagens de se tornarem “verdes” ou seja trabalharem preventivamente a questão da poluição, algumas empresas ainda tendem a fragmentar o grupo, se voltando principalmente à resolução dos problemas depois que estes já ocorreram, como sendo a única forma de gerenciamento da poluição.

As organizações precisam definir o conceito ou princípio organizador que possa assessorá-las no planejamento, definição e execução de um completo reordenamento das formas como conduzem cada aspecto de seu negócio, começando pela matéria-prima e terminando com os resíduos.

O conceito mais apropriado para estas organizações é o conhecido conceito de desenvolvimento sustentável, que segundo Mota (1997) é entendido como um processo de mudança, no qual o uso dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a ação institucional, tudo deve aumentar o potencial de atender às necessidades humanas, tanto hoje como amanhã.

Segundo Kinlaw (1997), o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser útil como:

- ✓ uma premissa que descreve claramente porque o desempenho competitivo e o desempenho ambiental não podem estar em conflito;
- ✓ um plano para as organizações usarem ao comunicar a todas as partes interessadas (fornecedores, funcionários, clientes e investidores) como pretendem trabalhar pelo meio ambiente, pela lucratividade e pela própria sobrevivência;
- ✓ um guia de planejamento e estratégia ecológica;
- ✓ uma ferramenta para avaliar e aperfeiçoar a capacidade da empresa de competir na era ecológica.

Difícilmente uma organização pode hoje fornecer uma demonstração completa de desempenho sustentável, no entanto, há evidências suficientes de que é uma meta factível e que muitas organizações estão bem encaminhadas na conquista dessa meta, uma vez que tem bem claro as diretrizes que devem seguir, resíduo zero, minimização de resíduos e em último caso tratamento e/ou disposição final de resíduos.

Resíduo zero: É o grande objetivo a ser atingido pelo desempenho sustentável e que segundo Pauli (1996) significa uma mudança em nosso conceito de indústria, deixando de lado o modelo linear, no qual os resíduos são considerados normais, e partindo para um modelo integrado onde tudo tem utilização e pode ser aproveitado.

Este novo conceito anuncia o início de uma nova revolução industrial, na qual a indústria imita os ciclos sustentáveis da natureza e do homem, sendo que ao invés de esperar que a terra produza cada vez mais, deve-se aprender a usar cada vez melhor o que a terra já produz.

O resíduo zero ou emissão zero visualiza um contexto onde todos os insumos industriais são utilizados nos produtos finais ou convertidos em insumos, capazes de agregar valor para outras indústrias ou processos.

Para a indústria, o resíduo zero ou emissão zero vai significar maior competitividade e representa a continuação de sua busca inevitável da eficiência. Junto à produtividade do trabalho e dos capitais, ter-se-á a utilização completa das matérias-primas produzindo mais com menos. O resíduo zero pode ser visto como um padrão de eficiência, comparando-se segundo Pauli (1996) ao “Total Quality Management” (defeito zero) e ao “Just in Time” (estoque zero).

Minimização: A diminuição dos resíduos é uma grande aliada do meio ambiente uma vez que trabalha do lado preventivo, evitando maiores problemas e isto se dá através de medidas tais como: mudanças de processo, mudança de matéria-prima e maior controle no processo, para que seja utilizado somente a matéria-prima necessária e equipamentos bem ajustados, afim de se evitar vazamentos, ou seja, uso de tecnologias limpas.

Tratamento e/ou Disposição Final: São as chamadas tecnologias de final de linha, são tecnologias normalmente caras e por isso a diretriz deve ser o uso de tecnologias limpas nos processos produtivos, pois quanto menos resíduo for gerado, menor será o custo do seu tratamento ou disposição.

O tratamento de resíduos (líquidos, sólidos ou gasosos) é definido como sendo qualquer processo que altere suas características, composição ou propriedades, de maneira a tornar mais aceitável sua disposição final ou simplesmente destruição. Estes métodos se processam por uma das seguintes formas:

- convertendo os constituintes agressivos em formas menos perigosas ou insolúveis;
- decompondo biologicamente estes resíduos;
- destruindo quimicamente produtos indesejáveis;
- alterando a estrutura química de determinados produtos, tornando mais fácil sua assimilação pelo meio ambiente;
- dispendo de maneira correta no solo.

Um processo para ser considerado ambientalmente sustentável deve estar próximo dos seguintes objetivos:

- ✓ poluição zero;
- ✓ nenhuma produção de resíduos;
- ✓ nenhum risco para os trabalhadores;
- ✓ baixo consumo de energia; e eficiente uso dos recursos.

CAPÍTULO 3 - SETOR METAL-MECÂNICO

3.1 - PANORAMA DO SETOR

O setor Metal-Mecânico aqui considerado (siderurgia, metalurgia e mecânica) é um dos setores mais antigos em termos de consolidação industrial e por isso já possui grande parte de sua tecnologia totalmente dominada. É também um dos maiores setores produtivos do país. Segundo dados da pesquisa feita pela revista Exame Melhores e Maiores em 1997 e publicada em julho de 1998, apresentando um panorama dos setores industriais do Brasil, tinha-se que, dentre as 20 empresas que mais cresceram naquele ano, o setor Metal-Mecânico apontou uma em primeiro lugar e outra em décimo segundo. Também dentre as 20 mais rentáveis, o setor Metal-Mecânico apontou uma em sexto lugar e outra em nono lugar. Ainda segundo dados desta pesquisa, o setor Metal-Mecânico representou em 1997 uma média de 11% dos setores que mais vendem no país, considerando outros 18 setores.

Somente a Indústria metalúrgica, segundo balanço da Associação Brasileira de Fundição (Abifa), ampliou sua produção em 4,5% do ano de 1996 para 1997, só no primeiro semestre, produzindo 794,6 mil toneladas. A tendência segundo alguns estudiosos é o mercado de fundidos manter crescimento constante nos próximos anos. Para o ano de 2001, o setor espera estar produzindo 3,5 milhões de toneladas/ano, o dobro do produzido no ano de 1997.

Sendo o setor metal mecânico um grande consumidor de insumos e também grande gerador de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos), é muito importante para o mesmo se utilizar de ferramentas ou de estratégias que garantam a eficiência dos processos produtivos, evitando os desperdícios, minimizando resíduos, reciclando ou em última análise tratando-os para que este também seja um setor ambientalmente sustentável, especialmente dentro do

processo de globalização de mercados e economia, onde qualquer desvantagem ou qualquer vantagem será um diferencial importante para a sobrevivência.

3.2 - TRATAMENTO TÉRMICO

O Tratamento Térmico no processo produtivo do setor Metal-Mecânico faz parte da ciência da metalurgia e é o termo genérico que se dá a todos os processos de aquecimento e resfriamento utilizados para mudar as propriedades ou características dos metais. Estas alterações são necessárias para que as peças produzidas de ligas metálicas se tornem adequadas ao uso (Chiaverini, 1987). Este tratamento é realizado em cubas, as quais contêm banhos de altas temperaturas em cuja composição entram sais à base de cianetos, nitretos, nitratos e cloretos. E banhos de resfriamento onde os meios mais comumente utilizados são: soluções aquosas, água e óleo.

O emprego das ligas metálicas na engenharia e na indústria é baseado principalmente nas suas propriedades mecânicas, ou seja, na sua capacidade de suportar as cargas a que estão sujeitas quando em serviço. Essas dependem da sua estrutura cristalina ou granular e estão intimamente relacionadas com sua composição e com as condições de fabricação. Estruturas tais como bruta de fusão, recozida, encruada ou obtidas de altas temperaturas, em condições variáveis de velocidade de resfriamento, conferem características mecânicas que podem se afastar dos valores considerados normais.

Desse modo, para a correta seleção e aplicação dos materiais metálicos o controle de sua estrutura passa a ser um fator decisivo. Os Tratamentos Térmicos a que são submetidas as peças metálicas, principalmente quando se trata de ligas ferrosas, constituem o meio mais usual, seguro e eficiente de controlar-se a sua estrutura. Existem diversos tipos de Tratamento Térmico que são empregados conforme as especificações exigidas para a peça. No entanto os mais empregados são (Chiaverini, 1987):

Têmpera: Este é o tratamento térmico mais importante, porque é por intermédio dele, acompanhado do revenido, que se obtém as estruturas e as propriedades que permitem o emprego do aço em peças de maior responsabilidade e em aplicações mais críticas, como as que se encontram na indústria mecânica, na indústria de transporte e em outros segmentos industriais. A operação consiste em resfriamento rápido (180 - 250°C), a partir da temperatura de austenização (780 - 1000°C) em banhos de sais a base de cianetos (3 a 5 %), em meio de grande capacidade de resfriamento, como água, salmora, óleo e eventualmente ar;

Revenido: Este tratamento é empregado em todas as peças que passaram pelo processo de têmpera, onde adquiriram maior dureza, a fim de conferir às mesmas maior tenacidade. A importância entre as características exigidas para peça de dureza e tenacidade é que vão determinar a temperatura do tratamento, que pode ser realizado em câmara de ar ou em banhos de sais a base de cloretos, nitratos e nitritos à temperaturas que podem variar de 200 a 650 °C.

Cementação: Tratamento Termoquímico em que se promove enriquecimento superficial com carbono. A cementação líquida é levada a efeito em fornos de banho de sal de diversos tipos de austenitização a 900°C, normalmente a base de cianetos (10 a 12%). Este tratamento visa a inserção de carbono na peça, para que ela possa atingir uma maior dureza através do processo de têmpera.

Alívio de Tensões: Recozimento subcrítico visando à eliminação de tensões internas sem modificação fundamental das propriedades existentes, realizado após deformação a frio, soldagem e usinagem.

Obs: Austenitização: Transformação da estrutura da matriz existente em estrutura austenítica através de aquecimento. Pode ser parcial (aquecimento dentro da faixa de transformação) ou completa (aquecimento acima da faixa de transformação) (Chiaverini, 1987).

Utilizando as técnicas adequadas pode-se melhorar as propriedades de dureza, usinabilidade, estampabilidade, conformação de peças e resistência à tração, ao escoamento, ao choque, ao atrito, ao desgaste e à abrasão. Assim, os metais, através de um Tratamento Térmico conveniente, podem, por exemplo, ser endurecidos para aumentar a capacidade de corte e a durabilidade, amolecidos para permitir conformação ou usinagem ou, ainda, podem se tornar mais resistentes a impactos ou esforços sem perder sua elasticidade.

O Tratamento Térmico está intimamente ligado a todas as atividades humanas. A maioria dos equipamentos e ferramentas utilizadas no nosso dia-a-dia, assim como todas as máquinas que os produzem, passam por Tratamento Térmico. Componentes automotivos, ferramentas de corte, eixos, rolamentos, clips para escritório, equipamentos nucleares e bélicos, grampos para cabelo, engrenagens, equipamentos agrícolas, componentes para indústria aeronáutica, talheres, componentes para informática, pregos, moedas etc., tudo funciona melhor e por mais tempo devido a este tratamento.

O Processo de Tratamento Térmico de peças metálicas embora seja uma atividade produtiva de extrema importância para todas atividades humanas, contribui para o agravamento da poluição ambiental através de resíduos de arames, banhos ácidos, sais contendo cianetos, cloretos, nitritos e nitratos, resultantes, de suas inúmeras operações. Os custos dessa atividade, a nível empresarial e para a sociedade como um todo, podem ser fortemente divergentes, tendo essa diferença muito a ver com a questão do gerenciamento ecológico.

O processo de Tratamento Térmico pode ser resumido segundo (Chiaverini,1987), nas seguintes operações (Figura 2.1):

- **recebimento das peças** e anotações das especificações exigidas;
- **preparação das peças** através das amarrações feitas com arames de modo a facilitar a introdução e retirada das mesmas dos banhos;

- **tratamento térmico**, ou seja, introdução das peças nos fornos quentes (**austenitização**) e banhos de **resfriamento** de acordo com as especificações exigidas para as peças;
- encaminhamento das peças tratadas para retirada das amarrações de arame;
- **limpeza das peças** através de banhos ácidos;
- secagem e preparação para a **expedição**.

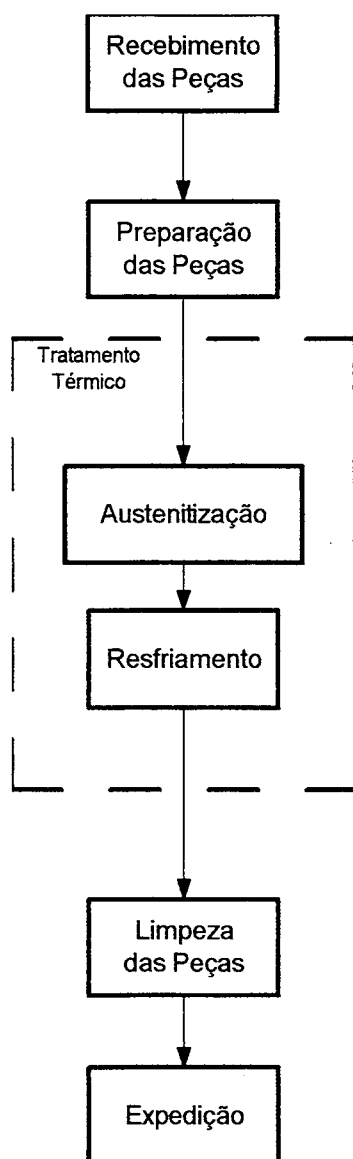


Figura 3.1 - Fluxograma do Processo de Tratamento Térmico

- **tratamento térmico**, ou seja, introdução das peças nos fornos quentes (**austenitização**) e banhos de **resfriamento** de acordo com as especificações exigidas para as peças;
- encaminhamento das peças tratadas para retirada das amarrações de arame;
- **limpeza das peças** através de banhos ácidos;
- secagem e preparação para a **expedição**.

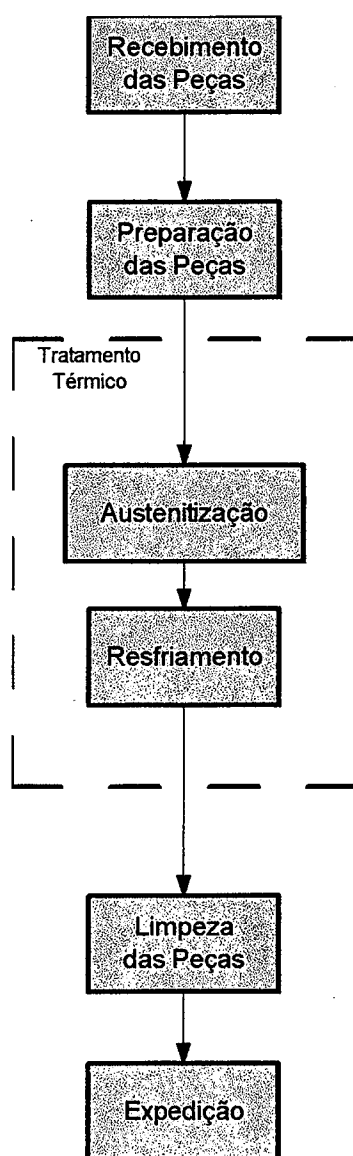


Figura 3.1 - Fluxograma do Processo de Tratamento Térmico

3.3 - FUNDIÇÃO DE METAIS

A origem do trabalho com metais ainda não foi estabelecida com certeza. É geralmente aceito que o ouro foi o primeiro metal obtido e utilizado, sendo seguido pelo cobre, depois pelas ligas de bronze e finalmente pelo ferro fundido.

O advento do ferro no processo de desenvolvimento metalúrgico pode ser estabelecido com alguma precisão no ano 2000 a. C. Aparentemente tratava-se de metal raro, uma vez que na época era utilizado em adornos. A arte cerâmica e a arte de fundição estiveram sempre muito ligadas, tanto no que se refere à fabricação de materiais refratários e cadinhos, como na execução dos moldes. Numerosas ilustrações encontradas no Egito dão conta dos processos utilizados na fundição de metal daquela época, tais como preparação dos moldes, fusão dos metais, vazamento e acabamento das peças (ALBA, 1989).

Foi somente nos séculos XVI e XVII que o uso de peças fundidas expandiu-se. Desenvolveram-se as fundições de aço em cadinhos, o uso de coque nos altos-fornos primitivos e o forno cubilô, especialmente na Inglaterra. Em torno de 1800, numerosos tipos de peças para todos os fins eram fundidos em ferro e marcaram o início da “Era Industrial” do século XIX.

As primeiras notícias da produção de ferro no Brasil datam de 1554, quando Pe. José de Anchieta anunciou à Coroa de Portugal a descoberta de minérios de ferro na região de São Paulo.

Com o advento da indústria automobilística, na década de 50, criou-se demanda suficiente para impulsionar a indústria de fundição não só em São Paulo, mas em todo o Brasil. Hoje, o país conta com uma indústria de fundição vasta e diversificada. Grandes empresas modernas, equipadas com maquinário sofisticado, utilizam técnicas avançadas de produção e fundem todos os tipos de ligas ferrosas e não ferrosas para os mais variados setores industriais: desde

imensos rotores para usinas hidrelétricas até pequenos componentes de motores ou peças artísticas.

A fundição de uma peça pode ser resumida segundo Alba (1989), nas seguintes operações (Figura 2.2).

Modelação: Confeção dos modelos com a forma final da peça a ser produzida. Estes modelos podem ser de madeira ou alumínio, mas na maioria das vezes é feito de madeira.

Seleção das areias: É realizada por silos que separam a areia fina, areia grossa e seus componentes: bentonita, amido de milho (mogu) e pó de carvão, de acordo com a necessidade.

Seleção das caixas para moldar: Esta seleção é feita visualmente para inspecionar a qualidade das caixas: dimensionamento, verificação de alinhamento dos furos laterais, verificação das condições de uso (amassadas ou furadas).

Macharia: É a confecção dos machos em areia aglomerada com resinas, eventualmente necessários para proporcionar os espaços ociosos e vazios na peça.

Moldagem: É a confecção do molde em areia aglomerada com resina, baseada no modelo, e pode ser de duas maneiras:

Moldagem manual: Consiste na obtenção do molde a partir do modelo proposto utilizando o método de prensagem manual. Neste caso, pode-se utilizar areias verde, processo cura-frio, CO₂, e Shell. Este processo é utilizado para pequenas quantidades de peças e produz maior quantidade de resíduos por peça, ou seja, são restos de areia de moldagem e de preenchimento que por ventura caem no chão e não mais são aproveitadas.

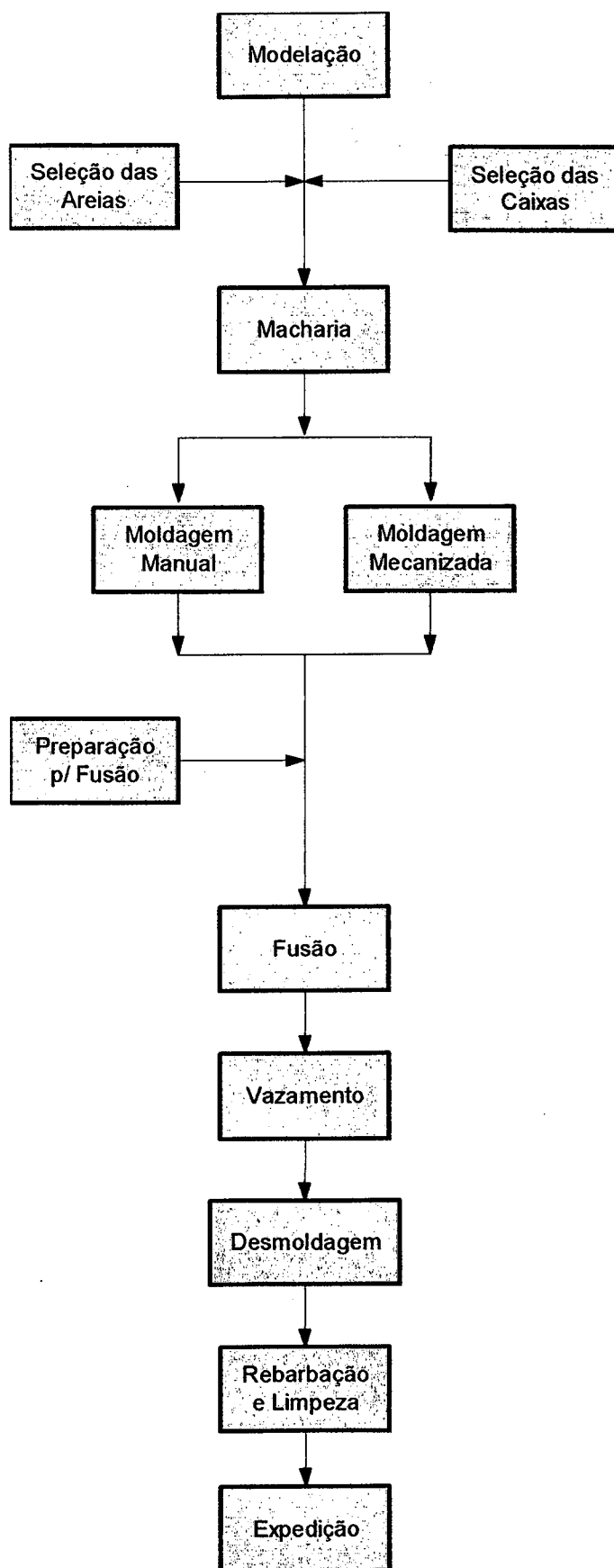


Figura.3.2 - Fluxograma do Processo de Fundição de Metais

Moldagem mecanizada: Consiste de um processo de moldagem que se utiliza de modelos em placas (dois lados) que são colocados em dois pinos guias de uma prensa pneumática juntamente com a caixa de moldar, onde em seguida joga-se areia neste sistema caixa-modelo, depois aciona-se a máquina de processo pneumático e obtém-se o molde por prensagem uniforme. Este processo é utilizado para grandes quantidades de peças e somente usa-se areia verde (sem resinas). Aqui também tem-se um percentual pequeno de resíduos de areias que por ventura caem no chão e não são mais aproveitadas.

Preparação para a fusão: São atividades de acabamento e preparação para que o processo de fundição ocorra com bastante sucesso.

Acabamento dos moldes: Utilização de ar comprimido para limpeza e pintura a fim de se ter uma melhor retenção das inclusões de areia.

Colocação dos machos nos moldes: Colocação dos machos prontos nos vãos marcados para os mesmos.

Fechamento dos moldes para vazamento: Consiste no fechamento das partes do molde através de pinos guias.

Colocação dos moldes prontos nas esteiras: Consiste na colocação do moldes prontos nas esteiras, para esperar o vazamento do metal que é fundido em um processo paralelo.

Seleção da sucata: Consiste na escolha da sucata adequada para obtenção do metal requisitado. Esta sucata é proveniente, parte de refugos reaproveitados de sobras de quebras de canais ou maçalotes das peças fundidas ou mesmo das lingoteiras, e parte é comprada de empresas de fora. Normalmente, a maior parte consiste de reaproveitamento de material e a menor parte é comprada de outras empresas

Colocação da sucata: pesa-se a quantidade desejada de sucata de acordo com a proporção química desejada, coloca-se no forno primeiramente a parte mais leve de sucata, em seguida a parte maior ou mais pesada. Funde-se o metal base (ferro ou aço), depois acrescentam-se os metais-ligas, afim de chegar o mais próximo possível do metal desejado.

Fusão e refino: Fusão é a passagem do estado sólido para o líquido da sucata colocada nos fornos e refino é o tratamento do metal líquido, visando acertar a composição química desejada e a remoção de gases e partículas indesejáveis (escória). A temperatura de fusão da sucata é de aproximadamente 1600 °C. A geração de gases neste ponto é muito pequena, devido ao fato de a maioria dos fornos serem fornos de indução elétrica, o que não é o caso das grandes fundições que se utilizam do forno Cubilô, que por sua vez gera um volume considerável de escória e vapores tóxicos.

Remoção da escória: Consiste no ato de retirar durante a fusão e no momento de vazamento todo o material indesejado (escória) que se forma na parte superior do metal líquido. Muitas vezes deixa-se uma camada inferior a 1 cm de escória, para proteger o banho. O resíduo aqui resultante é a escória retirada, mas, a quantidade é bastante insignificante. O que não acontece nas fundições maiores que utilizam o forno Cubilô e que por sua vez gera muito mais escória.

Preparação dos cadinhos ou panelas: Consiste no aquecimento ou pré-aquecimento dos cadinhos através de um queimador a gás de cozinha (butano), com a finalidade de evitar o choque térmico que poderia ser provocado pela alta temperatura do metal.

Vazamento para as panelas ou cadinhos: Consiste no basculamento do forno jorrando o metal nas panelas ou cadinhos devidamente preparados.

Vazamento das placas ou cadinhos para os moldes: Consiste no preenchimento do molde com o metal líquido a temperatura de cerca de 1500 °C. Caso sobre metal das placas, estes vão para as lingoteiras e retornam ao processo.

Permanência dos moldes vazados para resfriamento natural: O tempo de permanência depende do tamanho e da espessura da peça.

Desmoldagem: Consiste em colocar os moldes vazados e resfriados em uma caixa vibratória, que possui uma grelha na parte inferior para segurar a peça onde somente a areia cai em uma esteira, que leva esta areia para um dos silos de areia a fim de reaproveitá-la.

Rebarbação e Limpeza: São atividades de acabamento da peça fundida:

Quebra de canais ou massalotes: Consiste no ato de colocar a peça em local adequado (devidamente amortecido com areia que após certo tempo de uso não é mais reutilizada) para então quebrar manualmente (marretas e martelo) os canais e massalotes, que não fazem parte da peça e que são classificados como sucata. Neste ponto há também uma geração razoável de resíduos provenientes de areias incrustadas nos canais e massalotes.

Jateamento com granalha de aço: Consiste em colocar a peça, já sem os canais e massalotes em uma câmara na qual se realiza o jateamento com granalha de aço (pequenas esferas de aço) afim de deixar a peça mais limpa. Aqui os resíduos compõem-se de grande quantidade de poeira, gerada pelo jateamento de granalha na peça pronta.

Acabamento: Consiste na remoção de rebarbas (restos de metais que aparecem nas peças fora das dimensões da peça desejada) através do uso de esmeris. Neste ponto também há resíduos de metais finos resultante do processo de esmerilhamento da peça pronta.

Expedição: Local onde se estocam as peças e se aguardam os clientes para entrega.

A areia utilizada para a fundição deverá ser quimicamente inerte e possuir uma refratariedade adequada ao metal a ser fundido. A areia mais empregada é a silicosa com 99% de SiO_2 (ou valores próximos).

As possibilidades de aplicação das resinas sintéticas para aglomeração de areia em fundição foram percebidas há muito tempo. Entretanto, os primeiros sistemas de resinas comerciais surgiram apenas na década de 50. Atualmente, a aglomeração com resinas sintéticas praticamente substituiu os métodos anteriores, que utilizavam óleos secantes como aglomerantes, o que não produzia um acabamento esperado da peça fundida e que sobrevivem apenas para algumas aplicações específicas ou em regiões economicamente pouco desenvolvidas.

Resina sintética é um termo genérico de uma classe de substâncias que possuem uma composição química complexa, alto peso molecular e ponto de fusão indeterminado (GIANNINI, 1995). Estes compostos apresentam a propriedade de polimerização ou cura, isto é, fusão de várias moléculas para formar longas cadeias moleculares. Ao se polimerizarem, as resinas sintéticas endurecem formando blocos de material sólido e quimicamente inerte. A reação de polimerização é normalmente iniciada por certos reagentes químicos, como ácidos fortes ou ésteres, ou por condições físicas como calor ou radiação.

As principais resinas de interesse para a indústria de fundição de metais segundo Giannini (1995), são:

Resinas Fenólicas: Também chamadas resinas fenol-formol ou FF, são resinas sintéticas termofixas produzidas pela reação de fenol e formol. As resinas fenólicas podem ser produzidas por processo alcalino ou ácido, resultando em resinas alcalinas ou resóis e resinas ácidas ou novolacas. Tanto as resinas

fenólicas do tipo resol, como as novolacas encontram largo emprego como aglomerantes de areia, bem como na preparação de revestimentos de machos e moldes para fundição.

Resinas Uréia-Formol: Também chamadas resinas uréicas ou UF, são resinas sintéticas termofixas, produzidas pela reação de formol com uréia. Apresentam alta qualidade, extraordinária versatilidade e baixo custo.

Resinas Furânicas: São resinas complexas, com três componentes ativos: uréia-formol/álcool furfurílico (UF/FA) ou fenol-formol/álcool furfurílico (FF/FA). São resinas líquidas e termofixas, catalizadas por sistemas ácidos.

A utilização de uma ou outra destas resinas depende do tipo de processo empregado pela fundição para a confecção dos moldes e machos. Os processos mais comumente empregados segundo Alba (1989) são:

Processo cura frio: Neste processo a resina aglomerante da areia de moldagem solidifica-se à temperatura ambiente, quando exposta a um conversor ácido. A cura é exotérmica. A retirada do macho da caixa pode ser feita em poucos minutos à temperatura ambiente; a resistência máxima é atingida em 4 ou 5 horas aproximadamente. Este processo faz uso de resinas furânicas e fenólicas. Suas principais vantagens são: facilidade de produção, boa remoção dos machos, excelente acabamento superficial e excelente estabilidade dimensional dos machos e moldes. O teor de resina empregado neste processo é de 1,2 a 1,5 do peso da areia.

Processo CO₂ : Neste processo os aglomerantes da areia de moldagem são os silicatos na base de 5% do peso da areia. Para a mistura são utilizadas areia fina e areia grossa na proporção de 50% de cada, o catalizador ou endurecedor da mistura é o gás CO₂ . Também este processo produz peças de boa qualidade.

Processo Shell: Este processo baseia-se na utilização de resinas fenólicas também na base de 3 a 4% do peso da areia, do grupo das novolacas, que se caracterizam por uma relação molar entre 1/0,5 e 1/0,8 ou seja, um excesso de fenol em relação ao formol. Este processo tem como principais vantagens: acabamento superficial superior dos fundidos; alta estabilidade dimensional, menor rebarbação e usinagem, baixa absorção de umidade, menor quantidade de refugos associado a ocorrência de gases, inclusões, sinterização da areia e falta de enchimento.

CAPÍTULO 4 - EXPOSIÇÃO GERAL DO PROBLEMA

4.1 - O MUNICÍPIO DE JOINVILLE E SEU UNIVERSO INDUSTRIAL

Neste item será apresentado o município de Joinville onde foi fundada a Escola Técnica Tupy alvo de estudo deste trabalho. A importância destas informações está na apresentação dos aspectos sociais, ambientais e econômicos do município, que são dados de relevância quando se trata de gestão ecológica empresarial, especialmente no caso de estratégias empresariais, que por sua vez devem sempre considerar o ambiente interno e externo para garantir os resultados esperados.

O Município de Joinville localiza-se na parte norte do litoral do Estado de Santa Catarina e compreende uma área de 1183 Km² (Fig. 4.1). A população, segundo o Censo de 1991 - IBGE, é de 346.283 habitantes. Dos quais, 94% residem na área urbana, devendo-se ao fato de que o parque industrial está localizado muito próximo a esta área e ser um grande gerador de empregos, absorvendo a mão-de-obra da área rural e de regiões circunvizinhas.

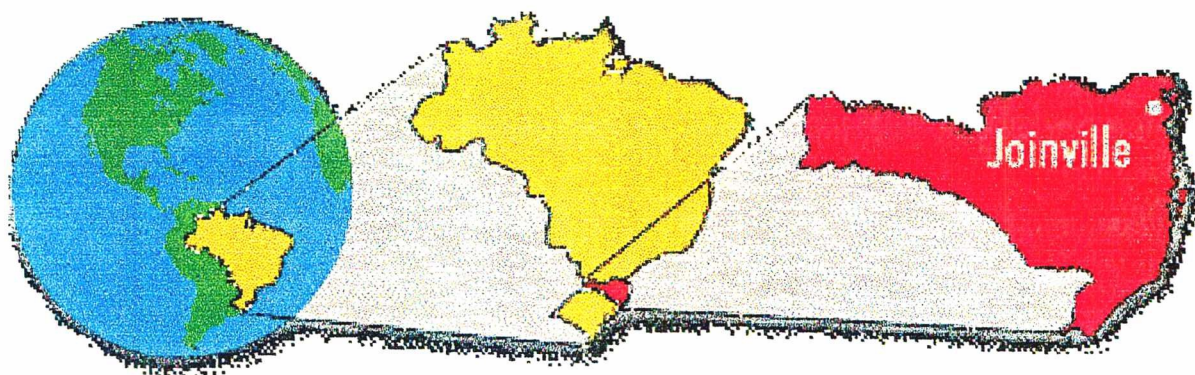


Figura 4.1 – Localização do Município de Joinville

O Estudo de Impacto Ambiental realizado para a construção de um aterro de resíduos industriais (HICSAN S.A, 1990), caracteriza o Município de Joinville da seguinte forma:

- a) Áreas de proteção ambiental da Serra do Mar - praticamente 50% da área do município: localizados acima da cota de 100 metros de altitude;
- b) Áreas de preservação permanente dos manguezais;
- c) Área da estação ecológica - abrangendo mangue e vegetação de transição;
- d) Área de proteção Ambiental da estação ecológica - faixa de 500 metros de largura entre a estação ecológica e a área proposta para o perímetro urbano.
- e) Área Urbana - efetivamente ocupada e em expansão;
- f) Área do distrito industrial - área prevista 29,9 km;
- g) Área agricultável - tem início nos limites da área urbana e se prolonga até, aproximadamente, a cota 100 metros de altitude. É formada em sua essência, por pequenas propriedades, cerca de 85% têm menos de 25 ha e apenas 1,5% têm área superior a 100 há, que se dedicam ao cultivo de arroz, cana-de-açúcar, milho, banana, mandioca e batatinha.

A Tabela 4.1, apresenta uma visão dos usos do solo em Joinville.

TABELA 4.1 - USOS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE

	Área (km ²)	(%)
Área urbana e de expansão	195,90	16,60
Rural Agricultável	281,90	23,80
Área de Proteção Ambiental da Serra do Mar	635,90	53,80
Mangues e áreas de proteção permanentes (Planícies)	45,30	3,80
Outros	24,00	2,00
TOTAL	1.183,00	100,00%

Fonte: HICSAN S.A, 1990.

Observa-se na Tabela 4.1, que o município de Joinville tem grande parte de seu território com grandes restrições à uma ocupação sistemática, quer pelo impedimento da legislação do meio ambiente (Região da Serra do Mar), quer pelo relevo acidentado ou de terrenos constantemente sujeitos a alagamentos (Planícies), quase sempre exigindo cuidados especiais, quer sejam para ocupação humana, quer para outros usos, como agricultura, indústria, aterros (Sanitários, industriais) e áreas de empréstimos.

Joinville representa o primeiro parque industrial do Estado de Santa Catarina, contando com mais de 700 indústrias, segundo dados do IBGE (1991). Dentre estas, aproximadamente, 32% constituem empresas do ramo metalúrgico e mecânico, sendo essas responsáveis por 30% do pessoal ocupado nas atividades industriais.

As indústrias têxteis, juntamente com a do vestuário e artefatos de tecidos, correspondem a pouco mais de 10% do total, conferindo um percentual de 20 % no tocante ao pessoal ocupado.

As indústrias de produtos alimentares e de transformação de madeira, representam, igualmente, 11% do total, sendo essas caracterizadas por empresas de menor porte, envolvendo 6% do pessoal.

O setor mobiliário é bastante desenvolvido, correspondendo a 5% do total das indústrias e absorvendo 5% do total de pessoal do setor industrial. O parque industrial de Joinville ainda apresenta além das indústrias já citadas, indústrias de transformação de produtos minerais não metálicos, transportes, material elétrico e telecomunicações, produtos químicos, borracha e bebidas, que, reunidas, representam mais de 25% das indústrias e 20% dos trabalhadores das atividades industriais.

Na Tabela 4.2, apresenta-se os percentuais das indústrias Joinvillenses, por atividades.

TABELA 4.2 - PARQUE INDUSTRIAL DE JOINVILLE - RESUMO DAS ATIVIDADES

GÊNERO	% DO TOTAL AS INDUSTRIAS
Mecânica	18
Metalúrgica	14
Têxtil, vestuário e artefatos de tecido	11
Produtos alimentares	11
Transformação de madeira	11
Mobiliário	05
Produtos de materiais plásticos	04
Outras	26
TOTAL	100

Fonte: HICSAN S.A, 1990.

Joinville apresenta uma estrutura industrial bastante diversificada, onde as indústrias dinâmicas, que necessitam de um mercado consumidor mais amplo, têm apresentado um crescimento bastante elevado. Ao lado de indústrias menos complexas, que visam principalmente os mercados local e regional, destacam-se indústrias com expressão nacional e, em vários setores, sobressaem algumas que atingem o mercado internacional.

Essas indústrias, devido as suas várias atividades e com diferentes graus de sofisticação, produzem resíduos com as mais diversas características, podendo aparecer em sua composição desde materiais inertes, até substâncias altamente agressivas ao meio ambiente. Destaca-se neste quadro o grande volume de areia de fundição (gerada pelas indústrias locais) e considerado segundo normas da ABNT como resíduo classe I (perigosos) ou II (não inertes) dependendo da sua composição,.

4.2 - A ESCOLA TÉCNICA TUPY

O ano de 1956 foi um dos mais decisivos para a Fundação TUPY, decorridos apenas dois anos do início das atividades da fundição no bairro Boa Vista na cidade de Joinville. Consolidada em duas áreas industriais, com cerca de 40 mil metros quadrados de área construída e cerca de 1300 colaboradores, a empresa assumiu naquele ano um dos mais sérios desafios de sua história: fornecer autopeças para a indústria automobilística brasileira. Vivendo-se os dias de grande conquista de uma extensa área ainda desabitada e distante do centro da cidade, então com uma população de pouco mais de 55 mil pessoas (Ternes,1989).

Ainda sob a presidência de seu fundador Albano Schmidt, são detectadas as dificuldades com relação a mão-de-obra especializada tornando-se na época uma situação preocupante. Fornecer alguns itens para a recém-instalada Volkswagen do Brasil, significava manter padrões de excelência compatíveis com os níveis de qualidade da exigente indústria alemã. Isto fez com que, espontaneamente, no interior da fábrica, os operários mais credenciados transmitissem informalmente os seus conhecimentos aos mais interessados.

Em 1958, após a morte de Albano Schmidt, assume a presidência seu filho Dieter Schmidt, o qual usou a mesma estratégia de formação de mão-de-obra aplicada na empresa Suíça "Georg Fisher", a mais importante fabricante de conexões da Europa. Empresa esta que possuía sua própria escola de formação de técnicos, com grande sucesso. E assim nasce a Escola Técnica Tupy (Ternes,1989) (Figura 4.2)

A Escola Técnica Tupy - ETT tem contribuído com a comunidade joinvillense e brasileira na formação de milhares de técnicos a nível de segundo grau, os quais têm participação direta no desenvolvimento industrial do país.



Figura 4.2 – Escola Técnica Tupy

A partir de 1960, formalizada em termos jurídicos, a escola começou a viver um período de maciços investimentos, os quais resultaram na implantação de cerca de 7 mil metros quadrados de área construída. Foram blocos de salas de aula, áreas para laboratórios, secretaria geral, auditório para 320 pessoas, áreas para esportes, enfim um respeitável conjunto de obras que mudaram a paisagem do bairro Boa Vista, dando uma nova configuração urbanística à área em que se implantara a Fundação Tupy.

O ano de 1961, além das transformações físicas da escola, marca o surgimento de novos cursos, devidamente legalizados e reconhecidos junto ao Ministério da Educação. Estava criado e reconhecido o primeiro curso técnico de metalurgia do Brasil, orientado para a fundição. A escola Técnica Tupy recebia também autorização para conceder diplomas válidos para o exercício das profissões de técnico metalurgista e mecânico.

Surge em 1965 a oficina mecânica, dotada de modernos equipamentos, o que acelerou o processo de transferência das aulas práticas, do interior da fábrica para as dependências da própria escola.

Hoje dispondo de uma excelente infra-estrutura, inclusive com uma fundição-modelo com 1.300 metros quadrados de área coberta que a coloca como uma das fundições de porte relativo, em comparação a muitas outras empresas que atuam no setor. A Escola está capacitada a atender encomendas especiais, realizando serviços para terceiros, dos quais advém parcelas sempre mais representativas de seu orçamento anual.

Contudo esta relação, com a comunidade Norte Catarinense, não é apenas importante pelos recursos que gera, mas é igualmente decisiva sob muitos outros aspectos: a prestação de serviços para terceiros constitui um fator de enriquecimento do ensino, pois cria novos desafios para os professores, cria motivações especiais para os alunos, gerando um ambiente semelhante ao que o aluno viverá na empresa, como técnico formado; possibilita o uso constante dos equipamentos; reduz o custo de formação do aluno e, finalmente, permite que pequenas e médias empresas da região utilizem os laboratórios e equipamentos da Escola, bem como a disposição de profissionais de alto nível para a solução de seus problemas específicos, os quais, se não fossem realizados através da Escola, não estariam ao alcance destas pequenas empresas.

Sistematicamente ao longo dos últimos anos, a Escola vem realizando serviços para terceiros nas seguintes áreas: usinagem em tornos (universais, copiadores e automáticos), em plainas, em eletrodeposição por penetração, em fresadoras e serviços de metrologia, rugosidade e balanceamentos. Os laboratórios atendem serviços gerais de ensaios mecânicos, análises químicas, análises metalográficas, análises de areias testes em motores, registros meteorológicos e testes hidráulicos e pneumáticos. Na área de desenhos e projetos: "lay-outs", projetos de peças e equipamentos. Na área de fundição, realizando modelos em madeira, peças fundidas em bronze, latão e alumínio,

peças em ferro fundido cinzento, nodular e ligas especiais; no setor de solda e caldeiraria, realizando serviços de solda de manutenção ou de caldeiraria leve; na área dos tratamentos térmicos, os serviços atendem especificações técnicas as mais diferenciadas e, finalmente, a escola presta serviços gerais de assistência técnica nas áreas de mecânica, metalurgia e processamento de dados, atendendo pedidos de pequenas ou médias empresas, desenvolvendo o treinamento de pessoas das empresas na escola, e deslocando professores e alunos para as empresas, além de atender projetos específicos de desenvolvimento ou adaptação tecnológica.

Com este elenco de serviços, a Escola Técnica Tupy nos últimos anos conseguiu gerar recursos próprios equivalentes a 45% de seu orçamento anual, adquirindo um novo “status” de escola técnica, pois funciona como um centro tecnológico efetivo, formando técnicos em cursos diversos, desenvolvendo tecnologia, atendendo às solicitações de mercado na formação de mão-de-obra especializada segundo as necessidades da região, mantendo contínuo processo de reciclagem de seu corpo docente, de evolução de seus equipamentos e laboratórios e acompanhando objetiva e diretamente os desafios tecnológicos das empresas da região, o que vem justamente reafirmar este trabalho “Eco-Estratégia Empresarial” nos dois setores mais fortes de prestação de serviços da Escola, haja visto a necessidade, não somente comercial mas também educacional de se adaptar aos sistemas de gestão ambiental das normas de gestão ambiental ISO 14000.

4.3 - O PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO

4.3.1 – APRESENTAÇÃO

O setor de Tratamento Térmico da Escola Técnica Tupy (Figuras 4.3 e 4.4) compõe-se de uma pequena empresa de tratamento térmico de peças metálicas, fundada no ano de 1968 com um único funcionário, ainda ativo no setor, e que

conta hoje com um número de 16 funcionários, produzindo cerca de 25 toneladas/mês. Para tanto, a empresa utiliza como matérias-primas e insumos, cerca de 1,5 tonelada/mês de sais a base de cianetos, cloretos, nitritos e nitratos, 8 mil litros/mês de óleo diesel, 10 mil litros/mês de água, 150 kg/mês de NaCl e 500 kg/mês de arames finos. Seu regime de trabalho é de 24 horas, parando aos sábados e domingos. Utiliza-se de ferramentas de gestão empresarial tais como o CCQ (Círculo de Controle da Qualidade) com o nome de TQT (Time da Qualidade Total) e o 5S (5 sentidos) em fase de implantação.



Figura 4.3 – Forno de Austenitização

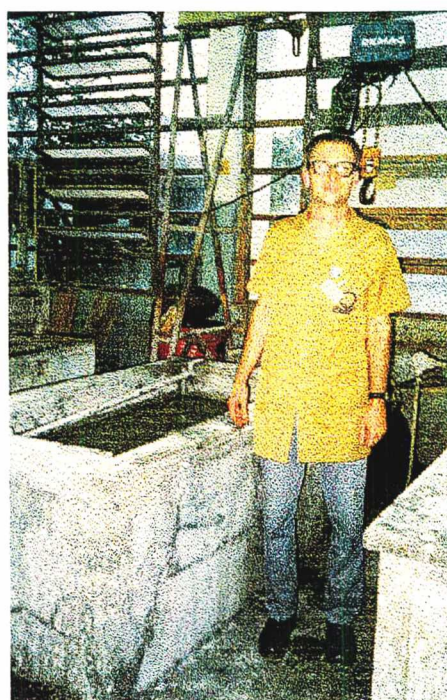


Figura 4.4 – Banho de Resfriamento

A seguir será apresentado de forma esquemática o processo, os equipamentos, os produtos e os resíduos resultantes do Processo de Tratamento Térmico da Escola Técnica Tupy. O tratamento das peças é feito com banhos em fornos, que variam de composição e temperatura de acordo com o nível de exigência do cliente para a sua peça.

4.3.2 – PROCESSO PRODUTIVO

- recebimento das peças e anotação das especificações exigidas para a peça;
- preparação das peças através das amarrações feitas com arames de modo a facilitar a introdução e retirada das peças dos devidos banhos;
- introdução das peças nos fornos quentes e banhos de resfriamento de acordo com as especificações exigidas para as peças; são feitas várias trocas de banhos para as peças de acordo com as suas necessidades. Geração de resíduos de sais que têm seu tempo de duração esgotado, bem como os sais resultantes de varredura de pisos;
- retirada das peças do local dos banhos, seguida de retirada do suporte de arame. A geração de resíduos é resultante da retirada dos arames contaminados com sais;
- limpeza final das peças através de banhos ácidos;
- secagem e preparação para a expedição.

4.3.3 – EQUIPAMENTOS

- ◆ câmara de pré-aquecimento para todos os materiais, tendo por objetivo retirar a umidade e evitar choques térmicos. A câmara atinge a temperatura de 450 ± 50 °C. A esta temperatura as peças apresentarão uma coloração azulada;
- ◆ 02 fornos a carvão de silício, destinados um a cementação e o outro a austenização e normalização. O banho é a base de cianeto de sódio a 15% - ponto ótimo, cujo nome comercial é CC110 - ativador com ponto de fusão a 580°C. CC110 A para completar volume (correção do banho). AK - fluxo de cobertura a base de grafite que reduz a emissão de gases tóxicos no

ambiente. O cianeto de sódio somente cementa as peças a uma temperatura acima de 850°C, sendo utilizada temperatura de 930°C. O forno destinado a austenização e normalização atingem temperaturas de 780 a 820°C;

- ◆ 01 forno a óleo “TOOE”, com câmara de pré-aquecimento VKN1 acoplada. A pré-câmara atinge uma temperatura de 450°C enquanto que o forno atinge a temperatura de 780 a 930°C dependendo do tipo de tratamento térmico que será realizado, podendo ser, normalização, cementação, austenização, martêmpera a alta temperatura. Todos estes tratamentos térmicos são possíveis trocando-se os cadinhos. É usado o sal CS 540 a base de Ba, K, Na, adicionado junto com o sal um ativador, denominado R-2 que é um ativador que evita a descarbonatação e a cada 8 horas deve ser acrescentado ao banho 1% do volume total;
- ◆ 01 forno elétrico, “PPE”, dotado de eletródos imersos com cadinho refratário, controle de temperatura feito por meio de pirômetro de radiação(max 1350°C); o sal utilizado é o SN 1080 constituído por 95% de BaCl + 3% MgF + 2% BaO. É usado o forno para temperar aços rápidos (1160 a 1180°C);
- ◆ 01 forno elétrico, “PPE”, com eletrodos imersos e cadinho refratário. É utilizado para martêmpera e revenido a altas temperaturas em aços rápidos e aços para trabalho quente. O sal é o GS-430, sendo constituído por 30% de BaCl + 50% CaCl + 20% NaCl;
- ◆ 02 fornos tipo mufla com variação de temperatura entre 200 a 1000°C. Podem ser efetuados os recozimentos, normalização, alívio de tensões, ferritação; também são realizados, revenido, cementação sólida e têmpera, este último não é aconselhável, pois a atmosfera é oxidante;
- ◆ 01 forno elétrico de circulação de ar forçada, utilizado para revenido entre 200 a 500°C;

- ◆ 02 tanques AWO, utilizados para martêmpera de 250°C. O sal utilizado é o AS-140, a base de nitratos de potássio e nitrito de sódio;
- ◆ 01 tanque utilizado para têmpera de aços carbono. O meio de resfriamento é salmora a 10% de NaCl (sal grosso) em temperatura ambiente;
- ◆ 01 tanque utilizado para têmpera de aços ligados. O meio de resfriamento é óleo vegetal ou mineral em temperatura ambiente;
- ◆ 01 tanque utilizado para remoção de sal das peças. O meio de limpeza é água aquecida a temperatura de 80 a 90°C;
- ◆ 01 tanque com água em temperatura ambiente, destinado a facilitar o manuseio das peças;
- ◆ 01 tanque a óleo, com o objetivo de lubrificação das peças; e
- ◆ 01 forno mufla, destinado a revenido e uso por alunos.

4.3.4 – PRODUTOS FINAIS

▪ TIPO	Kg/mês
▪ CEMENTAÇÃO	5000
▪ TÊMPERA	10000
▪ ALÍVIO DE TENSÕES	5000
▪ OUTROS	5000
▪ TOTAL	25000

4.3.5 – RESÍDUOS PROVENIENTES DO PROCESSO

- ✓ arames contaminados com sais;
- ✓ resíduos de sais de têmpera resultantes da retirada necessária num determinado tempo, bem como da varredura do piso;
- ✓ efluente ácido contendo metais pesados, resultante da limpeza final das peças;
- ✓ vapores tóxicos provenientes dos fornos e dos banhos.

A figura 4.5 apresenta o fluxograma do processo com entradas e saídas de resíduos

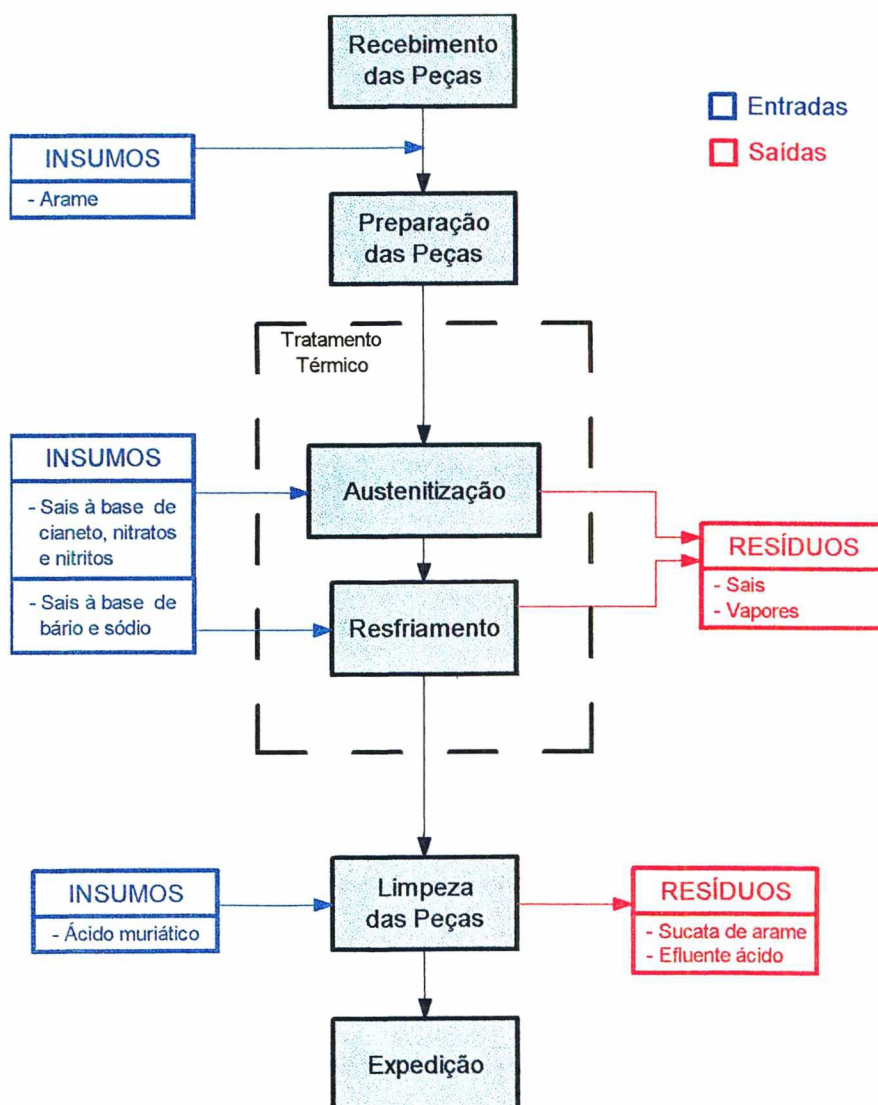


Figura 4.5 - Fluxograma do Processo de Tratamento Térmico com Entradas e Saídas

4.4 – PROCESSO DE FUNDIÇÃO DE METAIS

4.4.1 - APRESENTAÇÃO

O setor de Fundição da Escola Técnica Tupy (Figuras 4.6 e 4.7) é formado por uma pequena empresa de fundição de metais com 26 funcionários, que produz cerca de 40 toneladas de peças por mês. Para tanto, a empresa utiliza como matérias-primas e insumos, cerca de 70 toneladas/ mês de metal, 10 m³/mês de areia fina, 10 m³/mês de areia grossa, 8 toneladas/mês de Bentonita, 200 kg/mês de amido de milho (mogu), 400 kg /mês de pó de carvão e resinas sintéticas na proporção de 1 a 2% da areia. Seu regime de trabalho é o horário comercial normal. Utiliza também de ferramentas de gestão empresarial como o CCQ (Círculo de Controle da Qualidade) com o nome de TQT (Time da Qualidade Total)

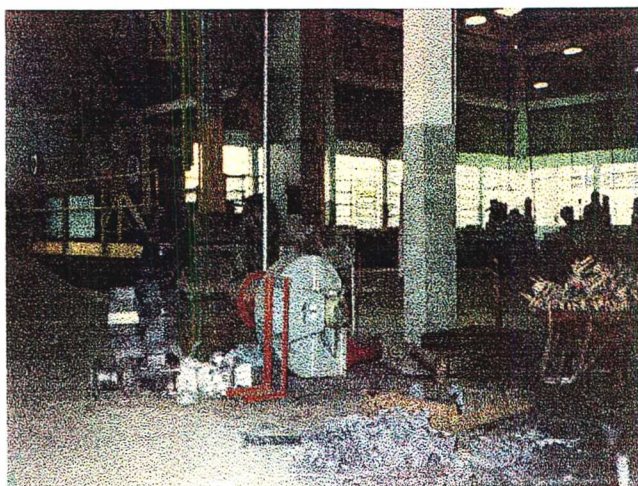


Figura 4.6 – Silos de Areia e Expedição

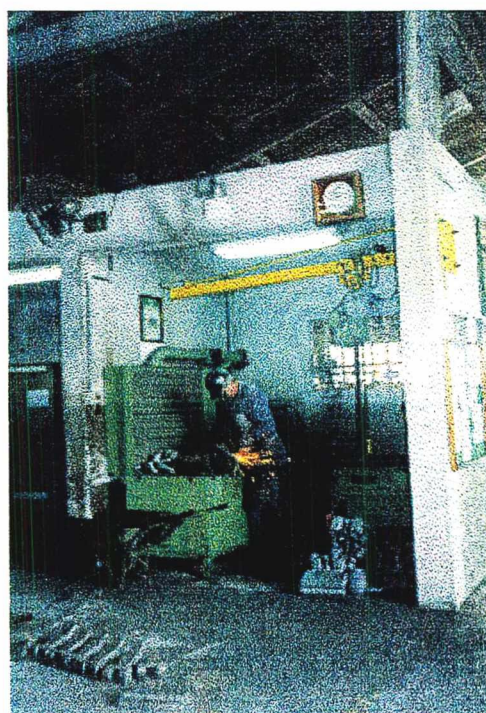


Figura 4.7 – Acabamento de Peças

A seguir será apresentado de forma esquemática o processo, os equipamentos, os produtos e os resíduos provenientes do processo de Fundição de Metais da Escola Técnica Tupy.

4.4.2 – PROCESSO PRODUTIVO

- modelação: confecção do modelo com a forma final da peça a ser produzida;
- macharia: confecção dos machos em areia e resina eventualmente necessários para proporcionar os espaços ociosos ou vazios na peça;
- fusão: obtenção do metal líquido;
- vazamento: enchimento do molde com metal líquido;
- desmoldagem: retirada da peça solidificada do molde;
- rebarbação e limpeza: corte de canais e rebarbas da peça e remoção dos resíduos do molde.

4.4.3 – EQUIPAMENTOS

- ◆ silos de armazenagem das areias;
- ◆ caixas para moldar;
- ◆ prensas pneumáticas de moldagem;
- ◆ misturador de areias e resinas;
- ◆ compressor de ar comprimido;
- ◆ esteira de linha de produção;
- ◆ balanças;
- ◆ cadinhos;
- ◆ caixa vibratória com grelha;
- ◆ câmara de jateamento com granalha;

- ◆ esmiris

- ◆ fornos; os fornos são utilizados na fusão dos metais. Os fornos existentes na fundição da Escola Técnica Tupy são:
 - ◆ 01 forno Cubilô atualmente desativado;

 - ◆ 02 fornos de indução elétrica em funcionamento, 1 com capacidade para 300 kg de metal, mais utilizado para a fusão de ferro. E o outro com capacidade para 150 kg de metal, mais utilizado para a fusão de aço;

 - ◆ 01 forno de indução elétrica desativado;

 - ◆ 01 forno de indução elétrica pequeno, com capacidade para 60 kg de metal, mais utilizado para a fusão de peças dos alunos;

 - ◆ 01 forno a óleo diesel basculante com capacidade para 150 kg de bronze ou latão, não muito utilizado;

 - ◆ 01 forno Poço a óleo com capacidade para 150 kg de alumínio, mais utilizado pelos alunos;

 - ◆ 01 forno poço a resistência com capacidade para 30 kg de não-ferrosos, desativado;

 - ◆ 01 forno a resistência com capacidade para 30 kg de não-ferrosos, desativado.

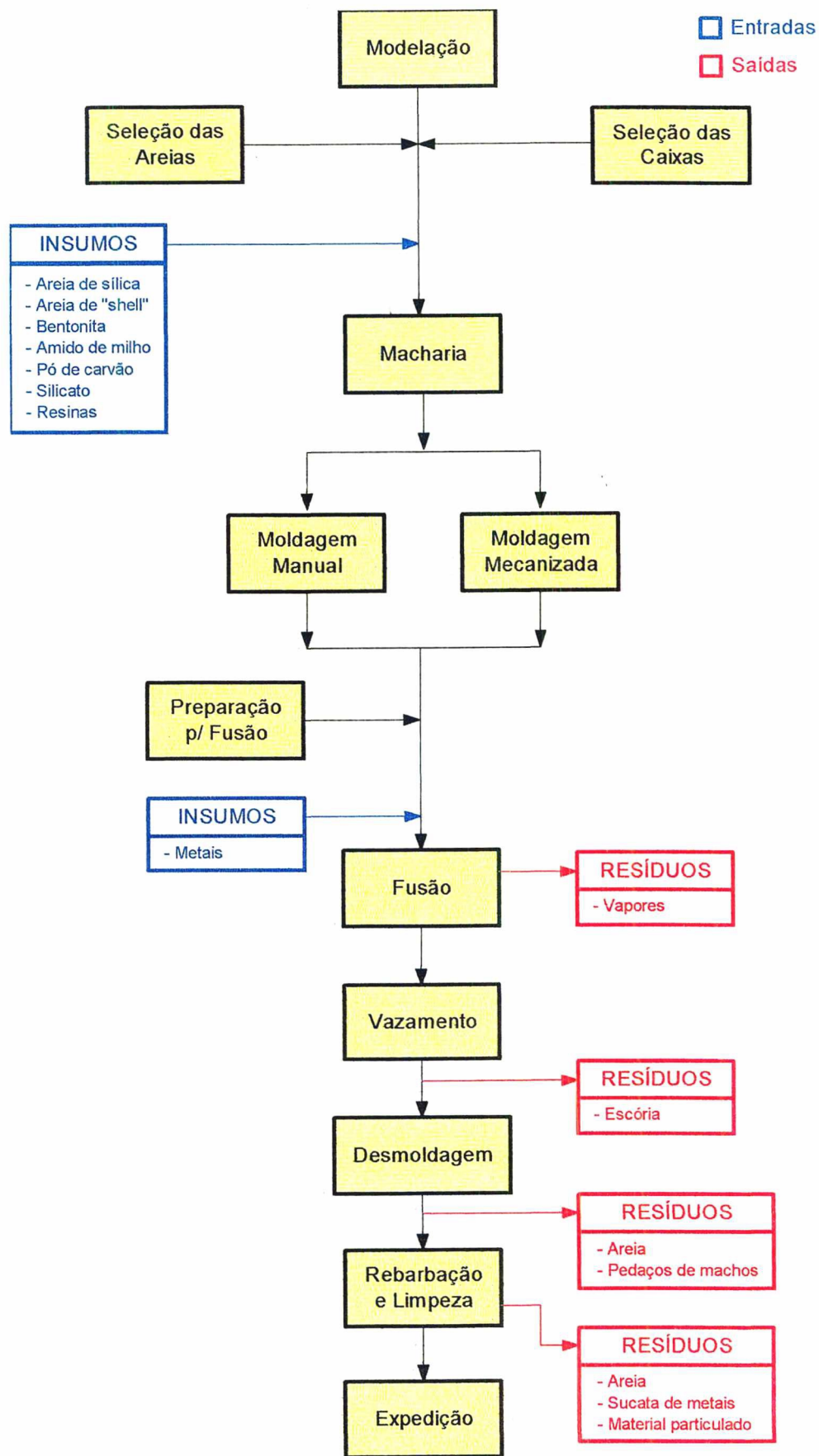
4.4.4 – PRODUTOS FINAIS

- Peças fundidas de Ferro
 - Peças fundidas de Aço
 - Peças fundidas de Alumínio
- ❖ Num total de cerca de 40 toneladas por mês.

4.4.5 – OS RESÍDUOS PROVENIENTES DO PROCESSO

- ✓ escória de fundição, provenientes da fusão nos fornos;
- ✓ resíduos de areia de preenchimento;
- ✓ resíduo de areia de machos e moldes ;
- ✓ sucata de ferro provenientes das lingoteiras, das quebras de canais e massalotes;
- ✓ material particulado proveniente do processo de rebarbação e limpeza com jato de granalha e esmiris;
- ✓ vapores tóxicos provenientes dos fornos no momento da fusão.

A figura 4.8 apresenta o fluxograma do processo com entradas de insumos e saídas de resíduos



4.8 - Fluxograma do Processo de Fundição de metais com Entradas e saídas

CAPÍTULO 5 - ESTRATÉGIAS PROPOSTAS

5.1 - CONSIDERAÇÕES

Para muitas empresas e setores, produzir de forma ecologicamente sustentável parece um sonho irrealizável. Para os ambientalistas, assegurar empregos, manter a viabilidade econômica e ao mesmo tempo fazer uma mudança maciça na empresa pode parecer um desafio simples. “Como conciliar uma enorme pressão social no sentido de melhorar os padrões de consumo da população com a necessidade cada vez maior de preservar o meio ambiente?” (Lima,1991).

Os impactos da indústria sobre o meio ambiente são desiguais entre os diferentes ramos de atividades, uma vez que a poluição é condicionada pela matéria-prima e pela energia utilizada no processo de produção e, ainda, pela intensidade de incorporação de tecnologias limpas. Estimativas recentes indicam que apenas 12% dos estabelecimentos industriais dos países desenvolvidos, concentrando 20% do valor adicionado, são responsáveis por 2/3 do total da poluição industrial (Maimon,1994).

Hoje observa-se empresas comprometidas com a questão da proteção ambiental. Esse comprometimento traduz-se numa ética empresarial que traz conseqüências ao seu sistema de gestão, às estratégias, ao seu processo decisório e à sua estrutura.

Algumas organizações brasileiras estão dirigindo seu setor de P&D para descobrir produtos, embalagens, matérias-primas fontes energéticas e processos produtivos que não causem danos ao meio ambiente, ou seja, não estão aceitando a poluição ecológica como subproduto (De Souza,1993).

A questão ambiental deixou há muito de ser um modismo, para se transformar numa das mais importantes áreas gerenciais das organizações. Não há como tratar a gestão da qualidade total de forma compartimentalizada, com a área ambiental em separado. Justamente a área ambiental é que deverá ser a cola que unirá as partes na implementação da Qualidade Total.

Surge a ISO 14000, série de normas de gestão ambiental, que tem por objetivo administrar da melhor e mais produtiva maneira as relações entre suas atividades e o meio-ambiente que as abriga, observadas as expectativas das partes interessadas. Mas, surge aqui um questionamento. Como gerenciar o relacionamento entre as atividades produtivas e o meio ambiente, especialmente no caso das pequenas e médias empresas?

A experiência acumulada através dos anos revela que as decisões tomadas no sentido de resolver problemas ambientais, considerados tão complexos, nem sempre deram os resultados esperados. Os empresários ou gerentes de áreas, nem sempre estão seguros de suas próprias decisões, devido à falta de informações e até mesmo de metodologias que sirvam de apoio a estas questões.

Em resposta as questões ambientais que agora afetam sobremaneira o ambiente dos negócios, algumas empresas com visão de competitividade já se adiantam com estratégias ecológicas empresariais, ou seja, estratégias que contemplem todas as possíveis questões ambientais pela qual a empresa possa passar, tais como: eliminação, minimização e tratamento ou disposição dos resíduos, até se utilizar de ferramentas como o "marketing" ecológico.

5.2 - METODOLOGIA

A necessidade de uma ação concreta no gerenciamento e controle da poluição industrial justifica o estabelecimento de uma metodologia de gestão dos

resíduos industriais, desenvolvida neste trabalho com o nome de “Eco-Estratégia”.

Algumas estratégias têm se mostrado bastante valiosas no encaminhamento das empresas a resolverem seus problemas ambientais. A estratégia aqui apresentada considera:

- praticar a conservação e atentar a cada detalhe associado com o processo de trabalho; por exemplo, usando as quantidades estritamente necessárias de material, economizando energia, água, mantendo os veículos bem ajustados;
- modificar ou substituir os processos, produtos e serviços existentes de modo a torná-los ambientalmente favoráveis; por exemplo, mudando para maquinário mais eficiente em termos de uso de energia, reduzindo os materiais de embalagem, eliminando ou minimizando produtos químicos e emissões tóxicas;
- recuperar, por meio de reciclagem e reutilização de resíduos e produtos secundários e subprodutos, tais como produtos químicos, papel, vidro, plástico, metal e água.

Levarão a um aumento do desempenho sustentável das empresas, baseia-se em três abordagens de soluções ambientais para os resíduos sólidos líquidos e gasosos, quais sejam:

1. Resíduo Zero = não-geração ou minimização de resíduos + reciclagem

2. Minimização de Resíduos + Tratamento e/ou Disposição Final de Resíduos

3. Tratamento e/ou Disposição Final de Resíduos.

Essas abordagens geram alternativas para a solução dos problemas limitadas pela viabilidade técnica da solução proposta, considerando o contexto

da empresa, ou seja, porte, situação econômica, tecnologia disponível, capacitação de pessoal, entre outras.

A escolha é feita através da comparação das alternativas segundo critérios ecológicos e econômicos, podendo gerar soluções que combinem mais de uma abordagem ambiental.

A base dessa metodologia é o critério ecológico gerando alternativas que serão comparadas economicamente, o que produzirá resultados diversos para empresas com o mesmo tipo de resíduo, porém porte e/ou filosofia de gerenciamento diferentes, atendendo sempre um mesmo objetivo: o desempenho ecologicamente sustentável.

A metodologia da “Eco-estratégia” proposta baseia-se no Sistema de Gestão Ambiental da norma de gestão ambiental ISO 14000, operacionalizada como um plano de ação por resíduo, bem como, utiliza os conceitos de Ciclo PDCA: Planejar, Executar, Verificar e Atuar.

A proposta metodologica para a “Eco-Estratégia” compõe-se dos seguintes passos:

Passo 1 - Diagnóstico: identificação, caracterização, classificação e quantificação dos resíduos provenientes do processo produtivo;

Passo 2 - Abordagem de Gestão Ecológica: dentro dos conceitos de gerenciamento ecológico vistos no capítulo 3, deve-se utilizar, sempre que possível, a abordagem de **Resíduo Zero**, onde todos os insumos industriais são utilizados nos produtos finais, de tal forma que não gerem nenhum tipo de poluição ou, quando gerarem, buscar a reciclagem econômica destes resíduos. Caso esta abordagem não seja técnica ou economicamente viável, deve-se utilizar a abordagem de **Minimização de Resíduos + Tratamento e/ou Disposição Final**, ou seja, uso de tecnologias e matérias-primas menos

poluentes, seguida de tratamento e/ou disposição final dos resíduos resultantes deste processo. Em última análise, se nenhuma dessas abordagens for possível técnica ou economicamente, usar a abordagem de **Tratamento e/ou Disposição Final de resíduos**, chamadas de tecnologias de final de linha e definida como sendo qualquer processo que altere suas características, composição ou propriedades de maneira a tornar mais aceitável sua disposição no meio ambiente.

Passo 3 - Geração das Alternativas: compreende a geração e a comparação das alternativas de solução para o problema de cada um dos resíduos gerados, através de critérios técnicos, econômicos e ecológicos, em função das abordagens escolhidas no passo 2, sendo que a solução para o problema pode apresentar mais de uma alternativa gerada .

Passo 4 - Planos de Ação : são aqueles que poderão operacionalizar as alternativas geradas para cada resíduo diagnosticado no passo 1. Planos estes muitas vezes resultantes das ferramentas de gestão empresarial tais como: CCQ e 5S.

Passo 5 - Implementação : diretrizes que vão colocar efetivamente em prática os planos de ação.

Passo 6 - Verificação: através da verificação pode-se comparar os resultados obtidos com os resultados esperados, possibilitando a ação corretiva no sentido de diminuir o desvio identificado, prática comum no Ciclo PDCA.

É importante lembrar que para o sucesso desta ou qualquer outra estratégia empresarial ecológica a organização deve:

- ✓ comprometer-se com a implantação da estratégia;
- ✓ entender os níveis de resposta que se esperam dela em relação ao desafio ambiental;
- ✓ saber qual é o seu nível atual de resposta;

- ✓ poder influenciar o atual nível de resposta e ser capaz de guiá-la rumo ao desempenho ecologicamente correto;
- ✓ entender e usar as ferramentas tanto de gestão empresarial como de gestão ambiental.

Finalmente, deve ficar claro que apesar de trabalhar pontualmente, ou seja resíduo por resíduo, os impactos das abordagens trabalhadas serão sobre a escola como um todo a nível de mobilização e conscientização, bem como sobre o entorno da escola a nível de melhoria da qualidade ambiental.

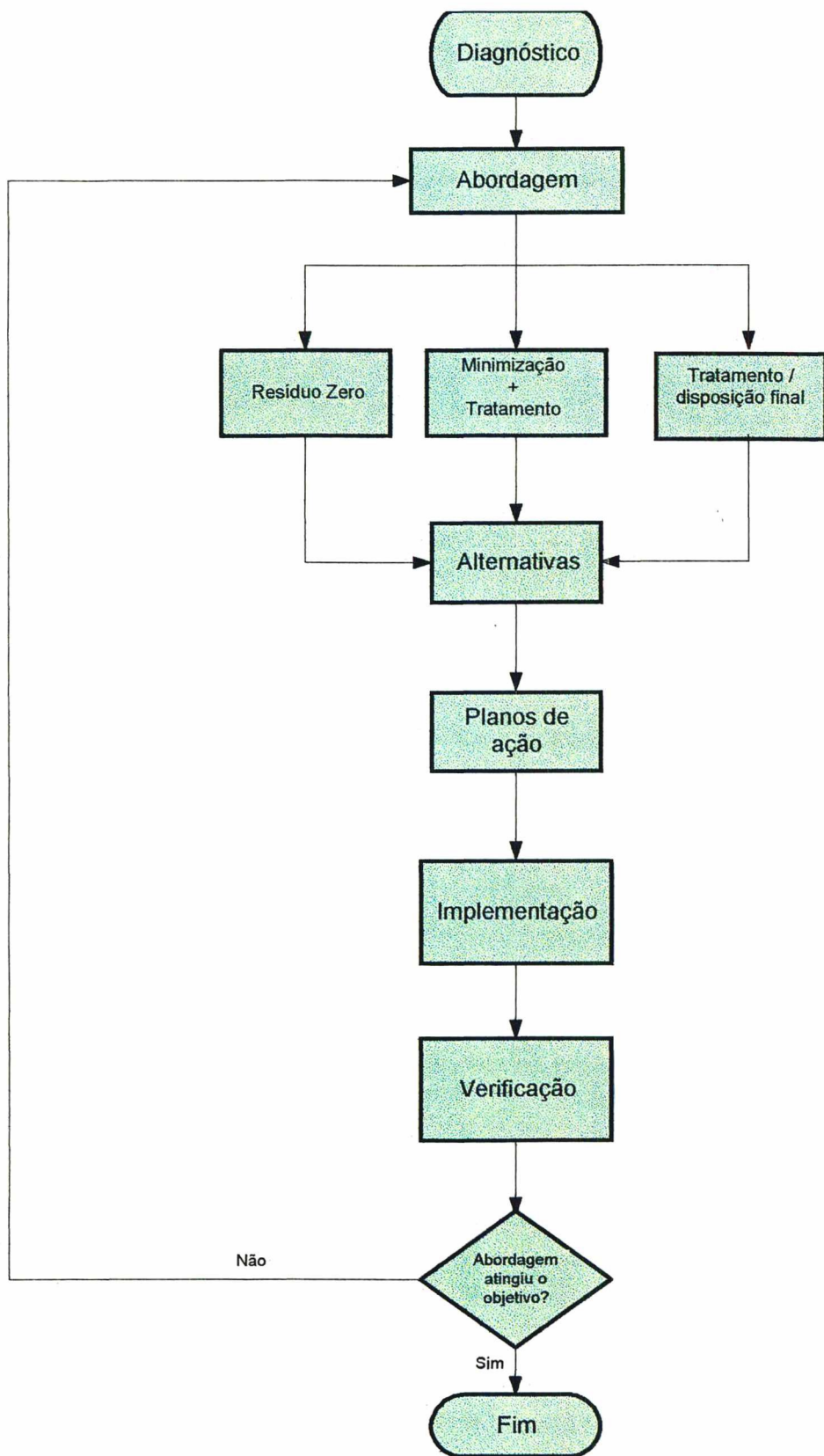


Figura 5.1 - Fluxograma da eco-estratégia proposta

5.3 - ECO-ESTRATÉGIA PARA O PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO

Os resíduos provenientes do Processo de Tratamento Térmico da Escola Técnica Tupy são:

SAIS: provenientes das retiradas de tempos em tempos de acordo com a necessidade de recuperação dos banhos dos fornos utilizados para o tratamento térmico de peças metálicas (Austenitização + resfriamento). Estes sais são a base de cianetos, cloretos, nitritos e nitratos. Se armazenados todos juntos, por conterem cianetos são classificados como classe I pela NBR 10004 da ABNT, norma que classifica os resíduos sólidos, no entanto se forem armazenados em separado, parte pode ser classificada como classe II, diminuindo assim o custo de disposição final.

Estes sais se dispostos de forma inadequada, podem contaminar o solo, por infiltração o lençol freático e até mesmo as águas superficiais se forem por exemplo, carregados pelas chuvas.

VAPORES TÓXICOS: resultantes dos banhos e dos fornos de tratamento térmico de peças metálicas. Se liberados sem qualquer forma de controle podem causar danos a flora, fauna, a saúde humana (doenças respiratórias) e aos materiais (corrosão).

SUCATA DE ARAME: resultante do descarte de arames já usados como suporte para a colocação das peças nos fornos e banhos. Por estarem contaminados pelos sais, podem causar danos a saúde do homem e dos animais, se ingeridos. Podem também se dispostos de forma inadequada sofrer lixiviação e infiltrar no solo comprometendo-o e ao lençol freático.

EFLUENTE ÁCIDO: Ácido muriático contendo metais resultante da limpeza final das peças. Este efluente além de possuir pH muito abaixo do permitido pela resolução do CONAMA n. 20 de 18 de junho de 1986 para lançamento de

despejos industriais, ainda possui grande quantidade de metais pesados oriundos do arraste causado pelo ácido sob as peças.

Este tipo de despejo pode comprometer a fauna e a flora de solos, aquíferos e águas superficiais, podendo também a longo tempo comprometer a saúde humana.

Aplicando a estratégia apresentada no item 5.2 tem-se o seguinte resultado para cada resíduo deste processo:

SAIS: A abordagem de **Resíduo Zero** é viável tecnicamente, uma vez que já existem outros processos para o tratamento térmico que geram pouco ou nenhum resíduo, tais como: tratamento térmico por plasma, a gás ou a vácuo (Vermesan, 1995). No entanto, são processos bastante caros e viáveis economicamente somente para grandes empresas com produção bastante representativa (um forno a vácuo custa cerca de 1 milhão de dólares). Ainda dentro da abordagem de **Resíduo Zero**, existe a possibilidade de recuperação e posterior reciclagem de todos estes sais. Esta reciclagem, devido a alta tecnologia necessária e ao consequente alto custo só é viável para as grandes empresas fornecedoras dos mesmos.

Assim, devido a inviabilidade econômica da abordagem de **Resíduo Zero** para o Processo da Escola Técnica Tupy, optou-se pela abordagem de **Minimização de Resíduos + Tratamento e/ou Disposição Final**. Esta abordagem foi operacionalizada de duas maneiras: a primeira foi a troca de fornecedor, seguida de troca de matéria-prima, tendo como resultado a economia de 70% de insumo e igual redução de resíduos. Com a matéria-prima anterior, no ano de 1997 eram gerados 300 kg/semana de resíduos de sais para a produção de 20 toneladas/ mês de peças. Hoje a geração de resíduos fica em torno de 100kg/semana para a produção de 25 toneladas/mês de peças.

A segunda maneira de se minimizar resíduos de sais foi utilizando uma sugestão do TQT (Time da Qualidade Total), comparado ao CCQ (Círculo de Controle da Qualidade), quando um funcionário observou que durante o resfriamento das peças dos banhos de sais AS140, penduradas pelo arame nos carrinhos, ocorria um arraste muito grande de sal que se perdia no chão (Figura 5.2). Sugeriu então a colocação de uma caixa de chapa no interior do carrinho, para retenção do sal possibilitando o seu reaproveitamento (Figura 5.3), ver (Anexo 1). O resultado foi a redução de 15 minutos por turno de trabalho na execução da limpeza e a economia de aproximadamente 2,0 kg de sal AS140 por forno, resultando numa economia total por mês de 40kg.

O restante do resíduo de sal, classificado segundo as normas da ABNT em parte como Classe I e em parte Classe II, é agora armazenado adequadamente (Figuras 5.5 e 5.6), diferente do que ocorria antes (Figura 5.4). Posteriormente esses resíduos são enviados para aterro para resíduos industriais Classe I e Classe II de acordo com a sua classificação, aterros estes não localizados em Joinville.



Figura 5.2 – Suporte para peças – situação anterior



Figura 5.3 – Suporte para peças – situação atual

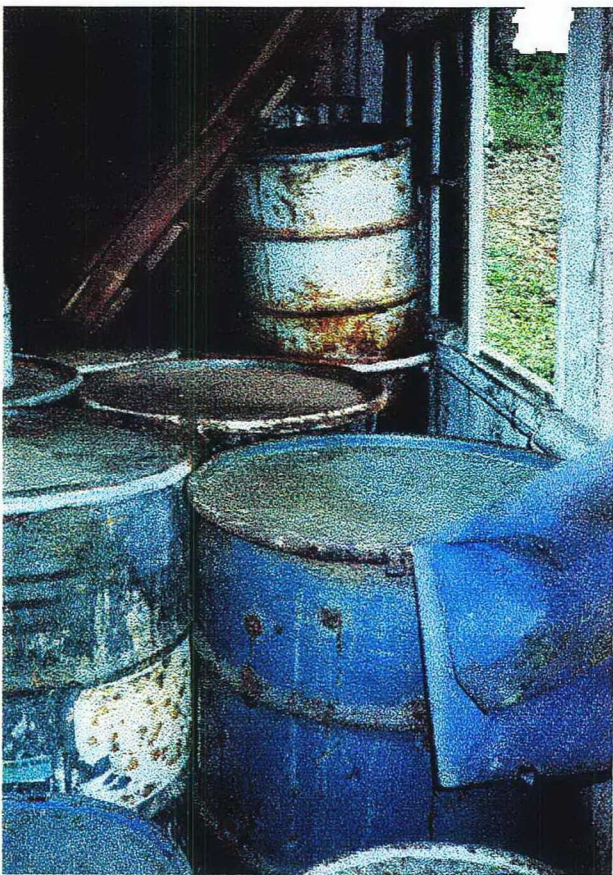


Figura 5.4 – Armazenamento de resíduos de sais - situação anterior



Figura 5.5 – Armazenamento – situação atual

VAPORES TÓXICOS: Neste caso também é tecnicamente viável a abordagem de **Resíduo Zero**, pois os tratamentos térmicos feitos por plasma, a gás ou a vácuo, não geram nenhum tipo de vapor. No entanto, devido ao seu alto custo já citado anteriormente, para a Escola Técnica Tupy optou pela abordagem de **Minimização + Tratamento e/ou Disposição Final**, o que gerou alternativas de solução tais como: adequação das instalações físicas, a fim de promover maior dispersão dos vapores, e instalação de captores de vapor com lavadores de gás, apenas sobre os banhos que requerem este tipo de tratamento.

SUCATA DE ARAME: Para este resíduo (500 kg/mês) utilizou-se a abordagem de **Resíduo Zero**, através da doação para outras empresas, com a certeza de que o material será recuperado e utilizado em outro processo produtivo, uma vez que, pela legislação ambiental, os resíduos industriais serão sempre de responsabilidade do produtor, mesmo que sejam doados ou enviados para uma central de tratamento de resíduos.

EFLUENTE ÁCIDO: Já que dentro do processo produtivo utilizado pela Escola Técnica Tupy era impossível evitar a geração desses resíduos, a única abordagem ecológica foi a de **Tratamento e/ou Disposição Final**.

Esta abordagem operacionalizou-se da seguinte maneira. Após determinação do teor de metais no efluente ácido fez-se o seguinte tratamento:

- adição de produtos químicos (CaO) no efluente, para regular o pH, fornecendo condições adequadas para que se realizem as reações químicas necessária para a separação dos metais.
 - ✓ elevar o pH com produtos alcalinos (pH > 7)
 - ✓ reduzir o pH com produtos ácidos (pH < 7)

Obs: cada metal dissolvido tem pH específico para seu ótimo rendimento de precipitação. (Ex. Zinco – 8,5; Níquel – 9,3)

- após precipitação dos metais e retirada do lodo contendo os metais decantados, verifica-se o pH para que esteja dentro dos padrões de lançamento exigidos pela Resolução do CONAMA para efluentes.

Tabela 5.1 – Monitoramento dos efluentes ácidos

ELEMENTO	LIM. (mg/l)	Mês1 (mg/l)	Mês2 (mg/l)	Mês3 (mg/l)	Mês4 (mg/l)
Fe	3,0	2,4	5,0	6,0	1,8
Ni	0,5	0,5	1,7	1,7	0,3
Cu	0,5	0,1	0,4	0,4	0,1
Al	3,0	3,5	6,0	6,0	1,0
Pb	0,5	0	1,0	1,0	0,3
Cr	0,5	0,2	1,0	1,1	0,1

LIM. = limites máximos de lançamento para efluentes pela resolução do CONAMA Nº 20/86

Mês 1, 2, 3 = resultados das análises antes do tratamento

Mês 4 = resultado após tratamento

O lodo gerado é removido, embalado em bombonas e classificado segundo as normas da ABNT – NBR 10004 para classificação de resíduos sólidos. E então disposto em aterro industrial de forma terceirizada

O Quadro 5.1 resume as estratégias desenvolvidas para o processo de tratamento térmico.

Quadro 5.1 - Eco-Estratégias para o Processo de Tratamento Térmico

DIAGNÓSTICO	ABORDAGEM	ALTERNATIVAS	PLANO DE AÇÃO	VERIFICAÇÃO
SAIS	Minimização + Tratamento/Disposição	- processo adequado - matéria-prima menos poluente - armazenamento adequado - disposição em aterro industrial Classe I e II - terceirizada	- adoção das bandejas para recolher sais - troca de fornecedor e de matéria-prima - local e bombonas adequadas para armazenamento - disposição terceirizada	- economia de 70% de insumos; - redução de 73,3% de resíduos.
VAPORES TOXICOS	Minimização + Tratamento/Disposição	- aumento da dispersão dos vapores - retenção + lavadores	- adequação do espaço físico - adoção de equipamentos de retenção + lavadores de gás com neutralização	- melhoria da qualidade ambiental; - melhoria das condições de trabalho.
SUCATA DE ARAME	Resíduo Zero	- reutilização	- venda ou doação para outras empresas	- redução de 100% de resíduos.
EFLUENTE ÁCIDO	Tratamento/ Disposição	- neutralização e precipitação dos metais - despejo do efluente líquido num corpo receptor - lodo armazenado / aterro industrial Classe II	- Equipamento adequado para tratamento do efluente líquido - local e bombonas adequadas para armazenamento do lodo - disposição terceirizada	- melhoria da qualidade ambiental; - efluente tratado.

5.4 - ECO-ESTRATÉGIA PARA O PROCESSO DE FUNDIÇÃO DE METAIS

Os resíduos provenientes do Processo de Fundição de Metais da Escola Técnica Tupy são:

ESCÓRIA DE FUNDIÇÃO: material que se forma na parte superior do metal líquido, devido a impurezas contidas na matéria-prima. É considerada classe II segundo a NBR 10004 da ABNT.

AREIA DE FUNDIÇÃO: resultante do processo de desmoldagem da peça. Esta areia depois de ser utilizada e voltar ao processo por um certo número de vezes, fica com uma granulometria muito fina (Anexo 2). Assim sendo, não pode mais ser utilizada no processo, pois com esta granulometria ocorre grande adensamento da areia, impedindo a saída dos gases provenientes do metal líquido, provocando fissuras na peça. A Escola Técnica Tupi descarta aproximadamente 10 toneladas /mês. É considerada resíduo classe II – não inertes pela NBR 10004 da ABNT.

PEDAÇOS DE MACHOS E MOLDES: resultantes do processo de desmoldagem das peças. São compostos na sua maior parte por areia e podem conter resinas fenólicas ou furânicas dependendo do processo de moldagem a que foram submetidos. São normalmente classificados como classe I – perigosos e podem contaminar o solo, aquíferos e águas de superfície.

SUCATAS DE FERRO: Resultantes da quebra de canais e massalotes e das lingoteiras (pequenos moldes quadrados que recebem as sobras do metal líquido). São considerados classe II – não inerte pela NBR 10004 por sofrerem oxidação quando expostos as intempéries, podendo comprometer a qualidade das águas e dos solos.

MATERIAL PARTICULADO: Proveniente do processo de jateamento com granalha de aço e acabamento com esmeris. São partículas extremamente pequenas que poluem o ar provocando danos a flora, fauna a saúde humana e aos materiais.

VAPORES TÓXICOS: Provenientes dos fornos durante a fusão dos metais. Devido a sua composição, óxidos de enxofre comprometem a qualidade ambiental.

Aplicando a estratégia apresentada no item 5.2 tem-se o seguinte resultado, para cada resíduo deste processo:

ESCÓRIA: Para este resíduo, devido a sua pouca quantidade, optou-se por armazenamento adequado e a abordagem de **Resíduo Zero**, através da minimização de resíduos. Esta minimização pode ser feita, utilizando matéria-prima com maior grau de pureza, uma vez que a escória é composta de impurezas contidas no material. Outra forma de operacionalização do **Resíduo Zero**, que a Escola Técnica Tupy vem buscando efetivamente, é o emprego da escória em outros processos produtivos, através do desenvolvimento de pesquisa na própria Escola, como o emprego da escória de fundição no processo de fabricação de porcelana. Este trabalho obteve sucesso e reconhecimento por parte das indústrias do setor. Além disso, já é bastante conhecido o emprego da escória de fundição em cimento Portland ou como agregado na pavimentação de estradas.

AREIA DE FUNDIÇÃO: Também para este resíduo apesar de atualmente ainda estar sendo enviado para aterros, optou-se por buscar a abordagem de **Resíduo Zero**. O primeiro passo para a aplicação desta abordagem é a separação da areia de preenchimento dos pedaços de moldes e machos considerados resíduo Classe I (minimização de resíduos). Uma segunda etapa (reciclagem) se dá através da busca de informações contidas em trabalhos científicos já consolidados de reaproveitamento de areia de fundição existentes nesta área.

Em países, tais como a França e os Estados Unidos já existem trabalhos consolidados de aplicação da areia de fundição na construção civil (Lessiter, 1993; Page, 1995; Stephan e François, 1996; Pohlman, 1994).

Nesta tese, considerando o grande volume deste resíduo, procurou-se ampliar a utilização na construção civil, aplicando-a como agregado na confecção de argamassas, procedimento que será descrito a seguir:

Obs: para este trabalho utilizou-se somente areia para preenchimento de molde e areia para faceamento em moldagem-manual.

Composição:	0 – 20% em areia base (nova)
	80 - 100% de areia de retorno
	8% de bentonita
	1% de amido de milho (mogu)
	2,5% de pó de carvão

Após vazamento do metal e posterior desmoldagem, esta areia recircula entrando sempre em novas composições como areia de retorno, até que não passe mais pelo controle de qualidade para areia de fundição, por apresentar uma granulometria muito baixa, o que é prejudicial para a qualidade do moldado, sendo então descartada.

Afim de definir uma possível reutilização em algum outro setor produtivo, mais especialmente na construção civil por ser uma grande consumidora de areia, foi recolhida uma amostra deste resíduo e foram feitos alguns ensaios importantes, quais sejam:

- determinação de metais, que segundo o laudo da análise (Anexo 7) foi bastante positivo, a nível de reutilização, uma vez que apresentou resultados bem abaixo dos limites permitidos para poluentes, do Anexo H e I das listagens 8 e 9 da NBR 10004 da ABNT que classifica os resíduos sólidos.

- Composição granulométrica de agregado miúdo (NBR 7217), apresentando como resultado a classificação desta areia como: Zona 1 (muito fina) (Anexo 2), com o agravante de apresentar material pulverulento da ordem de 13,23%, ou seja 8,23% acima do considerado bom para construção civil, ver anexo 2 pág 109, limites para material pulverulento .

Diante destes resultados, e considerando que praticamente todos os parâmetros de materiais de construção civil são para concreto estrutural e por isso requerem materiais mais resistentes, especialmente no que diz respeito aos agregados (areia, brita), pois, não devem ser muito finos e sim de granulometria mais distribuída a fim de garantirem boa resistência a compressão . Partiu-se para a verificação da possibilidade do uso desta areia como agregado em argamassas de assentamento ou revestimento, pois estas aplicações exigem resistências bem inferiores que as de concreto estrutural..

Argamassa, segundo a NBR 7200 da ABNT é uma mistura de aglomerantes e agregados minerais com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência. É importante salientar que é errôneo fazer analogia entre o concreto e a argamassa, muito embora sejam produzidas basicamente pelos mesmos materiais (aglomerante e agregados) o concreto é um elemento estrutural, enquanto que a argamassa é utilizada para unir elementos que formarão uma estrutura.

Definições importantes:

Revestimento: Recobrimento de uma superfície lisa ou áspera com uma ou mais camadas superpostas de argamassa em espessura via de regra uniforme, apta a receber sem danos, uma decoração final.

Argamassa de assentamento: destina-se ao assentamento de unidades de alvenaria.

As argamassas mais conhecidas e utilizadas atualmente são:

Argamassa de Cal: é uma mistura de areia e cal. A cal confere à argamassa trabalhabilidade e capacidade de retenção de água, mas quando endurecida, fornece resistências pequenas. As resistências mecânicas das argamassas de cal são muito baixas e inpedem do traço. Para a resistência à compressão aos 28 dias de idade, os valores oscilam entre 0,5 e 1,5 MPa, podendo-se tomar como valor médio 1,0 MPa (Petrucci, 1979).

Argamassa de Cimento: é uma mistura de areia e cimento e desenvolvem resistências elevadas rapidamente, sendo portanto indicadas a suportar cargas. No entanto possuem um custo bastante elevado.

Argamassa mista de Cimento e Cal: são argamassas com proporções adequadas de cal e cimento, onde cada um dos aglomerantes contribui com suas características na formação de uma mistura mais completa. Este tipo de argamassa, portanto, se adapta e é indicado aos mais diversos usos em alvenaria, seja ela estrutural ou não, pois incorpora as vantagens de cada um dos aglomerantes e minimiza suas desvantagens.

Pelo seu próprio conceito e facilidade de aplicação a argamassa definida para o ensaio foi a argamassa mista de Cimento e Cal e os Traços utilizados foram o Traço 1 - 1:1:5 (Cimento, Cal e Areia) e o Traço 2 - 1:2:8 (Cimento Cal e Areia) por serem segundo dados do Sindicato da Construção Civil, dois traços bastante utilizados na confecção de argamassa para assentamento e revestimento.

Os materiais componentes das argamassas e os procedimentos para os ensaios seguiram as normas da ABNT. Os ensaios foram realizados nos Laboratórios de Materiais de Construção Civil da UFSC

Os ensaios realizados foram:

- ✓ Consistência
- ✓ Aderência (Arrancamento)
- ✓ Resistência a Compressão

Os resultados foram os seguintes:(Anexo 2 e 3):

Ensaio de consistência:

Traço 1 - (1:1:5) : água de consistência = 189,33g

Traço 2 - (1:2:8) : água de consistência = 303,19g

Estes resultados são importantes para a composição do traço, pois a partir desta quantidade de água de consistência para cada traço, se chegará proporcionalmente a quantidade necessária de água para compor traços de consistência recomendada para argamassas, que fica em torno de 250 mm segundo a norma para ensaio de consistência da ABNT.

Compostos os Traços, passa-se para os ensaios de aderência e de resistência a compressão.

Ensaio de aderência: é realizado montado uma parede de alvenaria composta de bloco de tijolo ao fundo em seguida é colocado o chapisco para dar aderência entre a argamassa e o tijolo e por fim a argamassa. Inserem-se algumas pastilhas neste material ainda fresco e aos 28 dias faz-se o

arrancamento das pastilhas para verificar se houve aderência, em que estágios do material e qual foi a resistência demonstrada ao arrancamento.

Os resultados foram os seguintes (Anexo 2e 3):

Traço 1: cerca de 70% dos corpos de prova romperam entre a argamassa chapisco e a resistência média foi de 0,167MPa.

Traço 2: não houve condições de realizar o ensaio, porque na furação para colocar as pastilhas os corpos de prova foram destruídos.

Embora esta propriedade não seja uma exigência para as argamassas as grandes construtoras costumam trabalhar com valores da ordem de 0,200 a 0,300 Mpa, para evitar trincas ou fissuras na alvenaria, especialmente para o caso de argamassas de revestimento. De acordo com os resultados dos ensaios, verificou-se que o traço 2 não é muito recomendado para argamassa de assentamento e não recomendado para revestimento, onde a exigência com relação a aderência é bem maior. Já o Traço 1 chegou a um resultado bastante positivo, ou seja alcançou 80% do valor ótimo para a construção civil com argamassa de areia normal, utilizando apenas areia de fundição, podendo alcançar melhores resultados com composições de 25, 30, 40 ou 50% em areia normal.

Devido a sua posição como elemento de alvenaria, o principal esforço que solicita uma junta de argamassa é o esforço de compressão. No entanto, o único motivo mais concreto para se ensaiar uma argamassa quanto a resistência a compressão, é que esta característica, se mantida sem grande variação, indica que a mesma tem sido produzida com bom controle.

Talvez pela confusão entre os conceitos de concreto e argamassa de assentamento, a importância da resistência a compressão tem sido muito enfatizada (Davidson,1974)

Resistência a compressão: os resultados obtidos com relação a resistência a compressão foram (Anexo 2e 3):

Traço 1: Resistência média a compressão = 2,61 MPa

Traço 2: Resistência média a compressão = 1,04 MPa

Obs: Obs: embora os corpos de prova não tenham atingido resistência aos 7 e 14 dias isto não significa que a argamassa não é resistente, somente que ela passa a obter resistência normal aos 28 dias. Portanto os 12 corpos de prova que seriam rompidos de 4 em 4 aos 7 14 e 28 dias foram todos rompidos aos 28 dias fornecendo maior número de dados de resistência a compressão.

Mais uma vez o Traço 2 se mostrou bastante inferior ao Traço 1 deixando mais evidente a sua inaplicabilidade para argamassas de assentamento e ou revestimento. No entanto, apesar de não existirem padrões para a resistência a compressão em argamassas, pôde-se através de comparação com argamassas conhecidas e utilizadas em obras, verificar que a argamassa de areia de fundição para o Traço 1 alcançou 75% da sua resistência (Anexo 8) podendo ser indicada como argamassa para assentamento.

Embora as argamassas sejam um dos temas que mais despertem o interesse da comunidade empresarial de construção civil, nesta área, há poucas informações técnicas satisfatórias e confiáveis sobre propriedades, recomendações de uso, materiais adequados e aplicações.

Esta falta de informações técnicas sobre argamassas a nível nacional, também dificulta o estabelecimento de comparações para o caso de utilização de outro componente como matéria-prima. No entanto os resultados para o Traço 1 mostraram-se bastante positivos, abrindo caminho para o aprofundamento do emprego deste traço na construção civil, pelas próprias

prefeituras e empresas geradoras do resíduos, quando necessitarem de ampliação ou reparos a nível de construção.

Considerando que esta argamassa proposta possui na sua composição resíduo sólido classe II, foram feitos em paralelo ensaios de toxicidade aguda com a areia, tendo como resultado a não toxicidade aguda do lixiviado (Anexo 4). E ainda, tendo em vista, o contato desta areia com a areia de moldagem que é aglomerada com resinas fenólicas, realizou-se por dois diferentes métodos, ensaios de determinação de fenóis. Estes, apresentaram resultados negativos ou seja, não foi detectado fenol nesta areia, pelos dois métodos de detecção empregados, tornando desnecessários estes ensaios com os corpos de prova de argamassa.

Os resultados destes ensaios, tanto de toxicidade aguda como de determinação de fenóis fornecem ainda maior respaldo para a continuação do estudo do emprego de areia de fundição como agregado em argamassa para a construção civil.

PEDAÇOS DE MACHOS E MOLDES: Este tipo de resíduo poderia ser trabalhado com uma abordagem de **Resíduo Zero**, através de pesquisa científica do seu uso na indústria do vidro e na indústria cerâmica, sendo que, a Escola já demonstrou interesse neste tipo de trabalho. No entanto, atualmente a abordagem utilizada é a de **Tratamento e/ou Disposição Final**, operacionalizado através de armazenamento e posterior envio para aterro Classe I.

SUCATA DE METAIS: para este resíduo, pode-se utilizar a melhor abordagem do ponto de vista da eficiência empresarial ambiental, ou seja, a abordagem de **Resíduo Zero**, através da reutilização completa no próprio processo produtivo, ou seja, esta sucata é totalmente reutilizada para composição de novas ligas.

MATERIAL PARTICULADO: para este resíduo optou-se pela abordagem mais viável para a realidade da Escola, ou seja, a de **Tratamento e/ou Disposição Final**, através da instalação de modernos equipamentos de retenção de partículas, tanto no jateamento com granalha de aço, quanto na seção de esmerilhamento (Fig. 5.7 e Fig 5.8) e (Fig.5.9 e Fig.5.10) e posterior envio do pó para aterro Classe II de forma terceirizada.

VAPORES TÓXICOS: para este resíduo utilizou-se a abordagem de **Minimização de Resíduos + Tratamento e/ou Disposição Final**, através da mudança de tecnologias com a utilização de fornos que não produzem tantos vapores tóxicos e captores tipo coifa sobre os mesmos, com posterior tratamento dos gases.

O quadro 5.2, resume as estratégias desenvolvidas para o processo de fundição de metais

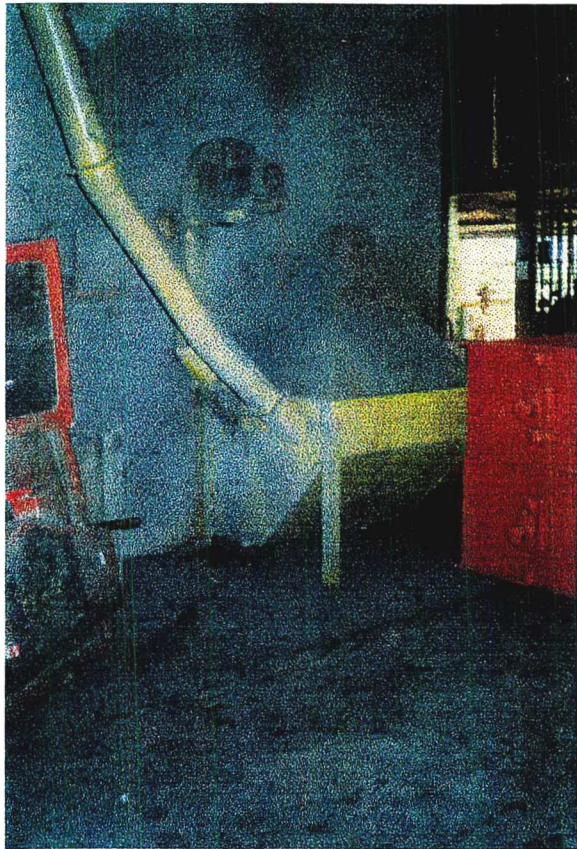


Figura 5.7 – Coletor de poeira antigo

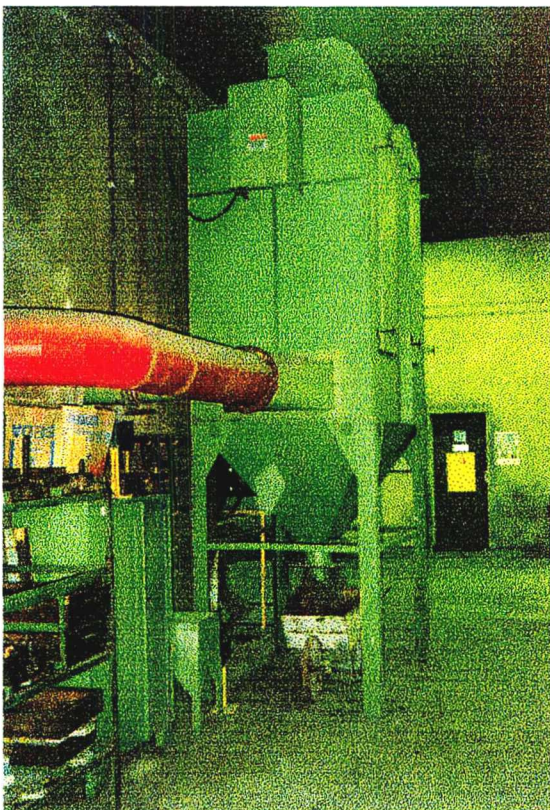


Figura 5.8 – coletor de poeira atual

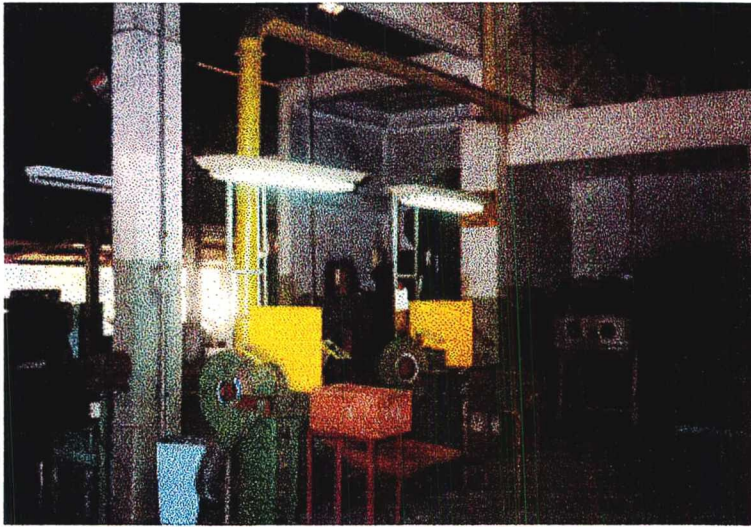


Figura 5.9 – Esmiris antigos

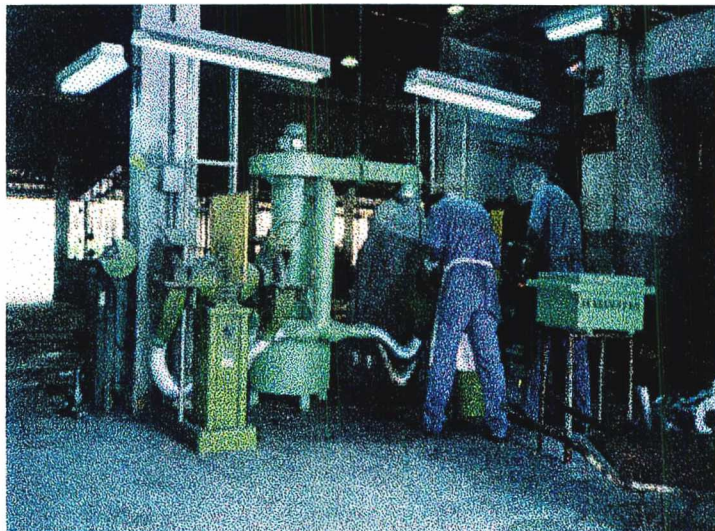


Figura 5.10 – Esmiris atuais com coletores de poeiras

Quadro 5.2 - Eco-Estratégias para o Processo de Fundição de Metais

DIAGNÓSTICO	ABORDAGEM	ALTERNATIVAS	PLANO DE AÇÃO	VERIFICAÇÃO
ESCÓRIA	Resíduo Zero	<ul style="list-style-type: none"> - matéria-prima de melhor qualidade - aplicação em outros processos produtivos - aplicação em outros processos produtivos com separação da areia de moldagem 	<ul style="list-style-type: none"> - aumentar o nível de exigência com o fornecedor - pesquisa científica e posterior venda ou doação - pesquisa científica e posterior venda ou doação 	<ul style="list-style-type: none"> redução de resíduos melhoria ambiental uso na construção civil
AREIA	Resíduo Zero	<ul style="list-style-type: none"> - aplicação em outros processos produtivos com separação da areia de moldagem 	<ul style="list-style-type: none"> - pesquisa científica e posterior venda ou doação 	uso na construção civil
PEDAÇOS DE MACHOS E MOLDES	Tratamento /Disposição	- aterro industrial - Classe I	- disposição terceirizada do resíduo	melhoria ambiental
SUCATA DE METAIS	Resíduos Zero	- reutilização	- volta para o processo para composição de novas ligas	redução de 100% de resíduos
MATERIAL PARTICULADO	Tratamento/Disposição	<ul style="list-style-type: none"> - retenção das partículas - aterro industrial Classe II 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de equipamentos de retenção e posterior disposição em aterro industrial terceirizado 	melhoria da qualidade ambiental
VAPORES	Minimização + Tratamento	<ul style="list-style-type: none"> - mudança de processo - retenção de gases + lavadores 	<ul style="list-style-type: none"> - utilização de (fornos) tecnologias limpas - Instalação de equipamentos de retenção +lavadores 	melhoria da qualidade ambiental

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclusões

Este trabalho mostra que o estabelecimento de uma linha de conduta ambiental ou seja uma Eco-Estratégia pode ser aplicada com bastante sucesso, tanto para uma micro empresa como para uma grande empresa, mudando apenas a abordagem a ser utilizada, uma vez que elas dependem de critérios técnicos, ecológicos e econômicos. Porém com a mesma finalidade: produzir ecológicamente correto.

É importante resaltar a importância das ferramentas de gestão empresarial como CCQ (Círculo de controle da qualidade), CICLO PDCA e especialmente o 5S (5 sentidos), não só como desenvolvimento de estratégia mas como na definição de alternativas ecológicas viáveis.

Este trabalho mostra que o estabelecimento desta Eco-Estratégia atende de maneira indireta o que se chama de Qualidade Total na Educação, pois, entendendo-se a escola como uma organização que ela é, e utilizando-se os conceitos de organização eficiente, ou seja, aquela que atende aos anseios de seus clientes : alunos, comunidade, professores, funcionários, empresas e município. Vê-se que a Escola Técnica Tupy encampou de forma especial esta estratégia, pois, no seu caso fazer o curso técnico com as aulas práticas dentro de setores que buscam relações positivas entre o seu processo produtivo e o meio ambiente, mostra que a escola atende perfeitamente as necessidades de seus clientes. Pois afinal já está enxergando longe, e preparando seus alunos para atuarem num mercado extremamente competitivo, que hoje busca implantar sistemas de gestão ambiental a fim de conquistarem a certificação ISO 14000.

Conclui-se também pela viabilidade de utilização de alternativas simples e econômicas para a problemática dos resíduos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos; implementando soluções conhecidas ou mesmo operacionalizando a reutilização dos resíduos como é o caso da areia de fundição, ou ainda monitorando os de efluentes com o intuito de melhorar o controle de poluição dos setores abordados. Tudo isto dentro de uma Estratégia Ecológica aqui chamada de Eco-estratégia, encampada pela Escola, sem o que não poderia ser aplicada.

E por fim, é importante lembrar que se há um efeito indispensável no processo de globalização de mercados e economia é o fato de que, aqui ou em qualquer outro lugar, ninguém mais pode administrar fazendo de conta que os problemas não existem nem gerenciar o imprevisto por um lado e a informalidade por outro. A regra imprescindível é produzir mais gastando menos, empreender da melhor maneira possível, elevando ao máximo o aproveitamento dos recursos e reduzindo ao mínimo os desperdícios. Ou uma empresa anda nesta direção ou estará morta.

Recomendações

Para o desenvolvimento de futuros trabalhos relacionados a gestão dos resíduos no setor metal-mecânico, recomenda-se:

- ◆ procurar a efetiva implementação do conceito de resíduo zero;
- ◆ reavaliar sempre que possível os processos produtivos buscando o uso de tecnologias limpas;
- ◆ nos casos de empresa-escola introduzir os conceitos de gestão ecológica nos seus conteúdos curricular profissionalizantes;
- ◆ aprofundar os estudos sobre a reutilização de areia de fundição para outros fins: telhas, blocos, argamassas, etc;
- ◆ realizar novos ensaios de toxicidade crônica e aguda para todos os tipos de areia de fundição, ou seja, oriundas de todos os processos;

- ◆ realizar os ensaios necessários para a classificação de areias de fundição segundo a norma da ABNT 10004 visando reavaliar a sua classificação, atualmente enquadradas como Classe I e II;

BIBLIOGRAFIA

ALBA Química Indústria e Comércio Ltda. **Resinas sintéticas para fundição.**

Itaúna, MG, 1989.

ALMEIDA, João Mendes de. **Produtividade X Participação** : um estudo de caso.

Rio de Janeiro : Quality Mark, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos:**

Classificação. NBR 10004. Rio de Janeiro : ABNT, 1987. 63 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de**

paredes e tetos com argamassas: materiais, preparo, aplicação e manutenção. NBR 7200 Rio de Janeiro: ABNT, 1982. 18p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa de**

assentamento para alvenaria de blocos de concreto: determinação de retenção de água. NBR 9287 Rio de Janeiro : ABNT, 1986. 3 p.

BACKER, Paul de. **Gestão ambiental: a administração verde,** Rio de Janeiro :

Qualitymark, 1995. 252 p.

BATISTA, Paulo Nogueira. O novo fator do desenvolvimento. **Rumos do**

Desenvolvimento, São Paulo, v.17, n.102, jul/ago. 1993.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO. **Conservação do solo.** São Paulo : Ícone,

1990.

BROCKA, Bruce et al. **Gerenciamento da qualidade.** Tradução de Valdêncio

Ortiz de Souza. São Paulo : Makron, 1994.

- CALLENBACH, Ernest et al. **Gerenciamento Ecológico EcoManagement** : Guia do Instituto Elmwood de Auditoria Ecológica e Negócios Sustentáveis. Tradução de Carmen Youssef. São Paulo : Cultrix, 1993.
- CAMPOS, Vicente F. **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Rio de Janeiro : Bloch, 1992.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: gerenciamento da rotina do trabalho do dia-dia**. Rio de Janeiro : Bloch; Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1994
- CHIAVERINI, Vicente. **Tratamentos térmicos da ligas ferrosas**. São Paulo : ABM, 1987. 232 p.
- DAVISON, J. I. **Masonry mortar**. Ottawa : National Research Council of Canada, 1974. Canadian Building Digest. p. 163
- DE CICCIO, Francesco. ISO 14000 : a nova norma de gerenciamento e certificação ambiental. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.34, n.5, p. 80 - 84, set./out. 1994.
- DEMING, Willian Edwards. **Qualidade: a revolução da administração**; tradução de *Out of the Crisis* por Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro : Marques-Saraiva, 1990.
- DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo : CETESB, 1992.
- DE SOUZA, Maria Tereza S. Rumo à prática empresarial sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.33, n.4, 40 - 52, jul/ago. 1993.

DONAIRE, Denis. A variável ecológica no ambiente dos negócios. **Revista do Instituto Municipal de Ensino Superior de São Caetano do Sul**. São Caetano do Sul, v. 11, n. 31, p. 18 - 32, maio/ago. 1994.

DONAIRE, Denis. A Gestão Ambiental na Indústria: casos reais. **Revista do Instituto Municipal de Ensino Superior de São Caetano do Sul**, São Caetano do Sul, n. 34, p. 7 - 27, maio/ago. 1995.

EXAME MELHORES E MAIORES: **As 500 maiores empresas do Brasil**. São Paulo : Abril, 1998. 240 p.

FREEDMAN, B. **Environmental Ecology**. The Ecological Effects of Pollution, Disturbance and other Stress. San Diego, Texas : Academic Press, 1995.

GERÊNCIA da Qualidade Total na Educação. Belo Horizonte : Fundação Cristiano Otttoni, 1994.

GIANNINI, A. Ricardo. Resinas sintéticas para aglomeração de areia. **Mineração & Metalurgia**, n. 504.

GRALLA, Preston. **Como funciona o meio ambiente**. Tradução Andréa Nastri. São Paulo : Quark Books, 1998. 213 p.

HICSAN S.A. **Estudo de impacto ambiental dos resíduos sólidos industriais de Joinville**. São Paulo, v.1, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 1991**. Rio de Janeiro : IBGE, 1991.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle da Qualidade Total** : à maneira japonesa. Rio de

Janeiro : Campus, 1993.

ISHIKAWA, Kaoru. **TQC, Total Quality Control** : estratégia e administração da qualidade. São Paulo : IMC International Sistemas Educativos, 1994.

JACOBS, Richard A. Design your process for waste minimization. **Chemical Engineering Progress**, New York, NY, p. 55-59, jun, 1991.

KELLER, Edward A. **Environmental geology**. Fifth Edition Santa Barbara, California , USA : University of California, 1988.

KINLAW, Dennis C. **Empresa competitiva & ecológica**: desempenho sustentado na era ambiental. Tradução Lenke Peres Alves de Araújo. São Paulo : Makron Books, 1997.

LESSITER, Michael J. Putting sand reclamation to the test at General Motors. **Modern Casting**, New York, NY, p.32-33, aug. 1994.

LESSITER, Michael J. Concrete production: an ideal option for foundry sand? **Modern Casting**, New York, NY, p.36-37, jul. 1993.

LIMA, Luiz Mário Q. **Tratamento de Lixo**. 2. ed. São Paulo : Hemus, 1991.

MAIMON, Dália. Eco-estratégias nas empresas brasileiras: realidade ou discurso? **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, n.4, p. 119-130, jul./ago.1994.

MAIMON, Dália. Empresa e meio ambiente. **Tempo e Presença**, São Paulo, v.14, n.261, p.49-51, fev. 1992.

MARQUES, Joambel M. **Produtividade**: alavanca para a competitividade. São Paulo : EDICON, 1995.

- MOTA, S. **Preservação e conservação dos recursos hídricos**. Rio de Janeiro : ABES, 1995.
- MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro : ABES, 1997, 292 p.
- OSADA, Takashi. **Housekeeping, 5S's : SEIRI, SEITON, SEISOH, SEIKETSU, SHITSUKE**. São Paulo : Instituto IMAM, 1992.
- PAGE, Richard. Foundry sand use and reclamation: is your head in the sand? **Foundry Trade Journal**, UK, may, 1995.
- PAULI, Gunter. **Emissão zero: a busca de novos paradigmas**. Porto Alegre,RS : EDIPUCS ,1996.
- PETRUCCI, E. **Materiais de Construção**. Porto Alegre : Globo, 1979. 433 p.
- POHLMAN, Dick. Beneficial sand reuse: making it work. **Modern Casting**, New York, NY, p. 28-31, aug, 1994.
- RITTMAYER, Robert W. Prepare an effective pollution-prevention program. **Chemical Engineering Progress**, New York, NY, p. 56-62, may 1991.
- STEPHAN, J. e FRANCOIS, T. La reutilisation des sables uses de fonderie en fabrication de produits a base de liants hydrauliques. **Fonderie-Fondeur D'aujourd'hui**, Paris, p. 25-32, fev. 1996.
- TERNES, Apolinário. **O desafio por um ideal**, Joinville, 1989. 125 p.
- VERMESAN, G. Les aspects écologiques des traitements thermiques. **Traitement Thermique**, Paris. n.286/287, 1995.

ANEXO 1**FICHA DE SUGESTÃO DO TQT**

T.Q.T

ENCAMINHAMENTO DE PROPOSIÇÕES

T 9

010/96

Grupo Nº 01 Nome: Amandos SiewertSugestão sobre: MÉTODO MÃO DE OBRA MÁQUINA MATERIALTEMA Caixa para retenção de sal do suporte de resfriamento

DESCRIÇÃO DO TRABALHO

SITUAÇÃO ATUAL	SITUAÇÃO PROPOSTA
Ao resfriar as peças das bancas de sais AS140, ocorre um arraste de sal muito grande conforme pode ser observado em foto colada no verso de Folha	Colocação de uma caixa de chapa para retenção do sal que escorre e posteriormente reaproveitamento
DIFICULDADES	VANTAGENS
dificuldade para limpeza do piso. Perda elevada de sal de resfriamento por arraste	- Redução de 15' por turno de trabalho na execução da limpeza
São deixados de gerar aproximadamente 120kg de resíduos de sais mês	- Economia aproximada por dia de 2,0 kg de SAL AS140 p/ um ferreiro economia Obs - 40 kg /sal - mês preço do kg - 2,66 total economia mês R = 106,00

FINALIDADE

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Reduzir custos das perdas de material | <input type="radio"/> Reduzir custo da mão-de-obra. |
| <input type="radio"/> Racionalizar operações em máquinas | <input type="radio"/> Racionalizar métodos de trabalho |
| <input type="radio"/> Racionalizar transporte interno | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

02/04/96

Data

Assinatura do Líder

Visto do Moderador

Visto do Coordenador

ANEXO 2

**RESULTADO DOS ENSAIOS COM AREIA DE FUNDIÇÃO PARA UTILIZAÇÃO
EM ARGAMASSA DE REVESTIMENTO E/OU ASSENTAMENTO**

FOLHA DE SERVIÇO

SERVIÇO REALIZADO: Pesquisa de areia de fundição para argamassa de revestimento e/ou assentamento

INTERESSADO: Therezinha Maria Novais de Oliveira

PROCEDÊNCIA DA AMOSTRA: Fundição da Escola Técnica Tupy (Joinville)

RESULTADOS OBTIDOS

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE AGREGADO MIÚDO (NBR 7217)

PENEIRAS # mm	PESO (g)	% RETIDO	% RETIDO ACUMULADO
9,5	0	0	0
6,3	0	0	0
4,8	0	0	0
2,4	8,25	1	1
1,2	27,65	3	4
0,6	60,10	5	9
0,3	399,15	36	45
0,15	542,50	49	94
FUNDO	70,00	6	100
TOTAL	1.107,65	100	100

CARACTERÍSTICAS	VALORES
Módulo de Finura	1,53
Diâmetro Máximo	1,2 mm
Massa Específica Real	2,399 Kg/cm ³
Argila em Torrões	
Material Pulverulento	13,23%
Matéria Orgânica	menor
MASSA UNITÁRIA	1,188 Kg/cm³
LIMITES	
% Argila em Torrões	< 1,5%
% Material Pulverulento	< 5,0%
Matéria Orgânica	< 300 ppm

CLASSIFICAÇÃO: Zona 1 (Muito Fina)

LIMITES GRANULOMÉTRICOS - NBR 7211

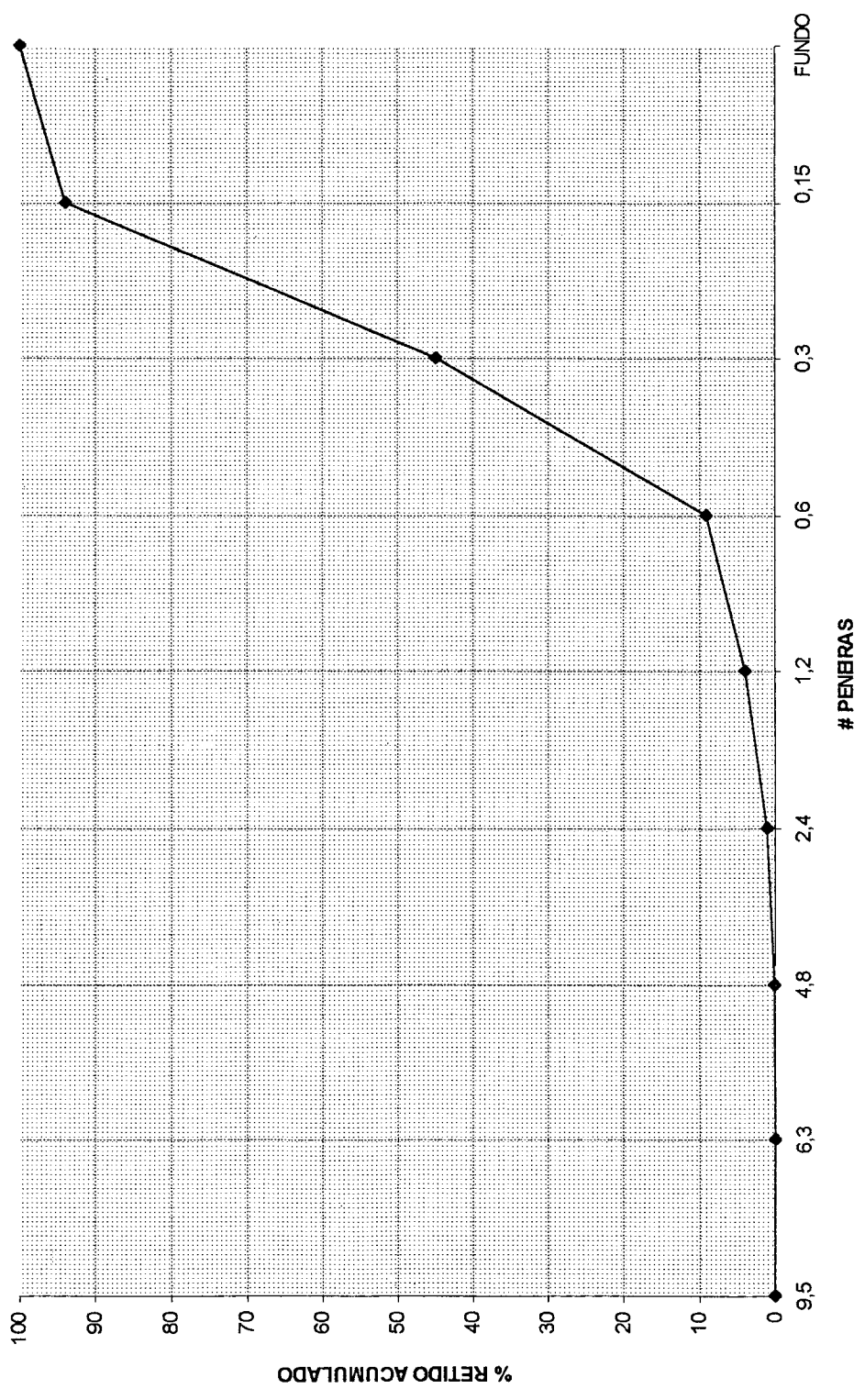
PENEIRAS (ABNT)	Porcentagem, em peso, retida acumulada na peneira ABNT para a:			
	ZONA 1 (Muito Fina)	ZONA 2 (Fina)	ZONA 3 (Média)	ZONA 4 (Grossa)
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8 mm	0 a 5 ^(A)	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4 mm	0 a 5 ^(A)	0 a 15 ^(A)	0 a 25 ^(A)	5 ^(A) a 40
1,2 mm	0 a 10 ^(A)	0 a 25 ^(A)	10 a 45 ^(A)	30 ^(A) a 70
0,6 mm	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a 85
0,3 mm	50 a 85 ^(A)	60 ^(A) a 88 ^(A)	70 ^(A) a 92 ^(A)	80 ^(A) a 95
0,15 mm	85 a 100	90 ^(B) a 100	90 ^(B) a 100	90 ^(B) a 100

(A) Pode haver uma tolerância de até no máximo de 5 unidades de por cento em um só dos limites marcados com a letra A ou distribuídos em vários deles.

(B) Para agregado miúdo resultante de britamento, este limite pode ser de 80.

OBS: Toda a amostragem foi previamente passada na peneira 4,8 mm a fim de retirar impurezas da fundição.

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONFECÇÃO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO E/OU ASSENTAMENTO

TRAÇOS RECOMENDADOS: Traço 1 - 1:1:5 (Cimento, Cal e Areia)
Traço 2 - 1:2:8 (Cimento, Cal e Areia)

ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS:
CIMENTO: cimento portland pozolâmico (CP IV-32 Votoram)
CAL: cal hidratada micropulverizada (Cal Cem)
AREIA: areia de fundição (Escola Técnica Tupy)

ENSAIOS REALIZADOS: CONSISTÊNCIA
ADERÊNCIA (ARRANCAMENTO)
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

ENSAIO DE CONSISTÊNCIA

TRAÇO	ÁGUA INICIAL (g)	ÁGUA FINAL (g)	CONSISTÊNCIA (mm)	ÁGUA DE CONSISTÊNCIA (g)
1	449,37	260,04	250	189,33
2	504,69	201,50	251	303,19

ENSAIO DE ADERÊNCIA

TRAÇO 1

CP	CARGA (KN)	TIPO DE ROMPIMENTO	RESISTÊNCIA (MPa)
01	0,31	ARG. / CHAP.	0,167
02	0,30	CHAP. / BLOC.	0,152
03	0,59	ARG. / CHAP.	0,300
04	0,23	ARG. / CHAP.	0,117
05	0,31	ARG. / CHAP.	0,157
06	0,34	ARG. / CHAP. BLOC.	0,173
07	0,40	ARG. / CHAP.	0,203
08	0,24	ARG. / CHAP.	0,122
09	0,32	ARG. / CHAP.	0,163
10	0,26	ARG. / CHAP.	0,132
M É D I A			0,167

OBSERVAÇÕES: Ensaio realizado aos 28 dias
CP - Corpo de Prova
KN - KiloNewton
MPa - MegaPascal
ARG - Argamassa
CHAP - Chapisco
BLOC - Bloco

TRAÇO 2 - Não houve condições de realizar o ensaio, porque na furação para colar a pastilha os corpos de prova foram destruídos.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

TRAÇO 1

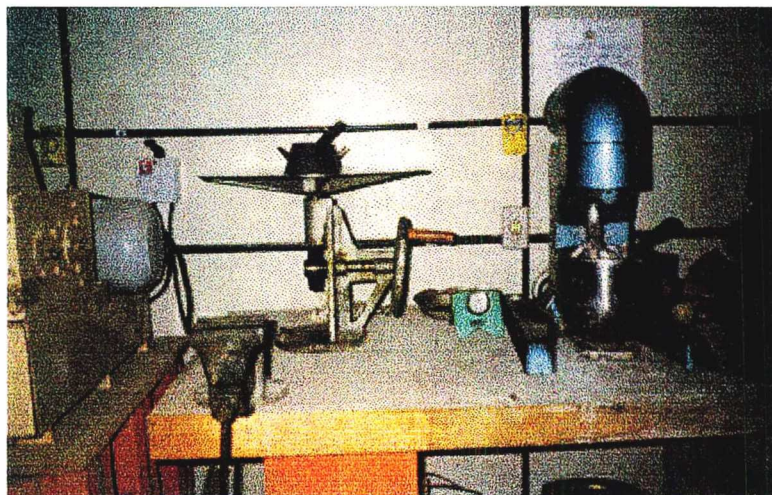
CP	DATA DE MOLDAGEM	DATA DE ROMPIMENTO	IDADE (dias)	DIÂMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (KN)	RESISTÊNCIA (MPa)
01	01/12/97	08/12/97	7 dias	5,00	19,63		
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12		29/12/97	28 dias				
13						5,05	2,57
14						5,05	2,57
15						6,16	3,13
16						4,74	2,41
17						4,90	2,49
18						4,42	2,25
19						5,37	2,73
20						6,16	3,13
21						4,58	2,33
22						5,37	2,73
23						5,05	2,57
24						4,74	2,41
						MÉDIA	2,61
						DESVIO	0,28

OBS: Os corpos de prova não foram rompidos com 7 dias, sob pena de perdê-los na desmoldagem.

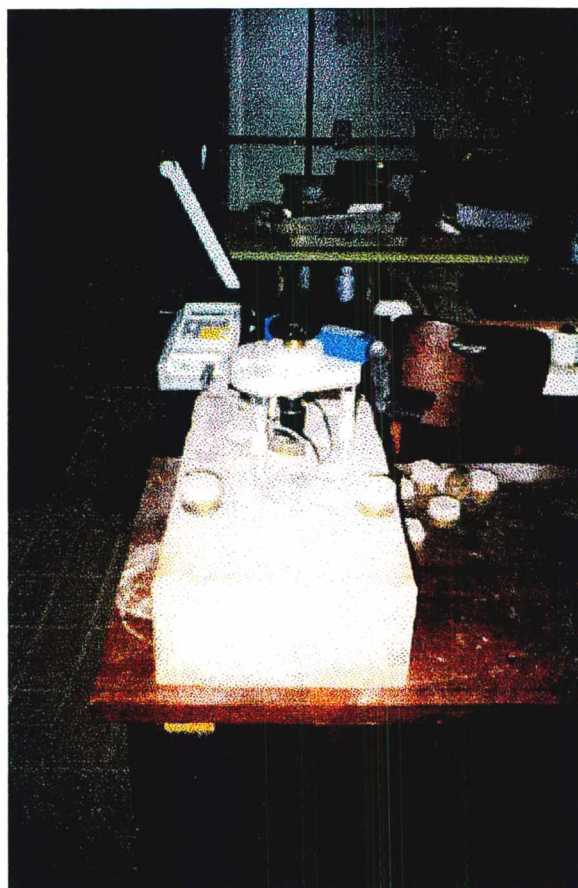
TRAÇO 2

CP	DATA DE MOLDAGEM	DATA DE ROMPIMENTO	IDADE (dias)	DIÂMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (KN)	RESISTÊNCIA (MPa)
01	01/12/97	08/12/97	7 dias	5,00	19,63		
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12		29/12/97	28 dias				
13						2,05	1,04
14						2,05	1,04
15						2,37	1,20
16						1,73	0,88
17						1,89	0,96
18						1,89	0,96
19						2,21	1,12
20						2,05	1,04
21						1,89	0,96
22						2,21	1,12
23						2,05	1,04
24						2,37	1,20
						MÉDIA	1,04
						DESVIO	0,09

ANEXO 3**FOTOS REFERENTES AOS ENSAIOS PARA ARGAMASSA COM AREIA DE
FUNDIÇÃO**



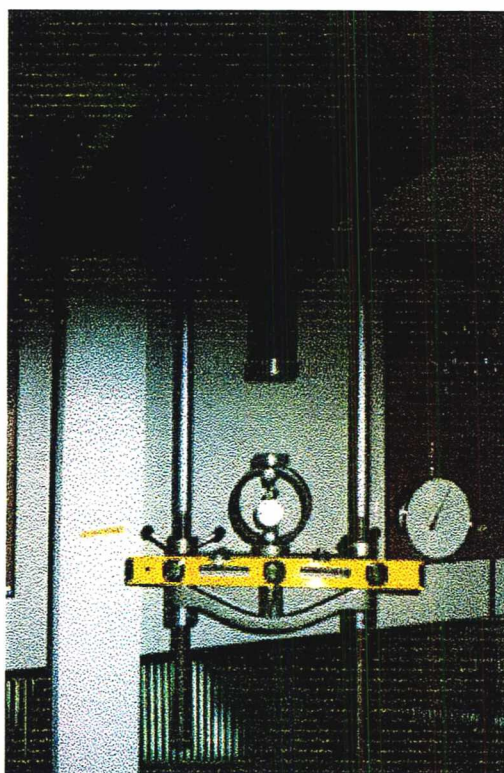
Anexo 3.1 – Ensaio de consistência



Anexo 3.2 – Ensaio de aderência

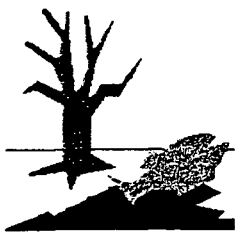


Anexo 3.3 – corpos de prova em argamassa de areia de fundição



Anexo 3.4 – Equipamento para ensaio de compressão

ANEXO 4**LAUDO DO TESTE DE TOXICIDADE AGUDA**



Florianópolis, 18 de Agosto de 1998

LAUDO DE TOXICIDADE AGUDA

Amostra: Areia de fundição (lixiviação)

Metodologia: 1 kg de areia foi colocado em contato com quatro litros de água destilada em agitação por 24 horas. Mais 24 horas foram necessários para uma decantação natural. O sobrenadante foi utilizado no teste de toxicidade aguda.

Características físico-químicas do sobrenadante:

- pH: 8.97
- Condutividade: 1254 μ s
- Sólidos dissolvidos totais: 605 mg/l

Reativo biológico testado: *Poecilia reticulata* (5 peixes para cada concentração inclusive o controle)

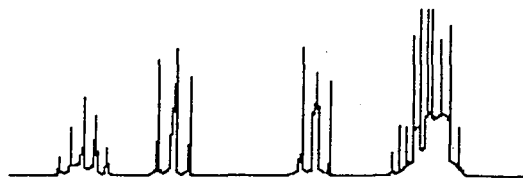
Concentrações utilizadas: Foram utilizadas cinco concentrações feitas a partir do lixiviado sobrenadante, são: 80%, 60%, 30%, 10% e 5%. Foi utilizado um grupo de peixes controle somente com água de diluição

Resultado: Expondo os reativos biológicos durante 48 horas não foi detectado nenhuma letalidade nas diferentes concentrações, portanto o lixiviado analisado não apresenta toxicidade aguda nas condições estabelecidas.

Profa. Rejane Helena Ribeiro da Costa

Prof. William Gerson Matias

ANEXO 5**LAUDO DA ANÁLISE DE TEOR DE FENÓIS EM AREIA DE FUNDIÇÃO**



RESULTADO DE ANÁLISE

Número: 064/98

Amostra: Areia de Moldagem e Areia de Preenchimento

Interessado: Therezinha Maria de Oliveira

Responsável pelo pedido: Therezinha Maria de Oliveira

RESULTADO

Teor de Fenol

Areia de Moldagem - Não detectado.

Areia de Preenchimento - Não detectado.

Obs.: 1 - A amostragem foi realizada pelo cliente.

2 - Metodologia: Espectrometria de Infravermelho.

Florianópolis, 24 de julho de 1998.



Química Eliane de Oliveira Tabalipa

CRQ 13100231

ANEXO 6**LAUDO DA ANÁLISE DE IDENTIFICAÇÃO DE FENÓIS EM AREIA DE
FUNDIÇÃO**

**UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL
LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA E INORGÂNICA**

Amostra: Areia de Moldagem e Areia de Preenchimento
Interessado: Therezinha Maria Novais de Oliveira

RESULTADO

Determinação de Fenol:

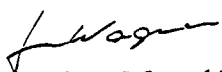
Areia de Moldagem: Não detectado.

Areia de Preenchimento: Não detectado

Obs: 1. A amostragem foi realizada pela cliente

2. Metodologia: Identificação e confirmação de Fenóis através do método Reagente de Cloreto Férrico e Piridina

Joinville, 17 de julho de 1998.


Químico Theodoro Marcel Wagner
CRQ - 13100118

ANEXO 7**LAUDO DO TEOR DE METAIS EM AREIA DE FUNDIÇÃO**



MANTENEDORA DA ESCOLA TÉCNICA TUPY

Autonzada pela Portaria nº 178, de 12-05-81 da Secretaria da Educação e do Desporto

Subvencionadores:

Ministério da Educação e do Desporto
Prefeitura Municipal de Joinville

Rua Albano Schmidt, 3333 - Caixa Postal 401 - Bairro: Boa Vista - 89201-972 - Joinville - Santa Catarina

Telefone: (047) 432-0133 - Fax: (047) 432-1764 - Inscr. Est. 25-013555-8 - C.G.C. 84.684.182/0001-57

E-mail ett@sociesc.com.br - Home Page <http://www.sociesc.com.br>

Secretaria de Estado da Educação e do Desporto

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial e Empresas

QUEM PASSA POR AQUI VAI LONGE

LABORATÓRIO DE MATERIAIS - 566

CLIENTE : THEREZINHA MARIA NOVAIS DE OLIVEIRA
DATA : 07/07/97
MATERIAL : RESÍDUO DE AREIA DE FUNDIÇÃO
Nº DE AMOSTRAS : 01

RESULTADO DE ENSAIO

Elemento	Resultado (%)
Alumínio	0,06
Magnésio	0,03
Cobre	ND*
Manganês	0,005
Níquel	Traços
Chumbo	Traços
Zinco	Traços
Ferro	0,52

OBS: Traços: < 0,0001

ND*: Não Detectado

NOTA IMPORTANTE

Os resultados deste ensaio tem significação restrita e se aplicam tão somente, à amostra fornecida pelo interessado.

Joinville, 05/06/98

MORGANA CASAS EMERIM
Departamento de Materiais

NOELI MARILDA DE SOUZA
Laboratório de Materiais

ANEXO 8**LAUDO DE ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA
CILÍNDRICOS DE ARGAMASSA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
LABORATÓRIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS DE ARGAMASSA

RESULTADOS

C.P. n ^o	Data de Moldagem	Data de Rompimento	Idade (dias)	Diâmetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Resistência (MPa)
01	28.09.95	05.10.95	07	5,00	19,63	3,2	1,63
02	"	"	"	"	"	3,0	1,52
03	"	"	"	"	"	3,0	1,52
04	"	26.10.95	28	"	"	7,1	3,61
05	"	"	"	"	"	6,8	3,46
06	"	"	"	"	"	7,2	3,66

Florianópolis, 26 de outubro de 1995.

Técnico do laboratório

Professor Responsável



página 01/02