

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Oswaldo Junior Alves Soares

**MELHORIAS DE PRODUTO / PROCESSO PELA
UTILIZAÇÃO DE LIGAS DE ZAMAC**

TAUBATÉ – SP

2008

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Oswaldo Junior Alves Soares

**MELHORIAS DE PRODUTO / PROCESSO PELA
UTILIZAÇÃO DE LIGAS DE ZAMAC**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de ***Mestre em Engenharia Mecânica***, do programa de Mestrado Profissional de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de concentração: Produção

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Chaves

TAUBATÉ – SP

2008

Osvaldo Junior Alves Soares

MELHORIAS DE PRODUTO / PROCESSO PELA UTILIZAÇÃO DE LIGAS DE ZAMAC

Dissertação apresentada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Mecânica**, do programa de Mestrado Profissional de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de concentração: Produção

Data: 12/09/2008

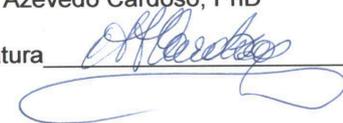
Resultado: Aprovado

Banca Examinadora:

Doutor Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto Universidade de São Paulo

Assinatura  _____

Álvaro Azevedo Cardoso, PhD Universidade de Taubaté

Assinatura  _____

Doutor Carlos Alberto Chaves Universidade de Taubaté

Assinatura  _____

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, aos meus professores, à minha família e aos meus colegas que puderam de alguma forma contribuir para a realização do mesmo.

Agradecimentos

A Deus primeiramente pela suas bênçãos despejadas sobre mim durante todo processo de confecção desta Dissertação de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Chaves pelo empenho nas orientações a mim dispensado, pela sua paciência e dedicação.

Aos Professores que fizeram parte das minhas disciplinas cursadas dentro do programa de Mestrado em especial enorme agradecimento ao Prof. Álvaro Azevedo Cardoso, PhD, em sua significativa contribuição nas aulas.

Aos profissionais da empresa Dura Automotive Systems do Brasil, em especial os Senhores Antonio Carlos Marcon, Sandra Brum, Mário H. Butino, Ismael, Valdir Ardengue, Valdir Souza, André Bussola enfim a todos, fica aqui os meus mais sinceros agradecimentos.

A saudosa Dra. Ana Lucia Boiane, pelas orientações, dedicação e paciência para comigo.

À minha Família, que me incentivou de forma integral no seu maior empenho se fazendo cúmplices na realização deste trabalho, e em especial destaca-se minha mãe Dona Jandira Maria Alves Soares.

Aos colegas de mestrado da Universidade de Taubaté, pelo companheirismo e amizade.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo estudar a viabilidade de utilização da liga metálica zamac em uma empresa do setor automobilístico, como alternativa na fabricação de peças em aço carbono. A modalidade de pesquisa utilizada foi a pesquisa-ação. Para subsidiar essa dissertação, foram feitas pesquisas em livros, dissertações, teses, sites da internet e documentos da empresa estudada. Os resultados apresentados foram classificados através dos seguintes fatores fabris e manufatura (máquina mão-de-obra, medida, método, meio ambiente e matéria-prima), fatores social-mercadológico, fatores ergonômico-segurança do produto, fatores econômico-financeiro, fatores ecológico-ambientais e fatores estético-apresentação do produto. Através do estudo verificou-se entre outras características, que o zamac é um material de baixo ponto de fusão, apresenta alta resistência mecânica, e boas propriedades de fundição além de boa resistência a corrosão, choques, tração e desgaste. Conclui-se a viabilidade de utilização do zamac na substituição do aço carbono, como alternativa de substituição, garantindo com isso ótimo desempenho e baixo custo.

Palavras-chave: Zamac, Redução de Custo, Desempenho e Tomada de Decisão.

ABSTRACT

The present paper aims studying the viability in the use of the zamac metallic league in a company of the automobile sector, as alternative in the manufacturing of parts in steel carbon. The modality used in this research was research and practice. As support to the dissertation other materials had been analyzed like dissertations, books, articles, theses, sites on the Internet and the company documents. The presented results had been classified taking into consideration the following factors manufacturing and manufacture (machine, man-power, measure, method, environment and raw-material), ecological-ambient, social-marketing, ergonomic-security of the product, economic-financial and aesthetic-presentation of the product. Through the studies it was checked among others characteristics, that zamac is a material of low point of fusing, presents high mechanical resistance, and good properties of casting besides a good resistance to corrosion, shocks, traction and consuming. We conclude the viability in the zamac use in substitution to steel carbon, as an alternative of substitution, guaranteeing with that an excellent performance and a low cost.

Key-words: zamac, cost reduction, performance, decision-making

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	- Comparativo entre dois processos de “aço carbono e zamac”.....	45
Tabela 4.1	- Composição Química.....	70
Tabela 4.2	- Composição Química das Ligas Galfan.....	70
Tabela 4.3	- Composição química das ligas de zinco ASTM B 240 – 05	71
Tabela 4.4	- Equivalência de especificações de ligas de zamac.....	72
Tabela 4.5	- Propriedades mecânicas do Zamac 3 e 5 em baixas e altas temperaturas.....	77
Tabela 4.6	- Propriedades mecânicas do Zamac 3 e 5	78
Tabela 4.7	- Comportamento do zamac 3 e 5 na presença de diversos agentes corrosivos.....	79
Tabela 4.8	- Principais propriedades físicas do Zamac.....	80
Tabela 4.9	- Ligas de zinco para fundição sob pressão.....	80
Tabela 4.10	- Características de fundição do zamac.....	89
Tabela 6.1	- Máquinas utilizadas no processo de usinagem do produto confeccionado com aço carbono.....	95
Tabela 6.2	- Máquinas utilizadas no processo de Injeção de zamac.....	95
Tabela 6.3	- Comparação entre peso específico do zamac e aço carbono.....	104
Tabela 6.4	- Influências do zamac em alguns impactos ambientais.....	127
Tabela 6.5	- Viabilidade econômica na utilização do zamac comparado ao aço carbono/usinado.....	120
Tabela 6.6	- Análise de viabilidade de Custo Unitário.....	121
Tabela 6.7	- Análise de viabilidade de <i>Pay Back</i>	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Seqüência de um processo de decisão.....	29
Figura 3.1 - Layout departamental e Celular.....	33
Figura 3.2 - Ensaio de tração com terminal de zamac.....	40
Figura 3.3 - Ensaio de durabilidade com mancal de zamac.....	40
Figura 3.4 - Ensaio de durabilidade com mancal de zamac.....	41
Figura 3.5 - Modelo de sistema de gestão ambiental para ISO 14001.....	47
Figura 3.6 - Índice de reciclagem de latas de alumínio.....	54
Figura 4.1 - Evolução das reservas de minério de zinco.....	63
Figura 4.2 - Gráfico de evolução das reservas de minério de zinco.....	64
Figura 4.3 - Diagrama Zinco Alumínio.....	81
Figura 4.4 - Solubilidade do Alumínio a temperatura de 382 ^o C.....	82
Figura 4.5 - Foto micrografia da microestrutura de liga Zamac.....	83
Figura 4.6 - Micrografia de liga Zamac.....	84
Figura 4.7 - Máquina de injeção sob pressão.....	87
Figura 6.8 - Análise dos retentores do levantador de rodas (macaco) em Zamac 5 (Peça mapeada e sem nenhum tipo de esforço de tensões)	114
Figura 6.9 - Análise dos retentores do levantador de rodas (macaco) em Zamac 5 (Peça mapeada indicando por cores as regiões de tensões).....	115
Figura 6.10 - Teste comparativo com peças feitas em aço carbono e zamac.....	109
Figura 6.11 - Ensaio de tração de peças feitas com aço carbono.....	110
Figura 6.12 - Ensaio de durabilidade no mancal do levantador de rodas.....	112

Figura 6.13 - Gráfico de Durabilidade no mancal do levantador de rodas.....113

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Fator fabril e de manufatura.....	98
Quadro 02 - Fator social e mercadológico.....	104
Quadro 03 - Fator ergonômico e de segurança do produto.....	115
Quadro 04 - Fator econômico e financeiro.....	123
Quadro 05 - Fator ecológico e ambiental.....	128
Quadro 06 - Fator estético e de apresentação do produto.....	133

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	Exposição do assunto.....	18
1.2	Definição do problema.....	20
1.3	Objetivo.....	21
1.4	Justificativa.....	21
2.	TOMADA DE DECISÃO.....	22
2.1	Tomada de decisões na Gestão de projetos.....	24
2.2	A problemática na tomada de decisões em organizações.....	26
2.3	Processos comuns de tomada de decisão.....	26
2.3.1	Processo Intuitivo.....	26
2.3.2	Processo Analítico.....	26
3.	FATORES DE ESCOLHA PARA TOMADA DE DECISÃO.....	31
3.1	Fator fabril e de manufatura.....	32
3.1.1	Máquina.....	34
3.1.2	Mão-de-obra.....	34
3.1.3	Medida.....	35
3.1.4	Método.....	36
3.1.4.1	FEA - Finite Element Analysis.....	37
3.1.4.2	Durabilidade.....	39
3.1.5	Meio-ambiente.....	41
3.1.6	Matéria-prima.....	42
3.2	Fator social/mercadológico.....	42
3.3	Fator ergonômico e de segurança do produto.....	43

3.4	Fator econômico/financeiro.....	44
3.4.1	PayBack.....	46
3.5	Fator ecológico/ambiental.....	47
3.5.1	Alteração do solo.....	48
3.5.2	Alteração da água.....	48
3.5.3	Alteração no ar.....	49
3.5.4	Interferência com a comunidade.....	49
3.5.5	Esgotamento de recursos naturais.....	53
3.5.6	Desenvolvimento Sustentável.....	53
3.6	Fator estético e de apresentação do produto.....	54
4.	ZAMAC.....	56
4.1	História do Zamac.....	56
4.2	Vantagens.....	57
4.3	Descoberta e aplicações do alumínio.....	58
4.3.1	Descoberta e aplicação do zinco.....	60
4.3.2	Reservas de minério de zinco.....	60
4.3.3	Produção de zinco metálico.....	63
4.4	Tipos de Ligas de Zamac.....	64
4.5	Características do produto zamac.....	68
4.6	Propriedades.....	72
4.6.1	Propriedades Químicas.....	73
4.6.1.1	Influência dos elementos químicos em relação as propriedades.....	73
4.6.2	Propriedades Mecânicas.....	76
4.6.3	Propriedades físicas.....	78
4.7	Microestrutura.....	81

4.8	Processos de Fundição.....	84
4.8.1	Processo de Fundição por Coquilha.....	84
4.8.2	Fundição em Areia.....	85
4.9	Fundição sob pressão.....	85
4.10	Injetoras de Câmara Quente.....	86
4.11	Injetoras de Câmara Fria.....	87
4.12	Injetoras de Câmara Fria Vertical.....	87
4.13	Injetoras de Câmara fria horizontal.....	88
4.14	Câmara Quente ou Câmara Fria? Como selecionar o equipamento?.....	88
5.	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	90
5.1	Tipo de Pesquisa.....	90
5.2	Coleta de Dados.....	91
5.3	Descrição da empresa.....	92
5.3.1	O produto – O mancal do levantador de rodas.....	92
6.	RESULTADOS.....	94
6.1	Fator fabril e de manufatura.....	94
6.1.1	Máquina.....	94
6.1.2	Mão-de-obra.....	95
6.1.3	Medida	96
6.1.4	Método.....	96
6.1.4.1	Método de fabricação no <i>layout</i> de fabricação.....	96
6.1.5	Meio-ambiente.....	97
6.1.6	Matéria-prima.....	97
6.1.7	Explicação dos quadros auxiliares.....	98
6.2	Fator social/mercadológico.....	103

6.2.1	Autonomia em veículos.....	103
6.3	Fator ergonômico e de segurança do produto.....	107
6.3.1	Durabilidade.....	107
6.4	Análise por elementos finitos.....	114
6.5	Fator econômico/financeiro.....	120
6.6	Fator ecológico/ambiental.....	126
6.7	Desenvolvimento sustentável.....	128
6.8	Fator estético e de apresentação do produto.....	132
7.	CONCLUSÕES.....	139
8.	REFERÊNCIAS.....	144
9.	ANEXOS.....	151
9.1	Anexo 01 – Ensaio comparativo de resistência a tração com dois tipos de materiais (Zamac e Aço Carbono).....	151
9.2	Anexo 02 – Ensaio microscópio de porosidade.....	152
9.3	Anexo 03 – Teste de durabilidade efetuando 55 ciclos e aplicação de torque ao final do teste.....	153
9.4	Anexo 04 – Ensaio de tração nos terminais injetados em zamac.....	154
9.5	Anexo 05 – Ensaio de tração, porosidade e raio X.....	155
9.6	Anexo 06 – Teste de durabilidade submetendo o produto condição de aplicação real no veículo.....	156
9.7	Anexo 07 – Teste de durabilidade submetendo o produto condição de aplicação real no veículo.....	157

9.8	Anexo 08 – Ensaio comparativo de resistência a tração com dois tipos de materiais (Zamac e Aço Carbono) sendo aplicado na mesma cordoalha.....	158
9.9	Anexo 09 – Ensaio de tração com carga de 5000 N mínimo em terminais de Zamac.....	159
9.10	Anexo 10 – Macrografia para verificação de porosidades.....	160
9.11	Anexo 11 – Avaliação de resistências a tração com terminais feito em Zamac.....	161
9.12	Anexo 12 – Ensaio de porosidade X Dureza.....	162
9.13	Anexo 13 – Ensaio comparativo de resistência a tração com dois tipos de materiais em uma cordoalha de aço para averiguar qual rompe primeiro.....	163
9.14	Anexo 14 – Análise macrográfica.....	164
9.15	Anexo 15 – Análise microscópica da distribuição e dispersão na fixação do terminal em Zamac comparado ao do Aço carbono.....	165
9.16	Anexo 16 – Ensaio de caracterização.....	166

“Suas realizações vão até onde seus
sonhos alcançam”.

Roberto Shinyashiki

1. INTRODUÇÃO

1.1 Exposição do assunto

A escolha dos materiais, com os quais será confeccionado um produto dentro de uma empresa é uma atividade que exige envolvimento de uma equipe integrada e comprometida dentro da organização. Pode-se notar que, sempre em situações nas quais se teve a participação integral das áreas envolvidas, e dos profissionais que com conhecimento técnico adequado, os resultados foram muito positivos.

De acordo com **Baxter (1998)**, a escolha correta dos materiais a serem utilizados em um produto deve permitir o total atendimento das necessidades humanas que geraram sua concepção. Um dos requisitos para projeto desse produto é a escolha de um material que permita a aplicação de tratamentos superficiais adequados e garanta uma boa aderência. Para que as necessidades dos clientes sejam plenamente atendidas, existem diversas metodologias de projeto, cujo objetivo principal é sempre o de transladar os, desejos e anseios, desses clientes em dados práticos, que viabilizem a confecção de um produto que atenda de forma otimizada, estas necessidades. A maioria das metodologias hoje utilizadas procura inicialmente uma definição do problema do projeto em questão, estudando as restrições impostas (financeiras, fabris, ecológicas, etc.), para então listar especificações e requisitos a serem atendidos. Na empresa em questão foi utilizado a metodologia de pesquisa-ação, onde teve-se atuação de forma efetiva nas tratativas de escolha de materiais e processos, utilizando de levantamentos e hipóteses para com isso poder desenvolver as principais possibilidades de substituição de materiais. De acordo com **Thiolent (1997)**, a forma de conduzir uma pesquisa por meio de pesquisa-ação

é ter o envolvimento de uma equipe multidisciplinar, que possa estar interagindo com a equipe, o que proporciona maior comprometimento na solução de problemas. A seleção dos materiais que irão compor o produto é, portanto, resultado desse processo, juntamente com seus respectivos testes. No entanto, a diversidade de materiais tem evoluído exponencialmente nos últimos anos. Como comenta **Manzini (1993)**, no início da década de 90, fez-se uma tentativa de catalogar os materiais existentes, chegando-se à conclusão da impossibilidade dessa catalogação e que, os materiais são ilimitados, com infinitas possibilidades de combinação entre seus diversos componentes, com propriedades e desempenhos próprios.

Os materiais escolhidos irão influenciar, pelo menos, nos seguintes fatores dentro da organização: fatores fabris/manufatura (máquina, mão-de-obra, medida, método, meio ambiente e matéria-prima), fatores social/mercadológico, fatores ergonômicos/segurança do produto, fatores econômico/financeiro, fatores ecológicos/ambiental, fatores estéticos/apresentação do produto entre outros.

Em relação aos fatores fabris as empresas competitivas buscam, máquinas necessárias para a confecção, materiais apropriados, tipo de *layout* otimizado, e níveis de especialização necessário à mão-de-obra. Dentre os fatores técnicos destacam-se, o FEA (*Finite Element Analysis*) e estudo de resistência mecânica. Entre os fatores econômicos, destaca-se a relevada importância para manter a empresa saudável, visando com isso a competitividade no mercado de autopeças, como por exemplo, custo de aquisição da matéria-prima, investimentos necessários e custo relacionado ao processamento. Em relação aos fatores ambientais, destaca-se a viabilidade de reciclagem ou reutilização dos resíduos excedentes decorrentes do processo de fabricação, sendo, portanto facilmente reutilizado. Em relação aos

fatores mercadológicos, verificar se existe facilidade na aquisição de materiais junto aos fornecedores.

1.2 Definição do problema

A empresa em estudo possuía um processo de fabricação de peças automotivas com a utilização preferencial de aço carbono. Pensou-se na possibilidade de utilizar materiais plásticos para a fabricação das peças, devido á empresa já ter em seu parque fabril, diversos itens que já são fabricados no setor de injeção plástica e também pelo conhecimento agregado nesse tipo de processo. Porém, tais materiais vinham sendo constantemente aumentados de preço, e havia a escassez no mercado para o aço carbono, e processos agregados de usinagem onerando ainda mais o produto. Sendo assim, alvo de constantes pedidos, pela gerência da empresa, para se aplicar esforços em eventuais reduções de custos na fabricação dos produtos, onde todos esses custos implicam diretamente na competitividade da empresa no mercado automobilístico. Então, foi feito alterações nos processos fabris da empresa visando á devida otimização dos processos envolvidos. Questões técnicas, econômicas, ambientais e produtivas foram alvo de análises por parte da empresa no tocante da decisão a ser tomada, em função da necessidade de redução de custos pela substituição do aço carbono por novos materiais que atendessem as mesmas exigências técnicas do produto, e que propiciassem uma redução de custo significativa para empresa.

1.3 Objetivo

A presente dissertação tem como objetivo, apresentar o estudo da viabilidade de utilização da liga metálica zamac, em uma empresa do setor automobilístico, como alternativa que possibilite a confecção dos produtos feitos de materiais de aço carbono.

1.4 Justificativa

A justificativa para elaboração e desenvolvimento deste trabalho científico é justamente ter uma ampliação do conhecimento sobre o processo inovador, utilizando ligas de zamac, e expor a alternativa da aplicação deste material para uma melhoria nas empresas que queiram ser competitivas no ramo automobilístico. Outra forte justificativa é a grande preocupação com o meio ambiente. Este assunto deve ser um fator de peso elevado na tomada de decisão dentro das organizações no momento da escolha de um novo material, por isso a liga de zamac vem trazendo bons resultados e nos dá a satisfação de estar preservando a natureza devido a sua fácil reutilização e claro que junto a isso o pleno atendimento às especificações de testes, comparados com aço carbono. Com isso, tem-se a possibilidade de colaboração nos processos fabris de produção de peças automotivas no sentido de reduzir custos e atender as exigências ambientais, etc.

2. TOMADA DE DECISÃO

Segundo **Costa Neto (2007)**, decidir é uma ação à qual as pessoas e entidades são constantemente submetidas, sendo que essas decisões podem ser das mais simples às mais complexas, como por exemplo, “qual camisa usarei hoje” e até mesmo uma escolha mais difícil de uma organização que é a decisão de compra de outra unidade de negócios bem como seus ativos. Não é foco deste capítulo proporcionar a uma organização subsídios de sustentação para abordar as decisões simples de âmbito pessoal e sim abordar fatores para tomada de decisões mais complexas que envolve um estudo mais aprofundado.

Existem situações que representam momentos cruciais, em que a tomada de decisão pode levar uma organização ao sucesso ou ao fracasso, por isso merece uma atenção especial este capítulo em função de a tomada de decisão representar tanto dentro de uma organização. Assim busca-se fornecer cada vez mais orientações que permitam decidir as melhores ações, mais do que simplesmente um palpite ou uma opinião pessoal. De acordo com **Costa Neto (2007)**, a forte emoção muitas vezes, representa uma traiçoeira armadilha para os gestores de decisões. Pessoas mais temperamentais costumam ser as maiores vítimas dessa armadilha. Logo, o bom decisor deve evitar tomar decisões instantâneas no momento em que esteja envolvido emocionalmente pela situação.

Sempre que possível, se o decisor perceber que as condições emocionais não forem as mais favoráveis naquele momento, é interessante que o mesmo, postergue a decisão para o dia seguinte. Esse atraso na decisão pode ser muitas vezes recuperada por uma tomada de decisão mais acertada com a “cabeça fria”.

Esta recomendação, entretanto, não deve ser entendida como uma sugestão em que a decisão deverá ser adiada por algum receio das conseqüências ou por alguma indisposição do decisor em tomá-la.

Segundo **Costa Neto (2007)**, alguns fatores que levaram o sistema japonês ao sucesso através de uma grande sacada que pôde contar com uma excelente decisão de gestores do país nipônico. Os japoneses acreditaram em alguns conceitos administrativos ligados à qualidade e sistemas produtivos e logísticos, que obtiveram um ótimo sucesso. Destaca-se dentre as ferramentas adotados pelo Japão o “Ciclo do PDCA” (*Plan, Do, Check and Analysis*), este ciclo tem como parte integrante o fator análise dentro de toda a sistemática que por sua vez, somente era considerado mediante dados consistentes, onde pudessem ser avaliados e após isso tomou-se a decisão dentro do processo produtivo ou administrativo. Outros fatores como: “Emprego Vitalício”, “*Kaizen*” (*Kai*-melhoria e *Zen*-contínua), “JIT” (*Just-in-time*), “5W e 1H” (*What, Whay, Who, When, Where and How*), “Programa 5S” (*Seiri, Seiton, Seisso, Seiketsu e Shitsuke*), “QFD” (*Quality Function Deployment*), entre outras ferramentas que foram de suma importância naquele momento de reconstrução do país e que puderam auxiliar para que as metas estabelecidas naquele momento fossem atingidas, mas como em todo lugar não se deve estabelecer metas inalcançáveis em tempos irrealis, é importante tê-las de forma coerente e as metas possam ser seguidas e alcançadas. Vale a pena ressaltar que além da ferramenta “5W e 1H”, existe também outra ferramenta complementar, que é “5W e 2H”, onde a diferença está no segundo “H”, essa ferramenta é aplicada para planos de ação onde os problemas são colocados em ordem de prioridade, sendo que para cada problema são identificados as questões *what* (o que fazer para resolver o problema), *why* (por que isso deve ser feito), *who*

(quem fará), *when* (em quanto tempo será feito), *where* (onde), *how* (de que maneira) e *how much* (qual a verba disponível para a resolução do problema) (FERROLI, 1999).

2.1 Tomada de decisões na Gestão de projetos

Para **Baxter (1998)**, as atividades de desenvolvimento de um novo produto requerem pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticuloso e uso de métodos sistemáticos, exigindo uma abordagem interdisciplinar (atividades de marketing, engenharia de produtos e processos, aplicação de conhecimentos sobre estética e estilo, etc.). Neste processo, tornam-se necessário a integração entre as ciências sócio-econômicas, tecnológica e arte aplicada.

Segundo **Toledo (2007)**, a definição de projeto é, “esforço para atingir um objetivo, em um determinado prazo e com custos pré-fixados”. Essa definição vem de encontro com um bom planejamento a ser seguido e junto a tudo isso deve-se eleger um gerente de projeto ou também chamado líder de projeto onde o mesmo é um iniciador e facilitador das atividades a serem realizadas dentro de um planejamento que podemos citar como uma metodologia mais comum dentro das indústrias automobilísticas o “APQP” – (*Advanced Planing the Quality of Product*) que é o planejamento avançado da qualidade dos produtos. Essa ferramenta é vastamente utilizada dentre as montadoras e sistemistas em geral. Sendo assim, o líder de projeto tem a incumbência de tomar decisões pertinentes ao projeto de tal forma a decidir os caminhos por onde a equipe irá seguir, bem como determinar o “caminho crítico” naquele momento, buscando com isso eliminar os riscos do suposto “caminho crítico” dentro de um projeto.

Conforme comenta **Wireman (1998)**, nas escolhas envolvidas em um processo fabril as tomadas de decisão devem ser primeiramente analisadas conceitualmente, em teorias e simulações para então, após a obtenção do domínio conceitual, e das respostas aos possíveis problemas de sua implantação, serem aplicadas no chão-de-fábrica. A análise completa deve correlacionar todos os fatores, o que obriga a um procedimento interdisciplinar, no qual os setores de uma empresa, como finanças, marketing e produção (por exemplo), precisam cooperar entre si, buscando uma única direção a ser tomada e que abranja as necessidades de todos os processos (fabris ou não) envolvidos no projeto de um novo produto.

Segundo **Costa Neto (2007)**, a tomada de decisão sob situações de incerteza pode levar o decisor a ter duas ou mais opções onde o mesmo não tem certeza de qual delas é a verdadeira, mas para isso deve-se atribuir a essa incerteza possíveis realidades ou estados da natureza. Nestas condições, se pode utilizar uma ferramenta eminentemente prática, denominada “árvore de decisão”. Essa ferramenta tem a determinação de tornar os dados probabilísticos em certezas de decisões, que ao final de seu devido preenchimento tornará a decisão suficiente e clara a todos os envolvidos.

Segundo **Bana e Costa (2006)**, a tomada de decisão é uma arte em que está dentro de grandes líderes, onde a mesma pode levar alguém ao sucesso ou ao fracasso, aí é que entra a qualidade nas decisões.

-A tomada de decisão é uma atividade que reside no coração dos líderes.

-Segundo Napoleon Bonaparte “*Nada é mais difícil e portanto mais precioso que a capacidade de tomar decisões*”.

2.2 A problemática na tomada de decisões dentro das organizações

Segundo **Bana e Costa (2006)**, uma decisão tem como principal objetivo alcançar alguma meta desejada. Tomar uma decisão é também fazer uma escolha que muito provavelmente implicará em alocação de recursos como, tempo e dinheiro.

De acordo com **Bana e Costa (2006)**, a grande dificuldade na tomada de uma decisão é basicamente centralizada em dois fatores: a complexidade do problema e da incerteza dos agentes de decisão.

A questão de complexidade é observada quando se tem muitos aspectos a levar em consideração como, (custos, benefícios, riscos e etc.).

A questão de incerteza é avaliada pensando, se as conseqüências das ações foram as previstas ou não. Assim, algumas fontes de incerteza podem ser: objetivos pouco claros, informação escassa, dados pouco precisos, desconhecimento de decisões relacionadas ao assunto, falta de coordenação, entre outros.

2.3 Processos comuns de tomada de decisão

2.3.1 Processo Intuitivo: A decisão é tomada através do conhecimento e experiência previamente adquiridos, é tipicamente decisões de executivos e comitês colegiados.

2.3.2 Processo Analítico: A decisão é tomada com base nos resultados da aplicação de métodos quantitativos.

Embora se saiba que a mente humana apesar de ter uma inclinação natural de capacidade para realizar bons julgamentos e tomar decisões acertadas, existem

vários estudos científicos onde evidenciam que uma tomada de decisão, pelo processo intuitivo, se não estiver bem fundamentada em orientações podem gerar muitas decisões imperfeitas, que acarretará em significativo prejuízo à empresa.

Segundo **Miguel (2008)**, informações inadequadas levam à distorção dos resultados, o autor Miguel neste capítulo, aponta algumas técnicas para auxiliar e orientar o gestor na escolha da melhor decisão a ser tomada, através de um modelo criado por ele, no qual atribui três técnicas para serem aplicadas em um processo de tomada de decisão, sendo elas: uma matriz de tomada de decisão, a aplicação de Monte Carlo e da árvore de decisão, (por ele acreditar que são as técnicas mais adequadas na tomada de decisão). Porém, faz uma observação em seu artigo, dizendo que é muito importante a inserção dos dados coerentes dentro deste modelo e esta observação de Miguel é sem dúvida uma dica que todos os outros autores dão para que o gerenciamento de tomada de decisão tenha grande sucesso em sua totalidade. Pode-se observar que a cada dia dentro das organizações é notória a grande demanda de gestores que têm a responsabilidade de tomar decisões. Isso porque, as transações dentro de uma empresa estão cada vez mais complexas e precisam estar em função da dinâmica do mercado exigente.

Para as atividades dentro de uma organização nos níveis onde se constituem basicamente em uma rotina a ser seguida, direcionada à máquinas e operários treinados é possível balizar-se através de um *check-list* ou um *script*, nestas situações ocorrerem poucas mudanças. Enquanto isso, nos níveis táticos e estratégicos da empresa, a tomada de decisão é uma constante, onde os administradores gestores têm que estar cada vez mais preparados para enfrentar alguns diversos tipos de problemas e sempre irá estar ligados a alocação melhor de recursos, decisão de um fornecimento de serviço eficaz ou até mesmo saber lidar

com uma concorrência agressiva, seja qual for a decisão a ser tomada ela tem sempre que focar custo-benefício para a empresa.

Segundo **Lima e Vasconcelos (2006)**, a inclusão da oportunidade de participação na concepção e planejamento de uma intervenção no espaço biofísico é vista por muitos técnicos como uma etapa "não produtiva" e que aumenta excessivamente o tempo efetivo do planejamento. Esta postura parece estar relacionada com a formação pouco abrangente de que usufruem os nossos técnicos, conforme apresentado por **Lima e Vasconcelos (2006)**. Além disso, convém ressaltar a constatação de **Petts (1995)**, em que muitos processos de tomada de decisão não participativos decorrem de forma mais lenta. Quando se torna publicamente evidente o que se pretende implementar, é comum surgirem opiniões que discordem do projeto apresentado e dos setores afetados, que estão diretamente ligados ao processo. No entanto, outros autores (**INNES et al., 1994**) inferem que o investimento de tempo é compensador, mas é preciso saber trabalhar eficazmente com o tempo disposto, conflitos que acabam por ocorrer no final do processo, quando não o são durante o mesmo.

Este trabalho chama atenção para o fato de que o tempo eventualmente "perdido" na etapa inicial, onde se inclui a participação de todos os interessados, serve para contribuir com a redução significativa do tempo total necessário para a conclusão de toda a atividade até a execução física dos trabalhos. Pois, ao permitir uma intervenção participativa dos interessados, evitam muitos episódios de manifestações sociais que frequentemente constituem fortes percalços para o avanço contínuo e ininterrupto dos trabalhos. A Engenharia da Qualidade recomenda a obtenção de informações suficientes sobre a opinião e os requisitos dos clientes, antes de conceber e implementar os projetos, para que com elas se

possa oferecer um produto ou serviço mais adequado às suas necessidades. (JURAN, 1992). Parece claro que, este princípio também se aplica aos projetos de engenharia com impactos no meio biofísico (Figura 2.1).

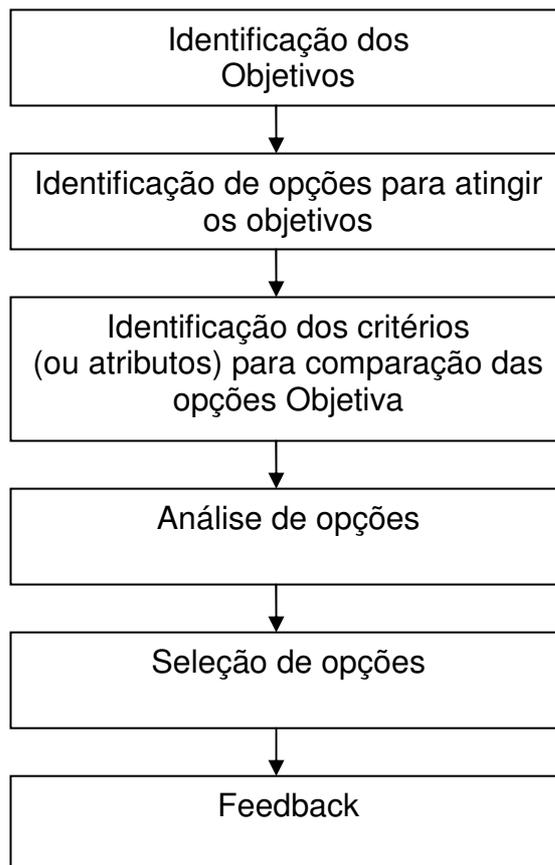


Figura 2.1 Seqüência de um processo de decisão
Fonte: Adaptado de Lima e Vasconcelos (2006)

Segundo Valeri (2000), o procedimento seqüencial adotado pelas metodologias tradicionais melhora o controle de risco, porém traz pouca integração entre atividades e pessoas envolvidas no processo, gerando uma série de problemas, tais como: constantes mudanças no projeto em virtude de problemas identificados tardiamente; linearidade das fases ocasionando que uma parte significativa (50% a

80%) dos custos de manufatura seja decidida antes dos engenheiros de produção começarem a fazer parte do projeto; prazo final de lançamento não sendo cumprido (o que compromete a receptividade pelo público-alvo); e pouca atenção dada para os processos de fabricação nos estágios iniciais de projeto, o que leva à alterações na escolha de ferramentas mais caras. A engenharia simultânea tem como objetivo a redução, ou mesmo eliminação destes problemas. Conforme se observa, o procedimento seqüencial do processo de design necessita que, ao final de cada etapa, se faça uma análise e se avalie a possibilidade, da continuação do projeto em questão. Essas análises, de acordo com **Valeri (2000)**, são tomadas do ponto de vista estratégico, de marketing, de engenharia, de manufatura, finanças e de qualidade.

Segundo **Santos (2006)**, para alcançar sucesso em uma tomada de decisão, é muito importante analisar o estado de consciência em que um profissional de negócios se encontra. Consciência e comportamento sempre andam juntos. Se estivermos confusos, indecisos ou inseguros, o nível de conscientização das situações e dos desafios do momento será de baixa qualidade e as decisões também.

3. FATORES DE ESCOLHA PARA TOMADA DE DECISÃO

Será abordado neste capítulo os fatores de escolha adotados pela empresa em questão. Esses fatores serão divididos em seis grupos de fatores, sendo, portanto:

- 1º. Fatores fabris e de manufatura, (máquina, mão-de-obra, medida, método, meio ambiente e matéria-prima);
- 2º. Fator social / mercadológico;
- 3º. Fator ergonômico / segurança do produto;
- 4º. Fatores econômicos / financeiros;
- 5º. Fator ecológico / ambiental;
- 6º. Fator estético / apresentação do produto.

Segundo **Ferrolli (2004)**, um grande número de produtos lançados no mercado não consegue obter o retorno esperado. Especialistas apontam os seis fatores mencionados anteriormente como sendo os de principal relevância no lançamento de um determinado produto.

Dentro desse enfoque, quando se projeta um novo produto, ou quando se faz um *redesign* de um já existente, a não observância desses fatores pode gerar um produto final incompleto, ou seja, bem projetado do ponto de vista estético, mas com custo muito alto, por exemplo.

Segundo **Harmon (1993)**, em um passado recente se usava muito pouco a interdisciplinaridade, fazendo com que, muitas vezes, não houvesse uma comunicação efetiva entre os diversos profissionais envolvidos no projeto.

Projetar significa, segundo o dicionário da língua portuguesa (**FERREIRA, 2001**): criar, planejar, fazer planos, ter intenções. Para os projetistas, projetar é uma atividade realizada com o objetivo de suprir alguma necessidade.

Também não se pode desprezar que as necessidades dos clientes sejam atendidas. Existem diversas possibilidades de escolha de materiais, cujo objetivo principal, sempre é o de atender aos anseios dos clientes e de viabilizar a confecção de um produto que atenda, de forma otimizada, essas necessidades para então considerar as especificações relevantes e requisitos a serem atendidos. Segue-se então a geração e seleção de alternativas, testes e detalhamentos dos materiais escolhidos. A seleção dos materiais que irão compor o produto é, portanto, resultado desse processo.

3.1 Fator fabril e de manufatura

O fator fabril e de manufatura é um tópico que deve ser levado em consideração à disponibilidade das máquinas, o espaço físico do setor de produção e as condições para manufaturar o produto.

A análise do fator fabril e de manufatura de um produto deve ser um item importantíssimo para análise da equipe de projetistas de novos produtos e substituição de produtos já correntes. A maioria das fábricas possui um parque fabril montado, especializado em realizar determinadas operações.

A disponibilidade (*layout*) destes equipamentos, que formam um conjunto de máquinas denominado parque fabril, precisa ter um fluxo bem definido dentro da empresa, para que a peça não fique sendo deslocada de um lado para o outro em operações de fabricação dispersas dentro da empresa e ou até se a mesma tiver

que passar por algum tipo de operação ou tratamento efetuado por terceiros. Para **Tubino (1997)**, diversos fatores justificam o uso do layout do tipo departamental, amplamente utilizado nas empresas, dentre eles o conceito “contábil” de valor agregado, a facilidade de elaboração do *layout*, instabilidade da demanda e facilidade no trato com os funcionários. No entanto, o *layout* departamental apresenta desvantagens em relação ao do tipo celular, onde se utilizam os conceitos de produção de fluxo unitário, como os usados em linhas de montagens contínuas. O *layout* celular, através da redução do *lead times* – (tempo de fabricação) dos itens, aumenta a flexibilidade do sistema produtivo e diminui a necessidade de estoque intermediário (estoque em processo) entre as células de manufatura. **(Figura 3.1)**

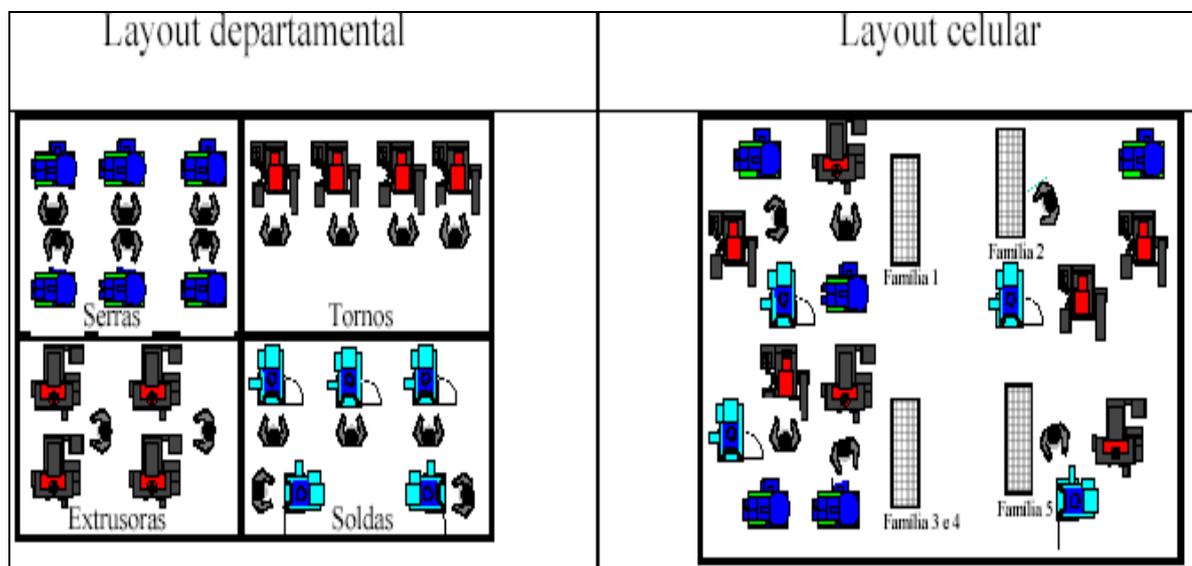


Figura 3.1 Layout departamental e Celular
Fonte: Tubino (1997).

De acordo com **Costa (1998)**, toda atividade projetual abrange um forte componente criativo, independente do tipo de profissional e de projeto envolvido. Projetar está vinculado às necessidades humanas que, devido ao caráter evolutivo, são ilimitadas.

Por exemplo: algum tempo depois que o homem descobriu que a vida em grupos se tornava mais fácil (e segura), começaram a surgir povoados, vilas e cidades.

Um dos critérios básicos para o sucesso de um novo produto é um certo grau de inovação, o que vem acompanhado de alguma mudança estética, tecnológica ou de cunho social, por exemplo. Os fatores fabris e de manufatura foram desdobrados em seis elementos:

3.1.1 Máquina

Para o fator máquina é importante expor que estão relacionados como máquina todos os seus periféricos aplicados ao mesmo, sendo, portanto, considerados as máquinas propriamente ditas, além dos equipamentos, ferramental, dispositivos, *containeres*, bancadas, utensílios, instrumentos de medição, ferramentas de corte e etc., usadas no parque fabril.

É importante a verificação de quais equipamentos já existem na empresa, e se é necessário a aquisição de novos equipamentos para atendimento às necessidades de um novo produto e deve ser levada em consideração a capacidade produtiva destes equipamentos bem como sua estabilidade em manter a qualidade do produto em específico que se queira produzir, para isso devemos estar atentos às tolerâncias dimensionais do produto.

3.1.2 Mão-de-obra

Para o fator mão-de-obra, diz respeito aos trabalhadores que vão operar as máquinas. Havendo necessidade de aquisição de novas máquinas, devem-se

analisar as capacidades da equipe de produção, estudando programas de capacitação e treinamento. Um dos graves problemas que ocorrem, especialmente no chão-de-fábrica, é a disparidade entre os investimentos realizados na aquisição de máquinas e equipamentos cada vez mais complexos (por exemplo), e o pouco investimento na qualificação dos operadores.

Dieter (1997), explica que, reduções significativas nos custos de fabricação resultam de alterações no desenho dos produtos, ao invés de mudanças nos métodos ou sistemas de fabricação comumente utilizados. Dessa forma, para obter-se projetos fabricáveis de modo viável, os projetistas devem: conhecer as melhores máquinas, ferramentas, processos e métodos de montagem aplicáveis, projetando produtos e seus componentes que visem à otimização em todos os aspectos; e usar materiais e selecionar componentes que se preste a uma produção de alta qualidade e baixo custo.

3.1.3 Medida

Para o fator medida, é necessária a atenção voltada para as tolerâncias dimensionais de um produto, quanto mais complexa é sua fabricação, mais é exigido máquinas de precisão, com ferramentas mais nobres. Segundo **Stemmer (1994)**, em operações de usinagem onde a tolerância é muito pouco flexível, as máquinas precisam ser automáticas, com grandes velocidades, de corte e avanço, grande potência e extrema rigidez. As dimensões de um produto devem ser estudadas, desde a aquisição das matérias-primas (dimensões disponíveis), até medidas finais, pois influenciarão no custo do transporte e facilidade de exposição e venda.

3.1.4 Método

Para o fator método, a empresa precisa estudar e aplicar no processo produtivo a melhor maneira de se produzir os seus produtos. No entanto, **Albuquerque (1999)**, explica que se forem construídas poucas peças, o custo do molde tornará o processo de injeção muito caro, preferindo-se então, usiná-las. Caso contrário, a usinagem é que se tornará economicamente menos atrativa. O método empregado depende da quantidade a ser produzida, da forma desejada, no grau de precisão necessário e, sobretudo, do material.

Conforme **Garcia (2000)**, a FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), é uma ferramenta que busca evitar a ocorrência de falhas no projeto de produtos, aumentando a confiabilidade, especialmente quando aplicada também no projeto de processos. A norma **QS 9000 (1998)** especifica a **FMEA** como uma das ferramentas necessárias para um fornecedor submeter seu produto à aprovação de empresas fabricantes. A FMEA pode ser aplicada para: diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos; diminuir a probabilidade de falhas potenciais em produtos/processos em operação; aumentar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise das falhas que já ocorreram; e diminuir os riscos de erros, aumentando a qualidade em procedimentos administrativos (**PALADY, 2004**).

Outra ferramenta bastante utilizada conforme comenta **Harrington e Harrington (1997)**, é o diagrama Causa-Efeito, também conhecido como diagrama de *Ishikawa* ou Espinha-de-Peixe, foi criado de modo a permitir a organização de todas as causas possíveis de um determinado problema, para que estas possam ser investigadas. Em sua forma original, o diagrama de *Ishikawa* procura relacionar o

problema com seis causas primárias: a matéria-prima utilizada, o maquinário (incluindo instalações e mobiliário), as medições (tolerâncias, ajustes, instrumentos utilizados, etc.), o meio-ambiente que cerca a atividade, a mão-de-obra envolvida e o método de processamento (fluxo de informações, procedimentos adotados, etc.).

3.1.4.1 FEA – (*Finite Element Analysis*)

Dentre os métodos utilizados destacam-se o FEA **Lotti, Machado, Mazziero, e Landre (2006)**, o FEA que é uma análise matemática que consiste na discretização de um meio contínuo em pequenos elementos, mantendo as mesmas propriedades do meio original. Esses elementos são descritos por equações diferenciais e resolvidos por modelos matemáticos, para que sejam obtidos os resultados desejados. A origem do desenvolvimento deste recurso ocorreu no final do século XVIII, entretanto, a sua viabilização tornou-se possível somente com o advento dos computadores, facilitando a resolução das enormes equações algébricas. O FEA pode ser utilizado em diversas áreas das ciências exatas e biológicas e, devido à sua grande aplicabilidade e eficiência, existem trabalhos com esta metodologia nas diversas especialidades odontológicas, como na Ortodontia, quando se deseja analisar as cargas, tensões ou deslocamentos. Com o contínuo uso desse método em pesquisas e com suas vantagens em relação a outros disponíveis, torna-se de suma importância o conhecimento da técnica, para que sua utilização possa proporcionar benefícios científicos.

O desenvolvimento do FEA teve suas origens no final do século XVIII, quando Gauss propôs a utilização de funções de aproximação para a solução de problemas matemáticos. Durante mais de um século, diversos matemáticos desenvolveram

teorias e técnicas analíticas para a solução de problemas, entretanto, pouco se evoluiu devido à dificuldade e à limitação existente no processamento de equações algébricas. O desenvolvimento prático desta análise ocorreu somente muito mais tarde em consequência dos avanços tecnológicos, por volta de 1950, com o advento da informática. Isto permitiu a elaboração e a resolução de sistemas de equações complexas. Em 1956, Turner, Clough, Martins e Topp, trabalhando em um projeto de aeronaves para o Boeing, propuseram um método de análise estrutural, similar ao FEA. E mais tarde, em 1960, estes autores utilizaram pela primeira vez o nome de Método dos Elementos Finitos, descrevendo-o. A partir de então, seu desenvolvimento foi exponencial, sendo aplicado em diversas áreas da Engenharia, Medicina, Odontologia e áreas afins. Em linhas gerais, pode-se definir o FEA como um método matemático, no qual um meio contínuo é discretizado (subdividido) em elementos que mantenham as propriedades de quem os originou. Esses elementos são descritos por equações diferenciais e resolvidos por modelos matemáticos para que sejam obtidos os resultados desejados. O FEA é utilizado a algum tempo em experimentos relacionados à Odontologia, em diversas especialidades, tendo a sua aplicação na Ortodontia onde é muito útil. O estudo do efeito das cargas (forças) aplicadas aos dentes apresenta grande interesse científico e pode ser encontrado em diversos trabalhos, envolvendo metodologias variadas. Dentre as principais metodologias utilizadas, pode-se destacar: métodos convencionais para a análise de tensões.

Segundo **Meggiolaro e Castro (1996)**, a previsão da vida à fadiga de componentes estruturais sujeitos aos carregamentos complexos é uma tarefa muito trabalhosa, principalmente quando se quer comparar as diversas metodologias de cálculo comumente usadas em projeto mecânico.

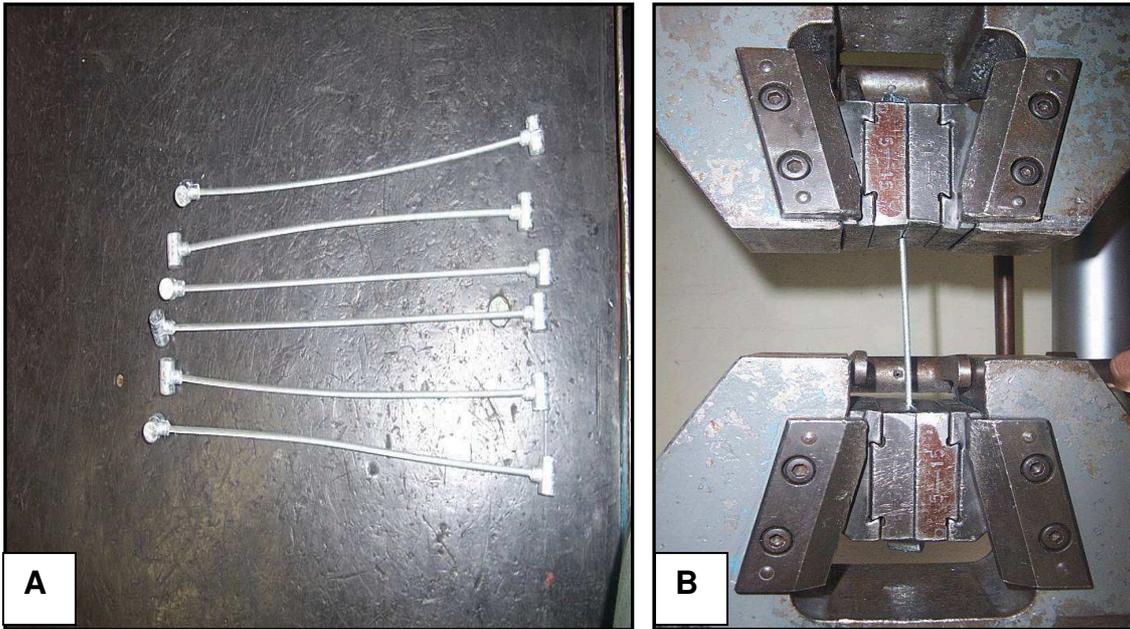
Os dados considerados na aplicação do FEA para a realização de um estudo de fadiga, por exemplo, são: cálculos (propriedades dos materiais, fatores de concentração e intensidade de tensões, efeitos do acabamento superficial, tamanho, etc.), trincas, e o da/dN (taxa instantânea de crescimento de trincas em relação a força aplicada) para prever a propagação a partir dos conceitos da mecânica da fratura. O estudo por elementos finitos pode auxiliar no que se diz respeito aos itens abaixo:

- (i) **Dimensões Geométricas** (incluindo entalhes e trincas, caso presentes).
- (ii) **Cargas de Serviço** (que na prática devem freqüentemente ser *medidas*).
- (iii) **Análise de Tensões** (nos *pontos* críticos, para prever iniciação das trincas).
- (iv) **Análise das Trincas** (para prever sua propagação).
- (v) **Propriedades dos Materiais** (preferencialmente *medidas*).
- (vi) **Análise do Acúmulo de Dano**.

3.1.4.2 Durabilidade

Para o fator durabilidade, é necessário, que antes da substituição de um material pelo outro, seja feito testes de validação do produto para avaliar a durabilidade do mesmo.

Para a validação dos produtos foram feito vários testes de durabilidade e resistência mecânica conforme mostra nas figuras **3.2, 3.3 e 3.4**.



Figuras 3.2 (A e B), Ensaio de Tração Com Terminais de Zamac
Fonte: Engeteste (2007)



Figura 3.3 Ensaio de Durabilidade com Mancal de Zamac
Fonte: Engeteste (2007)

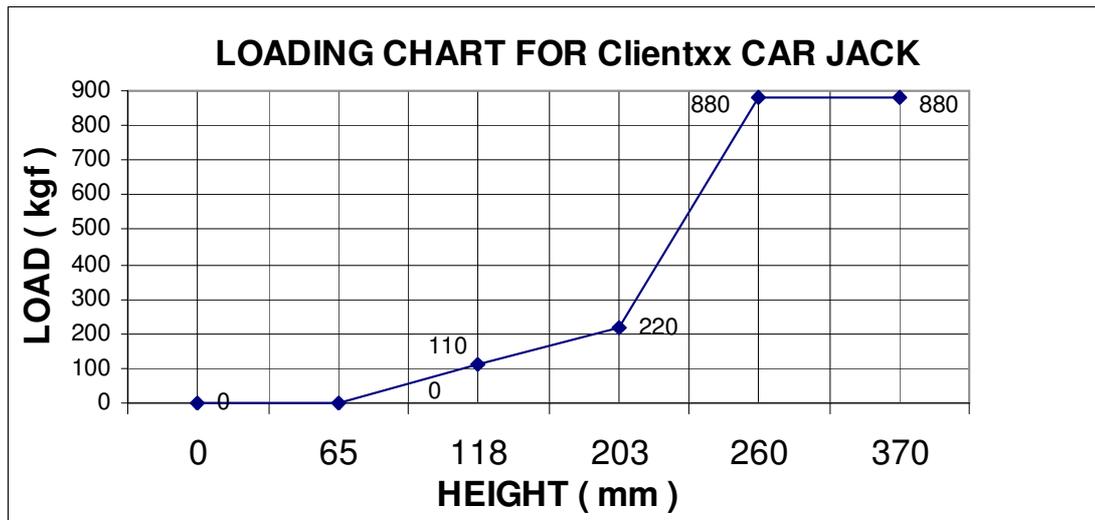


Figura 3.4 Gráfico do ensaio de Durabilidade com Mancal de Zamac
Fonte: Engeteste (2007)

Os relatórios de durabilidade mostram a forma com que se é submetido o produto a teste, sendo que os mesmos têm critério bem definido, de forma a garantir a integridade e segurança do usuário.

3.1.5 Meio-ambiente

Neste fator é explicitada a preocupação com o meio ambiente e a determinação, é que se tenha uma inclinação para a utilização de materiais que não agredam a natureza. Portanto, é preciso que se verifiquem as características dos materiais a serem utilizados dentro da empresa. O ambiente do processo fabril tem influência direta na qualidade e produtividade dos lotes processados, englobando desde o aspecto físico do chão-de-fábrica (cores das paredes, luminosidade, acesso ao ferramental, organização, etc.) até o aspecto psicológico (ambiente que favoreça o diálogo, burocracia limitada, higiene e etc.).

3.1.6 Matéria-prima

No fator matéria-prima é importante ressaltar que qualquer alteração do material que será empregado na confecção de um produto, exigirá uma reavaliação de todo o processo fabril. Até materiais de um mesmo grupo, por exemplo, substituição de aço carbono **SAE 1045** por aço inoxidável **AISI 304**, na lateral de um produto (ambos pertencem ao grupo de materiais denominado metais ferrosos), promove modificações simples, como o tipo de solda a ser empregado, o tipo de tratamento superficial a ser usado, a maneira de cortar a chapa, e assim por diante).

Inclui-se neste item uma reavaliação do material a ser empregado em termos de uma análise de tensões e esforços que o produto seja submetido.

De acordo com **Dufour (1996)**, a FMEA é uma ferramenta da qualidade que pode ser utilizada para identificação das necessidades de um re-projeto em um produto, pois testa a confiabilidade dos componentes e dos materiais que serão usados. Logo, são re-projetadas somente as partes que não são capazes de manter os objetivos especificados.

3.2 Fator social/mercadológico

O fator social/mercadológico analisa o problema da concorrência, da globalização, da política de *marketing* a ser adotada. Visando atualizações de processos inovadores.

As técnicas e processos devem estar alinhados com o que há de mais novo no mercado e que pode ser alcançado com a realização de *benchmarking* em produtos similares já existentes, e consulta a concorrentes que trabalham com a mesma linha de produtos. Conforme mostram **Meredith e Mantel Júnior (2000)**, um grande

número de produtos lançados no mercado não consegue obter o retorno esperado. Especialistas apontam uma série de causas desta ocorrência, que podem ser agrupadas em seis grandes grupos: problemas de fabricação do produto; problemas de origem social ou mercadológica; problemas ergonômicos e de segurança do produto; problemas de ordem econômica; problemas estéticos e de apresentação visual e problemas ecológicos.

Existe uma grande preocupação com o pós vendas e até mesmo com o *marketing* dos produtos a serem fabricados, muito embora exista uma boa equipe de custos e uma boa engenharia, o *marketing* é muito mais abrangente, e **Kotler (1996)** nos diz que suas funções básicas são identificar as necessidades dos consumidores que representam oportunidades rentáveis, participarem do planejamento do produto e, influenciar o processo de fixação de preço das ofertas, trabalhar para promover e comunicar os produtos, serviços e a imagem da empresa, monitorar a satisfação dos consumidores e melhorar constantemente as ofertas e o desempenho da empresa tomando como base o *feedback* do mercado.

3.3 Fator ergonômico e de segurança do produto

Neste tópico deve ser estudada a questão da segurança do usuário, vista sob o enfoque da toxicidade ou não da matéria-prima utilizada, ou resultante de algum processo de transformação do produto em questão.

Conforme explica **Oliveira (2002)**, a partir do início do século XX, Taylor introduziu a metodologia científica no processo de produção, integrando as áreas de administração e engenharia. Além disso, a preocupação ergonômica (iniciada timidamente através do movimento *werkbund*, na Alemanha); a preocupação com os

impactos ambientais (resultado da busca contínua do gerenciamento da eficiência, racionalidades substantivas e operacionais, que fez os princípios da qualidade total evoluir para a qualidade ambiental e, posteriormente, qualidade de vida); a globalização e as associações internacionais de comércio forçando (ou tentando forçar) uma padronização internacional, dentre outros, tornaram a atividade de projetar demasiado complexa, exigindo a formação de equipes com características multidisciplinares para a solução dos problemas.

3.4 Fator econômico/financeiro

O fator econômico-financeiro, sem dúvida alguma é um elemento determinante dentro das organizações, no momento em que há a necessidade de troca de maquinário, treinamento de mão-de-obra, há logicamente um custo associado. A questão financeira é certamente um fator relevante para a escolha de alguns tipos de materiais, para serem utilizados na confecção de peças e demais aplicações.

A **tabela 3.1** apresenta o comparativo financeiro entre dois tipos de materiais o “Aço carbono e o Zamac”. Este comparativo mostra que para a peça feita em aço carbono existe operação de usinagem associada neste processo de fabricação, sendo assim na coluna da peça em aço carbono tem-se o peso da peça e o quanto ela custa para a compra deste componente uma vez que a mesma é produzida de forma terceirizada. E para a peça feita em zamac, que, portanto é produzida internamente, tem-se o custo hora homem, custo hora máquina gerando assim o custo por peça. Com isso, é gerada uma redução de preço por peça, que relacionado a um volume anual gera uma redução anual de economia representada na última coluna da tabela.

Componente	Processo Com Aço Carbono USINADO		Processo com Injeção de ZAMAC			Redução	Volume anual	Redução Anual
	Peso (kg)	Custo (R\$/pç)	Hora homem	Hora máquina	Custo (R\$/pç)			
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	28800	11027,88
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	432000	165418,21
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	79200	30326,67
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	72000	27569,70
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	3600	1378,48

Tabela 3.1 – Comparativo entre dois processos de “Aço carbono e Zamac”
Fonte: Engeteste (2007)

Back e Forcellini (1999) comentam sobre a preocupação envolvendo custos fabris, explicando que métodos como o DFA (*Design for Assembly*) e DFM (*Design for Manufacture*) levam à racionalização de funções, de modo a permitir a substituição de várias partes ou montagens, necessárias para a execução da referida função, por peças modulares. Segundo os autores, os sistemas modulares são técnicas economicamente viáveis, pois auxiliam na racionalização da produção. Apresentam como vantagens, para o fabricante, documentação fácil, planejamento e confecção do produto servindo para diferentes possibilidades, facilidade de combinação com peças não modulares, menor tempo de fabricação, de implementação de pedidos e de projeto, possibilidade de manter níveis de estoques sem prejuízo, facilidade de montagens e etc.

3.4.1 Pay Back

Segundo **Wikipédia (2008)**, PayBack é o tempo entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento.

O Pay Back é uma das técnicas de análise de investimento mais comun que existe. Consiste em umas das alternativas mais populares ao VPL (**Valor Presente Líquido**). Sua principal vantagem em relação ao VPL consiste em que a regra do Pay Back leva em conta o tempo do investimento e conseqüentemente é uma metodologia mais apropriada para ambientes com risco elevado.

Este método visa calcular o número de períodos ou quanto tempo o investidor irá precisar para recuperar o investimento realizado. Um investimento significa uma saída imediata de dinheiro. Em contrapartida se espera receber fluxos de caixa que visem recuperar essa saída. O Pay Back calcula quanto tempo isso irá demorar.

E quando se fala em risco elevado, normalmente está relacionado a investimentos inovatórios, o que levará a empresa a ter seu desenvolvimento garantido através de um bom planejamento calculado por meio de payback.

De acordo **Andrew e Sirkin (2007)**, a única inovação que vale a pena é a que dá lucro. Há uma grande diferença entre idéia e inovação. Essa diferença se chama lucro. Os autores, James Andrew e Harold Sirkin, mostram que as empresas devem ajustar o foco para obter retorno na forma de dinheiro em caixa e outros ativos, que acabarão gerando recursos para financiar o crescimento, manter a competitividade e enfrentar, com sucesso, o grande desafio das empresas que é aumentar o retorno de seus investimentos em inovação.

3.5 Fator ecológico/ambiental

O novo material escolhido pode ter, no processamento, uma carga de emissões nocivas ao meio-ambiente diferente do material anterior, pode ser reciclável ou não, pode permitir o uso de subprodutos ou não, além de eventuais impactos ambientais. Quando se quer utilizar um material dentro da indústria é necessário que seja avaliado várias questões ambientais, para que não se introduza um material no processo de fabricação que possa causar danos ao meio ambiente.

De acordo com a **NBR ISO 14001 (2004)**, praticamente todo tipo de organização está cada vez mais preocupada em atingir um desempenho ambiental correto, controlando o impacto ambiental de suas atividades, produtos ou serviços. A série de normas ISO 14000 tem como base a melhoria contínua **Figura 3.5**.

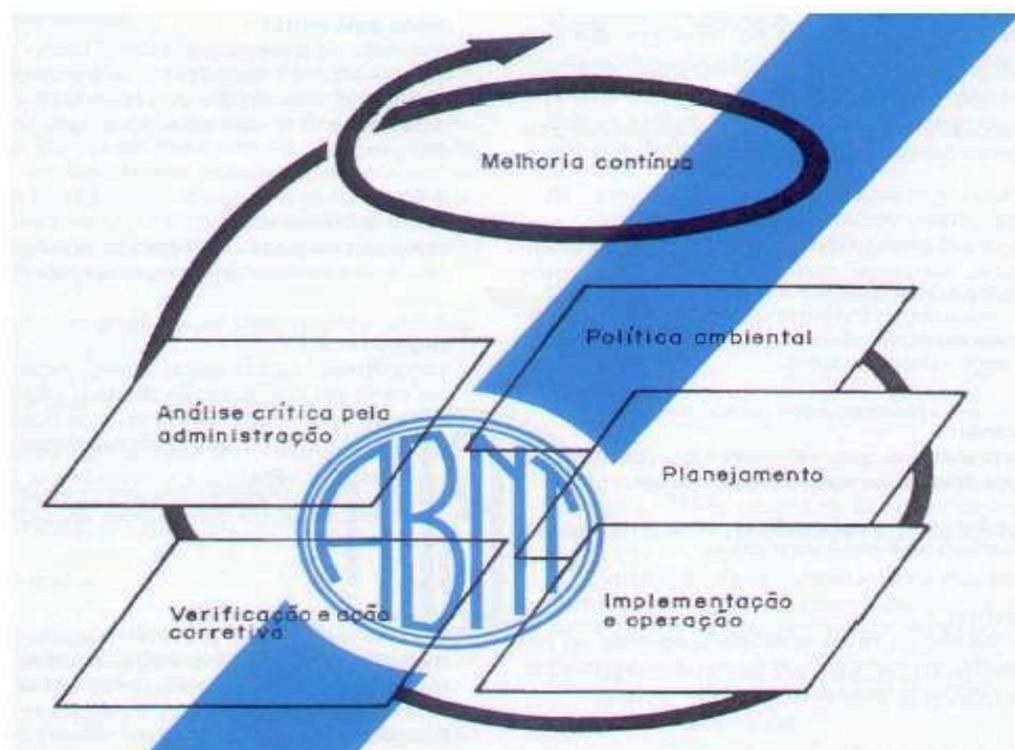


Figura 3.5. Modelo de sistema de gestão ambiental para ISO 14001.
Fonte: NBR ISO 14001 (2004).

Reaproveitamento e reutilização: explicitada pela Metodologia (PAULI, 1996), prevê um modelo empresarial que visa o constante reaproveitamento, seguindo as leis da natureza: nada se perde tudo se transforma. A idéia é aproveitar os resíduos resultantes de um processo para criar um novo produto, e assim sucessivamente, onde o resíduo do processo anterior é usado como insumo do processo posterior. A reutilização de produtos dentro do parque fabril também é importante, como por exemplo, o uso de moldes permanentes para fundição de metais e injeção de plásticos.

3.5.1 Alteração do solo

É necessário avaliar e cuidar para que o material em processo não entre em contato com solo e causar danos ao lençol freático, dano esse irreparável à natureza. Por isso deve-se controlar o volume de água em metros cúbicos que esse material poderá afetar.

3.5.2 Alteração da água

Este impacto apresenta características semelhantes ao impacto mencionado acima, a alteração da água está relacionada no que se diz respeito, a localização, ou seja, onde este material estará sendo utilizado, e se esse material que está em processamento se encontra próximo a um abastecimento de água, onde esta água terá ou não algum tipo de consumo humano ou animal. Caso este material entre em contato com a água irá prejudicá-la irreversivelmente.

E ainda há a dúvida: Será que o produto escolhido, pela empresa, pode causar alguma contaminação numa reserva de água com certo grau de pureza?

Por isso, todas as implicações e determinações do processo devem ser cautelosamente definidas, pois o que se tem em questão é um bem natural valiosíssimo.

3.5.3 Alteração no ar

Esse tipo de impacto é bastante utilizado em empresas químicas, mas também podendo ser observado dentro de qualquer tipo de empresa, nessa questão é avaliado se o material a ser introduzido na empresa tem algum tipo de evaporação ou reação química onde em seu manuseio possa afetar o ar, ou até mesmo a camada atmosférica quando lançados aleatoriamente sem nenhum tipo de controle.

3.5.4 Interferência com a comunidade

Neste tópico deve ser avaliado se o material a ser trabalhado na empresa pode ou não causar algum dano para a comunidade no sentido de prejudicar a privacidade das residências mais próximas ou até locais mais distantes.

Um exemplo clássico de interferência à comunidade é quando algum equipamento que em funcionamento causa alto ruído, acima dos limites especificados, pode prejudicar a tranquilidade dos vizinhos. Neste caso se faz necessário limitar o horário de funcionamento do equipamento ou até mesmo partir para ações mais específicas que é o enclausuramento do equipamento fazendo uso de um EPC (Equipamento de Proteção Coletivo).

Ramos (1989), explica que as atuais estruturas organizacionais em que vivemos é de uma sociedade centrada no mercado, o que tende a criar enclaves naturais. A estrutura organizacional não deve ser vista de modo puramente técnico, pois envolve valores humanos. Por causa disto, é que o uso de *softwares* que correlacionam normas e análises funcionais com atitudes humanas não traz, em geral, o resultado satisfatório e ou esperado, transformando o ambiente organizacional, como comentam **Salm e Menegasso (2001)**, em taylorismo informatizado. A estrutura organizacional da empresa tem forte influência no projeto de novos produtos, destacando as diferenças significativas entre as “organizações tradicionais” e as “organizações em aprendizagem contínua”.

Para **Davenport e Prusak (1998)**, a garantia de um ambiente propício para a prática do aprendizado organizacional consiste em cinco passos: pensar na organização como um sistema; construir e facilitar grupos de aprendizagem e experimentação internos à organização; concentrar-se no desenvolvimento pessoal dos funcionários; criar estruturas menos hierárquicas e mais auto-organizadoras, facilitando a comunicação e a flexibilidade de troca de informações; e planejar de modo sistêmico (não linear), a avaliação simultânea considerando as várias possibilidades em cada uma delas. A compreensão, e conseqüente implantação, de um processo que visa às cinco disciplinas do aprendizado pretendem garantir o poder de inovação de uma empresa, buscando como vantagem competitiva a capacidade de aprender mais rápido do que seus concorrentes. Ao relacionar o exposto acima com a atividade de projeto de novos produtos, observa-se que, avanços tecnológicos e modificações ambientais, econômicas e ecológicas aumentam gradualmente a complexidade destes novos produtos, necessitando a equipe de projeto estar constantemente atualizada.

Segundo **Fulmer et al. (1998)**, as organizações em aprendizagem encontram como desafios para seu desenvolvimento, o problema da incorporação real de uma cultura voltada ao aprendizado, que valorize a busca do conhecimento e experimentação e o problema do saber aprender com o ambiente externo, percebendo suas mudanças de modo a poder adaptar-se e antecipar-se a elas.

Para **Argyris (1998)**, existem dois tipos de aprendizagem: aprendizagem de primeira ordem (*single loop learning*) e aprendizagem de segunda ordem (*doublé loop learning*). A primeira consiste na melhora da capacidade da organização em alcançar objetivos conhecidos e associados com aprendizagens de rotina. Neste caso, o aprendizado é apenas operacional, onde os problemas são resolvidos superficialmente, ajustados às metas, normas e pressupostos fixos. Baseia-se na diferença entre situação atual e desejada e relaciona-se com o conceito de eficiência.

A segunda envolve a mudança na cultura organizacional, procurando conhecer os problemas e suas causas. Esta abordagem, enfatiza a experimentação e o *feedback* constante dentro de um contexto de revisão contínua (definição, análise e solução de problemas). Relaciona-se com o conceito de eficácia.

Blanchard e Fabrycky (1990) comentam sobre a necessidade da formação de uma equipe para o desenvolvimento de novos produtos, com a qual se pode estabelecer uma relação com a importância destacada por **Senge (1990)**, de um aprendizado contínuo, e de uma visão compartilhada, características fundamentais de uma verdadeira equipe.

Christensen (1997) demonstra como a inovação tecnológica pode adotar dois caminhos diferentes, através da tecnologia sustentável, permitindo que as empresas empreguem mais valor aos produtos existentes, onde os novos produtos surgidos

que passem a utilizar tais tecnologias, fiquem imersos em um ambiente controlável e previsível e através da descontinuidade tecnológica, que leva às mudanças no cenário competitivo, devido, sobretudo às dificuldades com que as empresas bem estabelecidas no mercado têm em gerenciar o aspecto tecnológico. As chamadas descontinuidades tecnológicas sugerem um uso tecnológico inferior ao existente. A utilização destas tecnologias passa a ser feito por nichos muito específicos de mercados, com necessidades específicas. Estes nichos são explorados por empresas emergentes, com objetivo de receita bem mais baixa do que os almejados pelas empresas líderes.

Para **Grant (1998)**, a influência da evolução tecnológica no ambiente competitivo faz com que, as organizações que usualmente se posicionam como inovadoras em termos tecnológicos passem a contar com uma vantagem em relação aos seus concorrentes, podendo ser esta, em termos de desempenho do produto final, custo, distribuição do produto, ou mesmo atendimento aos clientes.

Segundo **Santos e Ferroli (2002)**, não há uma data precisa de quando os fatores ecológicos passaram a fazer parte do projeto de produtos. Difundido como eco-design.

Apartir dos anos 80, os cursos de design industrial e engenharia passaram a incluir em seus currículos disciplinas como ecologia, design e meio ambiente, engenharia do meio-ambiente e etc. A abordagem destas disciplinas passa, em geral, pelos atributos: ser reciclável, utilizar materiais alternativos, respeitar a legislação em vigor e reaproveitar componentes padronizados.

3.5.5 Esgotamento de recursos naturais

Neste item a preocupação está voltada para que, com a utilização de um determinado material não venha a prejudicar a natureza de forma a faltar ou até mesmo eliminar este determinado recurso natural do meio antes disso, é preciso ser feito um aprofundado estudo de volumes disponíveis para ser utilizado, já considerando uma parte para o uso e outra para a natureza.

3.5.6 Desenvolvimento Sustentável

Este tópico deve verificar se a utilização de um novo produto tem alguma relação com o desenvolvimento sustentável, devido sua facilidade e a disponibilidade de reutilizar os materiais que eventualmente estiverem em excesso e sobra do processo.

Conforme comenta **Grippi (2001)**: Segundo dados do IBGE, 80% da disposição final do lixo brasileiro é feita em vazadouros a céu aberto, sendo o pior cenário o da região Nordeste. A reciclagem de materiais tem sido muito estudada, e grandes progressos já foram alcançados. Há duas décadas atrás, com 1 kg de alumínio reciclado era possível a fabricação de 42 latinhas de alumínio de 350 ml. Segundo a **ABAL (2002)**, atualmente, com essa mesma quantidade, pode-se produzir 62 latinhas de 350 ml. Conforme mostra a **Figura 3.6** a reciclagem do alumínio no Brasil já superou a efetuada tanto na Europa, quanto nos Estados Unidos. Assim, como o alumínio, outros materiais estão sendo abundantemente reciclados, com destaque para o papel e os plásticos. Conforme **Grippi (2001)**, o plástico é usado atualmente em quase todos os setores econômicos. Existem dezenas de tipos de

plásticos, porém nem todos podem ser reciclados (ou sua reciclagem não é viável economicamente).

Para o plástico, existem atualmente, segundo a **Plastivida (2007)**: reciclagem química, reciclagem energética e reciclagem mecânica.

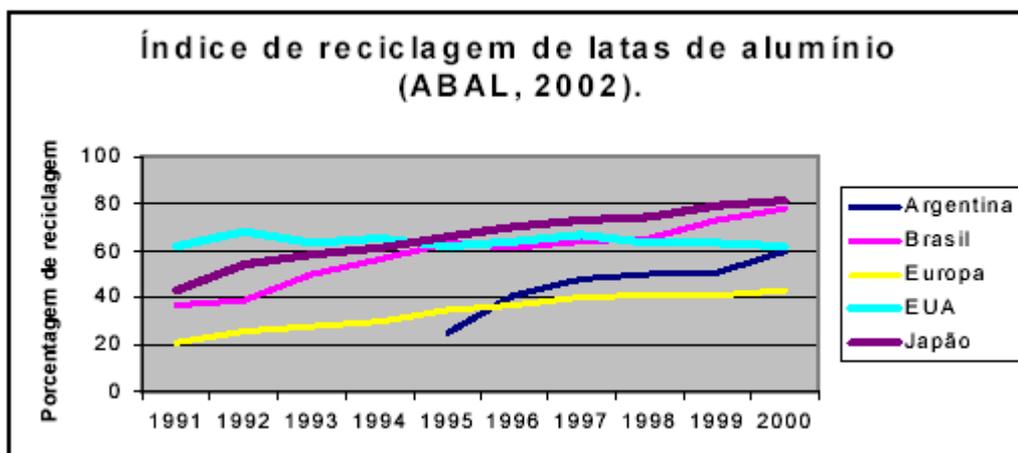


Figura 3.6. Índice de reciclagem de latas de alumínio.
Fonte: ABAL (2002).

3.6 Fator estético e de apresentação do produto

Neste tópico devem ser estudadas as modificações de caráter estético, como por exemplo, cores e texturas pré-definidas, que dependerão do tipo e qualidade do material empregado. Sendo assim, como comenta **Dormer (1995)**, onde ele divide o projeto em *design abaixo da linha* e *design acima da linha*. O primeiro refere-se àquilo que os consumidores não vêem que visualmente podem não acrescentar nada ao produto (como por exemplo, o tipo de óleo desenvolvido especialmente para melhorar a *performance* do motor de um automóvel), enquanto que o segundo refere-se ao estilismo aplicado para conquistar clientes.

Segundo **Quelch (2001)**, apesar de toda a idéia gerada pela globalização dos mercados, as diferenças locais continuarão a exigir diferentes abordagens de especificação, marketing e administração da marca. Tecnologia: faz com que algumas empresas invistam boa parte de seu capital em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, buscando compensar, através destes incrementos, possíveis deficiências de outros setores (como os estéticos, por exemplo). A inovação tecnológica, geralmente, é acompanhada por uma nova estética no produto, ressaltando as características de algo novo.

4. ZAMAC

4.1 História do Zamac

A liga de zamac teve foi descoberta no início na década de 30, e uma forte atuação na confecção de miniaturas de carros, possibilitando a fabricação de vários tipos de modelos de automóveis devidos sua facilidade de manuseio e a facilidade de confecção dos mesmos (**WIKIPÉDIA, 2007**).

Zamac é uma liga metálica que apresenta em sua composição química: zinco, magnésio, alumínio e cobre. O zamac apresenta boa resistência à corrosão, tração, choques e desgastes.

Utilizado para fabricar maçanetas, espelhos, cilindros, chaves e alguns componentes das fechaduras (cubo, trico, lingueta, etc). Sua cor natural é cinza.

É um material de baixo ponto de fusão, apresenta alta resistência mecânica e boas propriedades de fundição além de outras, o que possibilita a obtenção de peças de formato complexo, com ótimo acabamento superficial, podendo com isso passar por processos de pintura e acabamento superficial sem apresentar nenhum problema e ainda mantém bom desempenho.

Hoje, aplicação do zamac por processos de injeção a quente confere grande facilidade de produção de peças, além de oferecer pouco desgaste do molde de injeção. Existem várias especificações normalizadas (Zamac 3, Zamac 5, etc.) relatando sobre a liga de Zinco onde em geral citam a percentagem de alumínio de 4% e uma combinação de outros elementos como o magnésio e o cobre que são adicionados para dar uma boa propriedade mecânica, fundibilidade e boa estabilidade.

4.2 Vantagens

Segundo **Mallavazi (2005)**, As peças típicas produzidas por esse processo apresentam as seguintes vantagens na utilização do processo de injeção sob pressão.

- Permite a obtenção de peças complexas;
- Elevado volume de produção, com alta produtividade;
- Pouca ou nenhuma operação de usinagem;
- Produção de peças de paredes finas;
- Produção de peças de alta durabilidade, precisão e que permitem excelente acabamento superficial;
- Permite a obtenção de peças com texturas;
- Podem ser submetidas a tratamentos superficiais com excelentes resultados;
- Obtenção de peças com alta precisão dimensional;
- Reduz custos de usinagem e montagem (menor caminho entre metal e peça acabada);
- Conferem longa vida útil ao molde;
- Pressão de injeção relativamente baixa;
- Possuem boa resistência mecânica.

4.3 Descoberta e aplicações do Alumínio

Segundo **ABAL (2007)**, Desde épocas remotas, já se sabia que existia no *alumen* e em outros minerais um elemento metálico de características específicas. Entretanto, somente em 1825, o dinamarquês **Hans Cristian Örsted** isolou o alumínio, através da redução do cloreto de alumínio em uma málgama de potássio **ABAL (2007)**. Posteriormente, outros químicos realizaram diversas experiências que permitiram um estudo mais preciso das propriedades deste metal.

Destacam-se nesse sentido os trabalhos do alemão **Friedrich Wöhler**, que conseguiu obter pós e glóbulos de alumínio puro **ABAL (2007)**.

A moderna produção de alumínio teve início em 1886, graças a esforços simultâneos do francês **Paul-Louis-Toussant Héroult**, e do norte americano **Charles Martin Hall** com o processo desenvolvido, quase simultaneamente **ABAL (2007)**. Esse procedimento favorecido pela difusão do uso de energia elétrica, consistia em submeter massas de *alumina* (óxido de alumínio) purificada, dissolvida em criolita fundida, ao processo de *eletrólise* (decomposição de substâncias em solução pela passagem de corrente elétrica).

É nos países com elevado grau de industrialização que se concentra a maior parte das variedades de aplicações do alumínio. A maior parte da produção mundial destina-se às indústrias aeronáutica e automobilística.

Na indústria automobilística aplicam-se as ligas de Zinco para fabricar maçanetas, radiadores, armações de lanternas, retrovisores, fechaduras, corpos de bombas, tampa de tanques, engrenagens e limpadores de pára-brisas, entre outros.

A indústria de eletrodomésticos tem seu uso em corpos de liquidificadores, batedeiras, aspiradores, ventiladores, grade de rádios e televisores, componentes de relógios e etc.

Em relação à indústria de construção de aeronaves, hoje, aproximadamente 70% do uso de materiais utilizados nos componentes estruturais dos aviões são de ligas de Zinco, aplicando esse material para a fabricação de revestimento de fuselagens, asas, cavernas usinadas e conformadas, longarinas, nervuras, diversos perfis estruturais, reforçadores.

Outra importante área de aplicação do alumínio é a fabricação do arame, tanto usando o metal puro ou ligas. Com o alumínio são fabricados cabos de transmissão de eletricidade, através do processo de trefilação. Por medida de segurança esses fios são frequentemente recobertos por uma camada isolante flexível, geralmente de borracha. Também é usado, devido a sua grande condutibilidade térmica e elétrica e condutores para eletrotécnica, condensadores e refletores.

As ligas de alumínio apresentam propriedades importantes, principalmente no que diz respeito a sua facilidade de manipulação e deformação plástica. Como consequência, são amplamente empregadas na fabricação de parafusos, peneiras, pinos, dobradiças, etc. Essas características delimitam outro dos grandes campos de aplicação do alumínio e suas ligas, o dos materiais de construção. Assim é comum a utilização desse metal no revestimento de fechaduras e na fabricação de janelas. O alumínio é também empregado por sua resistência ao ar e a certas corrosões freqüentes em folhas e placas, embalagens dos mais diversos tipos, certas coberturas; atende indústrias química, farmacêutica e alimentícia. Onde os resultados eram obtidos através de intensas tentativas, para se tornar uma ciência exata.

As máquinas injetoras de alumínio aumentaram, significativamente nos últimos 20 anos dado ao avanço da indústria automobilística requerendo produtos que lhe permitissem elevar a *performance* de seus automóveis através de diminuição de peso e resistência de onde efetivamente se garante a qualidade do injetado.

O processo de fundição sob pressão é um dos mais dispendiosos no mercado, competindo com os processos de estampagem, forjamento e peças injetadas em plástico onde é requerido um grande volume de produção e excelente repetibilidade.

4.3.1 Descoberta e aplicações do Zinco

Segundo **Jesus (2001)**, o zinco é um metal de cor branco-azulada, forma cristalina hexagonal compacta, de número atômico: 30; peso atômico: 65,38, densidade (a 25°C): 7,14, dureza: 2,5 (escala de *Mohs*), ponto de fusão: 419°C (à pressão de 760mm de Hg) e ponto de ebulição: 920°C.

O zinco é encontrado em todo o meio ambiente (ar, água e solo). No corpo humano, que contém de 2 a 3 gramas de zinco, ele é essencial para o bom funcionamento dos sistemas imunológico, digestivo e nervoso, é responsável pelo crescimento, pelo controle do diabetes e pelos sentidos do gosto e do olfato. Mais de 300 enzimas no corpo humano necessitam do zinco para o seu correto metabolismo. O zinco caracteriza-se pela sua alta resistência à corrosão, o que permite o seu emprego como revestimento protetor de vários produtos. A grande facilidade de combinação com outros metais permite o seu uso na fabricação de ligas, principalmente os latões e bronze (ligas cobre-zinco) e as ligas zamac (zinco-alumínio-magnésio). Seu baixo ponto de fusão facilita a moldagem em peças injetadas e centrifugadas. E o baixo ponto de ebulição facilita a sua extração e refino e, por ser bastante maleável entre

100 e 150°C, pode ser laminado em chapas e estirado em fios. O zinco é encontrado na natureza principalmente sob a forma de sulfetos, associado ao chumbo, cobre, prata e ferro (galena, calcopirita, argentita e pirita, dentre outros). O minério sulfetado de zinco está sujeito a grandes transformações na zona de oxidação formando óxidos, carbonatos e silicatos. As mineralizações ocorrem, principalmente, nas rochas calcárias que são as hospedeiras usuais. Os principais minerais de zinco são a blenda ou esfalerita (ZnS), willemita (Zn_2SiO_4), smithsonita ($ZnCO_3$), calamina ou hemimorfita ($2ZnO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$), wurtzita (Zn,Fe)S, franklinita (Zn,Mn) Fe_2O_4 , hidrozincita [$2ZnO \cdot 3Zn(OH)_2$] e zincita (ZnO), com destaque no caso do Brasil para os minérios calamina, willemita e esfalerita.

Pela sua propriedade anticorrosiva, o zinco tem larga aplicação na construção civil, na indústria automobilística e de eletrodomésticos, destacando-se uso na galvanização como revestimento protetor de aços estruturais, folhas, chapas, tubos e fios por meio da imersão ou eletrodeposição. As ligas para fundição (Zamac) são utilizadas em peças fundidas, eletrodomésticos, indústria de material bélico e automobilístico. Os latões e bronzes (ligas cobre-zinco com teores de zinco entre 5,0 e 40,0%) são usados em acessórios elétricos e várias outras aplicações. Os laminados têm como principal campo de aplicação as pilhas e baterias. O óxido e pó de zinco são usados em produtos químicos e farmacêuticos, cosméticos, borrachas, explosivos, tintas e papel. O zinco é também utilizado como anodo para proteção catódica do aço ou ferro. Ele é classificado em duas grandes famílias: o zinco primário e zinco secundário (obtido através de sucatas e resíduos). O zinco primário representa de 80,0% a 85,0% da produção atual, e o seu principal processo de produção é o eletrolítico, que consiste na dissolução do óxido ustulado em ácido sulfúrico, seguido de um processo de eletrólise, na qual o eletrólito, rico em zinco,

entra em células eletrolíticas com anodos de ligas de zinco e catodos de alumínio. O zinco se deposita nos catodos de alumínio, sendo periodicamente retirado para posterior fusão e transformação em placas. Entre os metais não ferrosos o consumo mundial de zinco só é superado pelo alumínio e o cobre. Em alguns campos de aplicação, o alumínio e o plástico apresentam-se como substitutos do zinco.

4.3.2 Reservas de minérios de zinco

De acordo **DNPMOIRIN (2000)**, as reservas brasileiras de minério de zinco, oficialmente aprovadas, são da ordem de 102,0 milhões de toneladas (ano-base 2000), com uma participação de 33,0% de reservas medidas, 33,1% indicadas e 33,9% inferidas. Quanto à distribuição espacial, 51,6% estão localizadas no estado de Minas Gerais (municípios de Vazante e Paracatu, ambos na região noroeste do estado), 32,2% no estado do Rio Grande do Sul (município de São Sepe), 8,2% no estado do Pará (município de Marabá), 2,6% no estado da Bahia (municípios de Boquira e Irecê) e 5,4% no estado do Paraná (municípios de Adrianópolis e Cerro Azul).

Em Minas Gerais, 70,0% reservas estão localizadas no município de Vazante e 30,0% no município de Paracatu. O minério existente nos depósitos de Vazante é do tipo oxidado, constituído de willemita e calamina, com um teor médio de 19,36% de zinco. O minério de Paracatu é do tipo sulfetado, esfalerita, com um teor médio de 4,85% de zinco. Desde 1995, estão sendo lavradas apenas as reservas de Minas Gerais. As reservas da Bahia foram lavradas até 1992 e as do Paraná (incorporadas em 1990) foram lavradas em pequena escala no período 1991-1994. As reservas do Pará e do Rio Grande do Sul (incorporadas em 1991) nunca foram lavradas.

As reservas de zinco, que em 1988 eram de 52,8 milhões de toneladas, aumentaram para 102,0 milhões de toneladas em 2000, o que significa uma taxa líquida de crescimento de 1,80% ao ano. Do ponto de vista da potencialidade de ocorrências de zinco, a Bacia do Bambuí, rica em rochas carbonáticas, e que abrange extensas porções dos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás, é a que mais se destaca.(Figura 4.1)

Tabela 01		Reservas de Minério de Zinco - 2000				
UF	Medida			Indicada Minério	Inferida Minério	Total Minério
	Minério	Contido	Teor (% Zn)			
BA	2.155.926	99.772	4,63	302.854	201.137	2.659.917
MG	22.646.453	2.083.474	9,20	11.219.622	18.123.818	51.989.893
PA	1.297.727	12.977	1,00	3.369.067	3.804.426	8.471.220
PR	4.097.185	87.659	2,14	200.226	1.337.000	5.634.411
RS	3.501.771	63.769	1,82	18.726.983	11.120.485	33.349.239
TOTAL	33.699.062	2.343.962	6,96	33.818.752	34.586.866	102.104.680

Figura 4.1 - Gráfico de Evolução das reservas de minério de zinco
Fonte DNPMOIRIN (2000)

4.3.3 Produção brasileira de zinco metálico

A produção brasileira média de zinco metálico, no período de 1988 a 2000, foi de 176.491 de toneladas (metal primário). Os dados de produção de metal secundário (sucatas e resíduos) são bastante imprecisos e obtidos através de estimativas. Atualmente as empresas produtoras de zinco metálico no Brasil são a Companhia Mineira de Metais e Companhia Paraibuna de Metais (grupo Paranapanema – Juiz

de Fora/MG). A Cia Industrial e Mercantil Ingá paralisaram a produção na sua usina de Itaguaí/RJ. No ano 2000, a produção brasileira de zinco metálico atingiu 191 mil toneladas (metal primário) e ficou assim distribuída: CMM – 110.684 t (57,7%) e Paraibuna – 81.093 t (43,3%). **(Figura 4.2)**

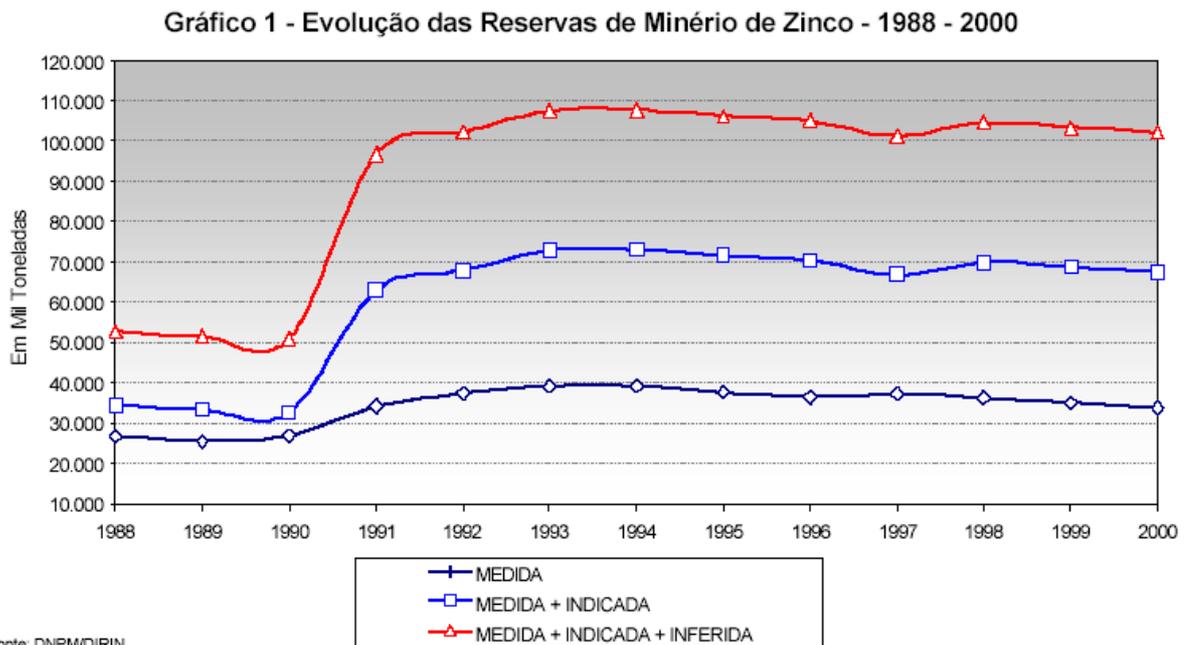


Figura 4.2 - Gráfico de Evolução das reservas de minério de zinco
Fonte DNPMOIRIN (2000)

4.4 Tipos de Ligas de Zamac (DIECASTING, 2006)

Segundo **DIECASTING (2006)**, Existem vários tipos de ligas de zamac disponíveis para diversas aplicações. Destacam-se a seguir as principais ligas de zamac.

Zamac 2

Dentre a família das Ligas Zamac mencionadas, é o que possui maior dureza e resistência à tração, ocasionado pelo alto teor de Cobre (2,6 a 2,9 % - lingote). Retém tensões, o que o torna frágil perante o impacto. Uso limitado, apenas quando se necessita de maior dureza e resistência a tração do que a oferecida pelas Ligas Zamac 3 e 5 (**VOTORANTIM, 2007**).

Zamac 3

Largamente usado nos Estados Unidos, apresenta ótima combinação entre as propriedades de resistência, fundibilidade, tratamento superficial e pintura. O zamac 3, possui maior estabilidade dimensional quando comparado ao Zamac 5, por isso, é recomendado para situações onde o requisito principal é a tolerância dimensional restrita. Possui melhor comportamento durante o “Tratamento de Estabilização” (**VOTORANTIM, 2007**).

Zamac 5

Similar ao zamac 3, a liga zamac 5 diferencia-se pela adição de Cobre, que por sua vez, aumenta a resistência mecânica e dureza, porém, reduz o alongamento. É mais resistente à deformação por fluência da sua família. É recomendado para peças sujeitas a ação de desgaste (**VOTORANTIM, 2007**).

Zamac 7

Muito usado mundialmente, o zamac 7 possui elevada fluidez. Pode ser trabalhado em baixa temperatura obtendo-se peças de excelente acabamento superficial. Material requerido quando se necessita de tratamento superficial após a fundição **(VOTORANTIM, 2007)**.

Zamac 8

Apresenta boa fluidez e ótimo acabamento superficial após fundição. O alto teor de Cobre melhora as propriedades mecânicas. É a Liga Zamac mais usada para o processo de fundição centrífuga **(VOTORANTIM, 2007)**.

Liga SHG – Special High Grade – (BS EN 1179:2003)

Uma das principais qualidades do zinco é seu alto grau de resistência à corrosão nos mais variados ambientes atmosféricos. Imune a agentes como umidade, acidez, maresia, entre outros, o Zinco é utilizado como proteção na superfície de peças metálicas (aço e ferro fundido). Os processos de revestimentos podem variar, mas o mais utilizado é o de galvanização por imersão a quente. Por conta da formação de películas estáveis de óxido, o revestimento adquire propriedade de proteção contra a corrosão e também protege catodicamente o substrato de aço – quando ocorre descontinuidade do revestimento, pois é mais eletronegativo que o aço.

A adição de alumínio e outros elementos, associado ao baixo ponto de fusão, forma a liga zamac, geralmente utilizada no processo de fundição sob pressão.

Quando elevado a temperaturas superiores a 100°C, o zinco pode ser facilmente moldado mecanicamente (laminado ou extrudado), pois possui alta *ductilidade*.

Além de ser excelente para a galvanização e a fundição de peças, o Zinco SHG é utilizado na fabricação de produtos como pilhas e latões.

Sua comercialização é feita através de amarrados contendo 36 lingotes. O Zinco SHG é mantido em local protegido de intempéries e transportado em caminhões e carretas lonadas.

Liga ZN4

A Votorantim Metais possui uma equipe responsável pelo desenvolvimento de novos produtos. Em parceria com clientes, esses profissionais buscam melhores soluções técnico-econômicas tanto para projetos já consolidados, quanto para novos projetos.

A liga ZN4 é fabricada com base na liga de zinco SHG, e esta liga contém alumínio na faixa de 30 a 90 ppm, que permite uma maior homogeneização do banho de galvanização a quente, melhor escoamento do zinco e maior uniformidade da camada nas peças zincadas.

Liga Galfan

Liga de zinco Galfan é produzida através da pré-liga SHG com alumínio e elementos químicos pertencentes às terras raras. Desenvolvida sob responsabilidade técnica da ILZRO (*International Lead Zinc Research Organization*), esta liga é destinada ao processo de galvanização a fogo. O credenciamento da Votorantim Metais à ILZRO permite que a empresa fabrique-a. Este produto garante uma vida útil dos materiais zincados muito superior à dos galvanizados somente com zinco SHG.

Pó de Zinco

Produto feito a partir do zinco SHG ou de ligas de zinco. São comercializados em baldes plásticos, com capacidade para 30 quilos, ou em bolsões de *polipropileno* (*bags*) de 250 a 350 quilos. Utilizados na produção de pilhas alcalinas.

4.5 Características do Produto Zamac

De todas as ligas não-ferrosas usadas na fundição sob pressão, as ligas de zinco são as que possuem maior campo de utilização. Além de possuírem excelentes propriedades físicas, mecânicas e de fundição, essas ligas são facilmente revestidas por eletrodeposição (cobreação, niquelação e cromação) ou por pinturas com tintas e vernizes.

Seu baixo ponto de fusão (aproximadamente 385°C) confere perenidade ao molde, permitindo a produção de grande série de peças fundidas.

Uma outra qualidade da liga de zamac é sua grande fluidez, que permite a obtenção de peças de formato complexo e com paredes finas. Podem ser usadas também, para a fundição por gravidade em moldes permanentes ou em fundição centrífuga. São metais de fácil usinagem.

Assim como o zinco, as ligas de zamac possuem elevada resistência à corrosão. As Ligas de zamac escurecem em exposição atmosférica, pois reagem formando uma fina película. Esta película apassiva o metal e não é necessário tratamento de proteção superficial, a não ser que se deseja efeito decorativo.

Em contato constante com meio aquoso pode ocorrer a formação de produtos brancos, denominada corrosão branca. Neste caso, a cromatização do material pode evitar o problema.

As ligas Zamac são comercializadas em amarrados de 77, 112 ou 120 lingotes, e em amarrados cintados com até quatro fitas metálicas – envoltos em material transparente e impermeável.

As ligas são armazenadas em local protegido de intempéries e transportadas em caminhões e carretas lonadas.

As Tabelas 4.1 a 4.3 apresentam a composição química das principais ligas de zamac em utilização.

Tabela 4.1 Composição Química

Elementos	Liga Zn4ELG		Liga Zn4LG		Jumbo Zn4	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Zn	99,9 80	-	99,9 82	-	99,9 82	-
Pb	-	0,004	-	0,004	-	0,004
Cd	-	0,003	-	0,003	-	0,003
Fe	-	0,002	-	0,002	-	0,002
Sn	-	0,001	-	0,001	-	0,001
Cu	-	0,001	-	0,001	-	0,001
Al	0,005	0,009	0,003	0,007	0,003	0,007
Mg	-	-	-	-	-	-
La	-	-	-	-	-	-
Ce	-	-	-	-	-	-

Fonte: Votorantim (2007)

Tabela 4.2 Composição Química das Ligas Galfan

Elementos	Galfan 1		Galfan 2	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Zn	90,7 93	-	89,293	-
Pb	-	0,005	-	0,005
Cd	-	0,005	-	0,005
Fe	-	0,075	-	0,075
Sn	-	0,002	-	0,002
Cu	-	-	-	-
Al	8,0	9,0	9,5	10,5
Mg	-	-	-	-
La	0,020	0,060	0,020	0,060
Ce	0,020	0,060	0,020	0,060

Fonte: Votorantim (2007)

Tabela 4.3 Composição química das ligas de zinco ASTM B 240 - 05

Elemento Químico	Zamac 2	Zamac 3	Zamac 5	Zamac 7
Alumínio – Al	3,5 – 4,3	3,5 – 4,3	3,5 – 4,3	3,59 – 4,3
Magnésio – Mg	0,02 – 0,05	0,02 – 0,05	0,03 – 0,08	0,005 – 0,020
Cobre – Cu	2,5 – 3,0	0,25 Máx	0,75 – 1,25	0,25 Máx.
Ferro (Máx.) – Fe	0,1	0,1	0,1	0,075
Chumbo (Max.) – Pb	0,005	0,005	0,005	0,003
Cádmio (Max.) – Cd	0,004	0,004	0,004	0,002
Estanho (Max.) – Sn	0,003	0,003	0,003	0,001
Níquel – Ni	-----	----	-----	0,005 – 0,02
Zinco – Zn	Restante	Restante	Restante	Restante

Fonte: ASTM B 240 (2005)

Grânulos de Zinco

Feitos em zinco SHG credenciado na *London Metal Exchange* (LME). Muito utilizado nos processos de galvanização eletrolítica, este produto é comercializado na forma de grânulos que variam de dois a sete milímetros de diâmetro. O processo de armazenamento, embalagem e transporte dos grânulos de zinco fabricados pela Votorantim é bastante cuidadoso. Depois de prontos, eles são colocados em bolsões de polipropileno, com sacola interna de plástico (*bags*) e capacidade que varia de 1 a 1,5 toneladas. O armazenamento é feito em locais protegidos de intempéries e o transporte é realizado em caminhões lonados.

A tabela 4.4 apresenta algumas especificações aplicada em alguns países.

Tabela 4.4 Equivalência de especificações de ligas de zamac

Agência	LIGA 2	LIGA 3	LIGA 5	LIGA 7
AFNOR (França)	ZA4U3G	ZA4G	ZA4UIG	-----
ASTM (USA)	AC 43A	AG 40A	AC 41A	AG 40B
BS (Inglês)	-----	1004A	1004A	-----
DIN (Alemã)	1743	1743	1743	-----
ISO (Inter.)	301	301	301	301
JIS (Japão)	-----	H2201	H2201	-----
SAA	AS1881	AS1881	AS1881	AS1881
(Austrália)	-----	J468b	J468b	

Fonte: Votorantim (2007)

4.6 Propriedades

A liga de zamac possui em seus aspectos propriedades que devem ser levado em consideração ao se efetuar algum tipo de estudo para determinada aplicação, portanto tem-se logo abaixo, propriedades químicas e mecânicas.

4.6.1 Propriedades Químicas

4.6.1.1 Influência dos elementos químicos em relação as propriedades

Alumínio

É o elemento adicionado em maior teor, por aumentar sensivelmente a resistência mecânica e a dureza da liga, bem como sua fluidez, permitindo a obtenção de peças fundidas de formatos complexos. Outra vantagem dessa adição é a de diminuir a ação corrosiva do zinco líquido sobre as partes de aço da máquina e das ferramentas de injeção.

Entretanto, se o teor do alumínio for superior a 4,5%, a liga aproxima-se do ponto eutético (a 5% de alumínio), reduzindo sua resistência ao choque mecânico. Nessas condições, a liga é frágil, podendo fissurar facilmente.

Se o teor de alumínio for inferior a 3,5%, a liga perde resistência e dureza, decrescendo também sua fundibilidade (necessidade de aumento da temperatura para manter a mesma fluidez e conseqüentemente aumenta a tendência de ataque ao molde), o que torna difícil a obtenção de peças de formato complexo e de paredes finas, além de provocar fragilidade a quente e menor estabilidade dimensional. Sua presença refina os grãos e diminui a tendência do Zinco em dissolver o Ferro (**VOTORANTIM, 2007**).

Magnésio

Adicionado para diminuir a susceptibilidade de formação de corrosão intergranular, pois, sendo mais eletronegativo que o zinco e associando-se ao eutético do chumbo,

cádmio e estanho nos contornos dos grãos reduzem a diferença de potencial entre o zinco e o eutético.

A quantidade aceitável não deve exceder muito o limite de 0,06% pois o excesso deste metal diminui a fluidez, aumenta a dureza, diminui a elongação e tende a provocar “fragilidade a quente” na peça fundida (**VOTORANTIM, 2007**).

Cobre

A adição de cobre aumenta a resistência à corrosão, a resistência mecânica e a dureza da liga. Para a liga ZAMAC 5, o teor não deve exceder a 1,25%, pois, acima deste, a liga torna-se instável por ficar sujeita ao “envelhecimento”, reduzindo-se sensivelmente sua resistência ao choque.

Um teor de cobre acima de 0,6% já começa a provocar o fenômeno da precipitação, o qual afeta a estabilidade dimensional da peça.

Apesar do ZAMAC 5 ter o teor de cobre fixado no limite máximo de 1,25%, as mudanças dimensionais não são tão grandes e ocorrem poucas semanas após a fundição. A menos que a peça seja relativamente grande ou requeira tolerâncias dimensionais muito estreitas, as alterações dimensionais podem ser consideradas desprezíveis.

Vale lembrar que, para aplicações que exigem alta precisão dimensional da peça, a liga ZAMAC 3, isenta de cobre, deve ser usada.

Para minimizar a contração das peças, causadas pelo fenômeno de envelhecimento podemos realizar um tratamento térmico nas peças. Trata-se de um tratamento de estabilização (envelhecimento), ou seja, recozem-se as peças em temperaturas

baixas (100° C por 3-6 horas; 85° C por 5-10 horas; 70° C por 10-12 horas) **(VOTORANTIM, 2007)**.

Impurezas

As impurezas chumbo, cádmio e estanho estão invariavelmente associados ao minério de zinco e, dessa forma, permanece em pequena quantidade no metal zinco. Entretanto, desde que mantidas dentro dos limites especificados, é possível obter um metal de alta qualidade, adequado à fabricação de ligas para fundição sob pressão. Essas impurezas são metais de alta densidade e baixo ponto de fusão. Praticamente não formam solução sólida com o zinco, criando, porém, eutéticos com o zinco de muito baixo ponto de fusão.

Portanto, se as impurezas chumbo, cádmio e estanho estiverem presentes na liga, serão as últimas a se solidificarem, segregando-se nos contornos dos grãos. Essa rede de metais, relativamente mais nobres que o zinco, ao longo dos contornos dos grãos de zinco (que contém também alumínio ligado) é eletroquimicamente ativo e tendo o Zinco (fases) potencial diferente e estando adjacente ao contorno do grão, reage dando origem à corrosão intergranular **(VOTORANTIM, 2007)**.

A corrosão intergranular, nesse caso, se inicia na superfície da peça fundida, penetrando, com o decorrer do tempo, cada vez mais profundamente e seguindo os contornos dos grãos, até que toda a peça seja corroída.

Outros metais provocam efeito semelhante, tais como o Índio, Tálho, Bismuto, Mercúrio e outros. Usualmente não estão presentes como impurezas.

O Chumbo, o Estanho e particularmente o Cádmio, acima dos teores especificados, provocam também “fragilidade a quente” na peça fundida.

O ferro é um elemento indesejável nas ligas de zinco para fundição sob pressão, porém pequenos teores (de até 0,1%) têm pouca influência nas propriedades mecânicas e nas características de envelhecimento.

Com um teor de ferro mais elevado, os compostos intermediários ferro-alumínio (FeAl_3 e Fe_2Al_5) se formam e se não retirados na escumagem do banho no cadinho, segregam na peça fundida e criam os chamados “pontos duros”, causadores de dificuldades na usinagem.

4.6.2 Propriedades Mecânicas

Segundo **FUNDEP E UFMG (2006)**, as ligas de zinco podem ser utilizadas em baixas temperaturas, pois suas propriedades mecânicas são alteradas da mesma forma que ocorre em outros materiais, ou seja: aumenta o limite de resistência e a dureza, enquanto diminui a resistência ao alongamento e ao choque.

Deve-se, entretanto, considerar que essas variações de propriedades são reversíveis, adquirindo as mesmas propriedades originais quando a temperatura volta à temperatura inicial. Por outro lado, quando a peça fundida em zamac deve trabalhar em temperaturas superiores a 90°C devem se prever, cuidadosamente, as solicitações mecânicas aplicadas, pois poderão ocorrer deformações plásticas (e, portanto irreversíveis), devido ao fenômeno de fluência.

As Tabelas 4.5 e 4.6 apresentam as principais propriedades mecânicas das ligas de zamac.

Tabela 4.5 Propriedades mecânicas do Zamac 3 e 5 em baixas e altas temperaturas

Propriedades	Temperatura	Zamac 3	Zamac 5
Limite de resistência (Kg/mm ²)	95 ^o	20	25
	40 ^o	25	30
	20 ^o	28	34
	0 ^o	30	38
	-40 ^o	32	38
Alongamento (%)	95 ^o	15	12
	40 ^o	8	6
	20 ^o	5	4
	0 ^o	4,5	4
	-40 ^o	2,5	1,5
Resistência ao choque - Charpy	95 ^o	13,5	14,3
	40 ^o	14	15
	20 ^o	14	14,5
	10 ^o	10	13,5
	0 ^o	2,5	13
	-10 ^o	1,1	6
	-20 ^o	0,8	1,2
	-40 ^o	0,7	0,8

Fonte: Adaptado de Votorantim (2007)

Tabela 4.6 Propriedades mecânicas do Zamac 3 e 5

Propriedades Mecânicas das Ligas de Zinco		
	ZAMAC 03	ZAMAC 05
Limite de resistência (à tração) (kgf/mm ²)	26-30	30-34
Limite de escoamento (kgf/mm ²)	25-29	29-33
Módulo de elasticidade (kgf/mm ²)	8.500	9.600
Alongamento (%)	3-8	3-6
Resistência ao choque – charpy (kgf/cm ²)	10-12	10.5-12.5
Resistência à compressão (kgf/mm ²)	45	60
Resistência ao cisalhamento (kgf/mm ²)	22	27
Resistência à fadiga, para 108 ciclos (kgf/mm ²).	4.8	5.7
Dureza brinell (esfera de 10mm, carga de 500 kg) (kgf/mm ²)	(80-90)	(85-95)

Fonte: FUNDEP E UFMG (2006)

4.6.3 Propriedades físicas

A peça produzida em zamac tem uma particular característica, ela não pode ficar em contato com vapores de água por um período prolongado, pois, assim pode sofrer processo corrosivo. A Tabela 4.7 descreve o comportamento da liga na presença de diversos agentes corrosivos **(BS EN 1179, 2003)**.

Tabela 4.7 Comportamento do zamac 3 e 5 na presença de diversos agentes corrosivos

Agente	Zamac 3	Zamac 5
Ar atmosférico (baixa umidade)	MB	MB
Gás de iluminação a seco	MB	MB
Vapor de água	R	R
Água corrente fria	NR	NR
Água quente	R	R
Água do mar (artificial)	R	D
Óleo solúvel 3%	B	B
Óleo solúvel 5%	MB	B
Sabão (de lixiviação)	MB	MB
Solução de hidróxido de potássio 1%	B	B
Solução de hidróxido de potássio 5%	B	R
Hidróxido de Amônio 1%	B	B
Hidróxido de Amônio 5%	MB	R
Cloreto de sódio 1%	B	B
Cloreto de sódio 5%	B	R
Acido acético 1%	B	R
Acido acético 5%	R	D
Gasolina	MB	MB
Óleos e graxos animais	NR	NR
Óleos de motores	MB	B
Tinta de impressão	B	B
Álcool etílico e metílico	MB	MB
Tricloroetileno	B	B
Inseticidas secos	B	B
Inseticidas em solução aquosas	NR	NR

MB - Muito bom B – Bom, R - Regular NR - Não recomendado, D - Deficiente.

As Tabelas 4.8 e 4.9 apresentam as principais propriedades físicas das ligas de zamac.

Tabela 4.8 Principais propriedades físicas do Zamac

Propriedade Física	Zamac 2	Zamac 3	Zamac 5	Zamac 7
Massa específica	6,6	6,6	6,7	6,6
Intervalo de solidificação (°C)	390-379	387-381	386-380	387-381
Retração (%)	1,25	1,17	1,17	1,17
Condutividade elétrica (% IACS)	25	27	26	27
Resistividade elétrica	-----	6,37	6,54	-----
(μ ohm-cm a 20°C)				
Condutibilidade térmica	104,7	113	108,9	11
(W/m/hr/m ² /°C – 70 a 140° C)				
Calor específico	418,7	418,7	418,7	418,7
(J/kg/°C – 200 a 100°C)				
Coef. De expansão térmica	27,8	27,4	27,4	27,4
(μ m/mm/°C – 20 a 100°C)				

Fonte: Adaptado de Votorantim (2007)

Tabela 4.9 Ligas de zinco para fundição sob pressão

Ligas de Zinco para Fundição sob Pressão	
Faixa de fusão	416-418°C
Temperatura de fundição	460-470°C
Limite de resistência (à tração)	26-24 kgf/mm ²
Alongamento em 50 mm	5-6%
Limite de escoamento, a 0.2%.	14-15 kgf/mm ²
Dureza Vickers	79-86 kgf/mm ²

Fonte: Votorantim (2007)

4.7 Microestrutura

As Ligas de Zinco denominadas Zamac possuem aproximadamente 4% de Alumínio em sua composição química, portanto, as principais transformações físico-químicas estão descritas no Diagrama de Equilíbrio Zn – Al (**Figura 4.3**) já que os demais elementos de liga não possuem quantidade suficiente para provocar alterações significativas. À medida que uma liga Zamac típica resfria (*hipoeutética*), observa-se a formação de cristais primários de uma fase rica em zinco (fase β) com 98,86% Zn a 382°C (*hexagonal*). Abaixo desta temperatura, a fase β fica envolta por um eutético constituído por esta mesma fase e de uma segunda fase (cúbica) denominada fase α' . A fase α' possui 22% de Alumínio e prevalece até a temperatura de 275°C quando sofre reação eutetóide transformando-se em $\alpha + \beta$. A fase α é uma solução sólida de Zinco no Alumínio.

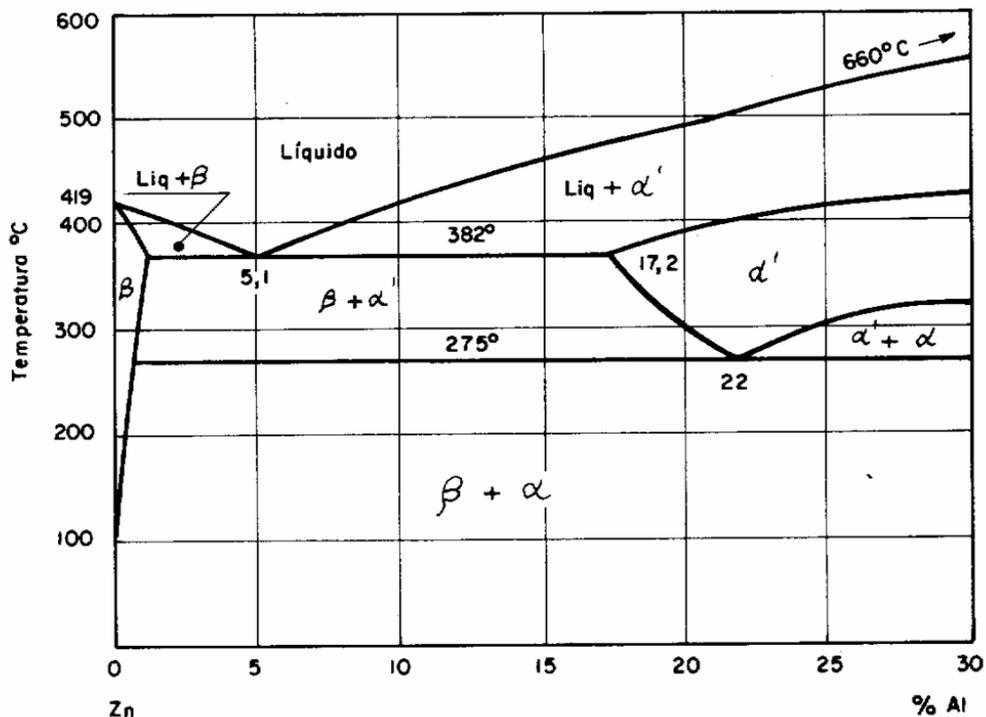


Figura 4.3 Diagrama Zinco Alumínio
Fonte: Votorantim (2007)

A solubilidade do Alumínio a temperatura de 382° C é de 1,14%, para temperaturas diferentes desta, a solubilidade deste elemento diminui no Zinco, conforme mostra a

Figura 4.4.

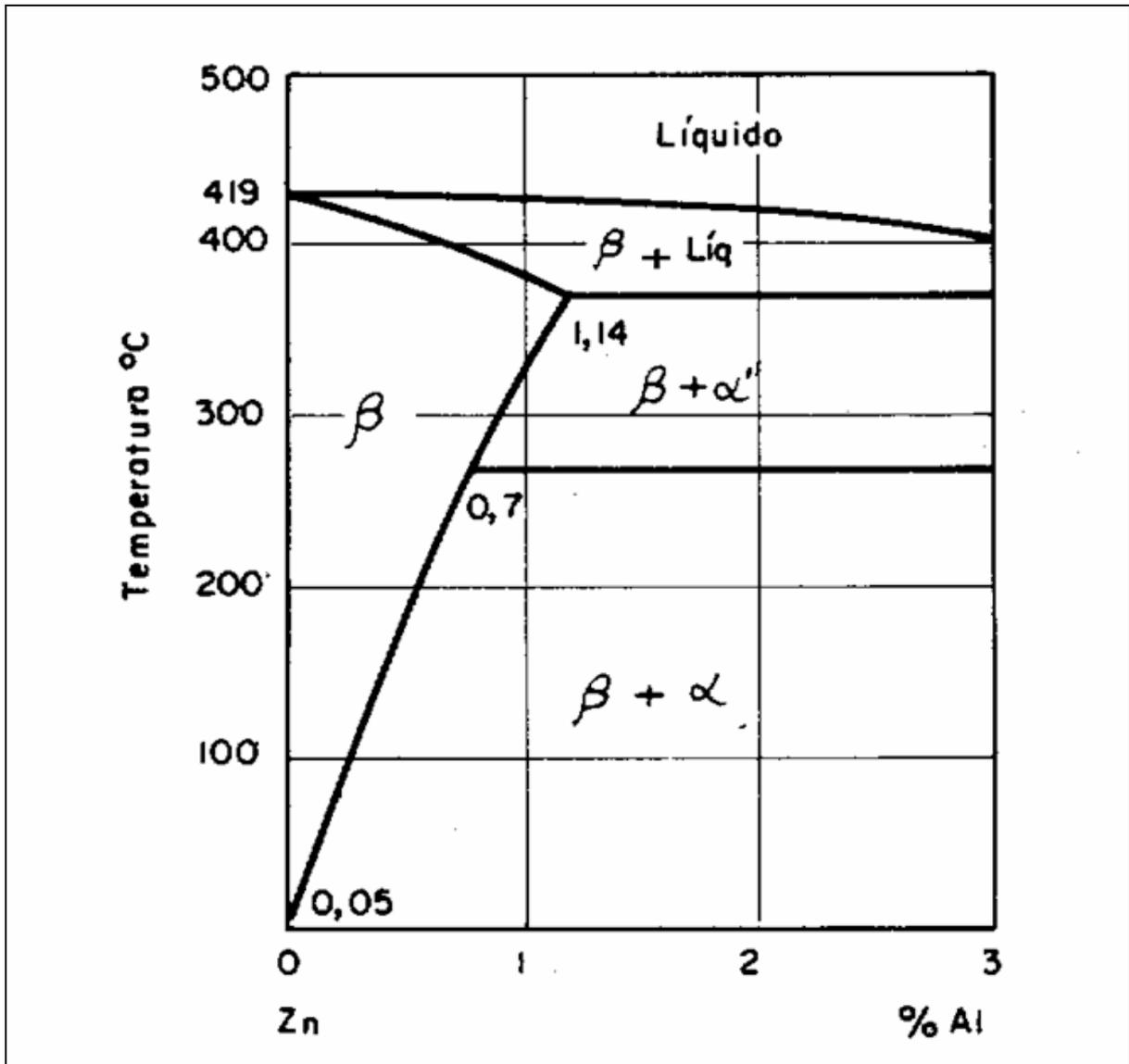


Figura 4.4 Solubilidade do Alumínio à temperatura de 382° C

Fonte: Votorantim (2007)

A **Figura 4.5** mostra a micrografia típica de uma microestrutura de liga Zamac.



Figura 4.5 Foto micrográfica da microestrutura de liga Zamac (aumentada 100X)
Fonte: Votorantim (2007)

As Figuras **4.6a** e **4.6b** esquematizam a microestrutura de uma Liga Zamac típica. Na Figura **4.6a** observa-se as dentritas claras da fase β envolvidas pela matriz eutética formada por $\alpha + \beta$.

A Figura **4.6b** apresenta a mesma microestrutura, porém vista com maior aumento de tamanho. Assim, podemos observar claramente o eutético constituído pelas fases α (em relevo) e β (clara).

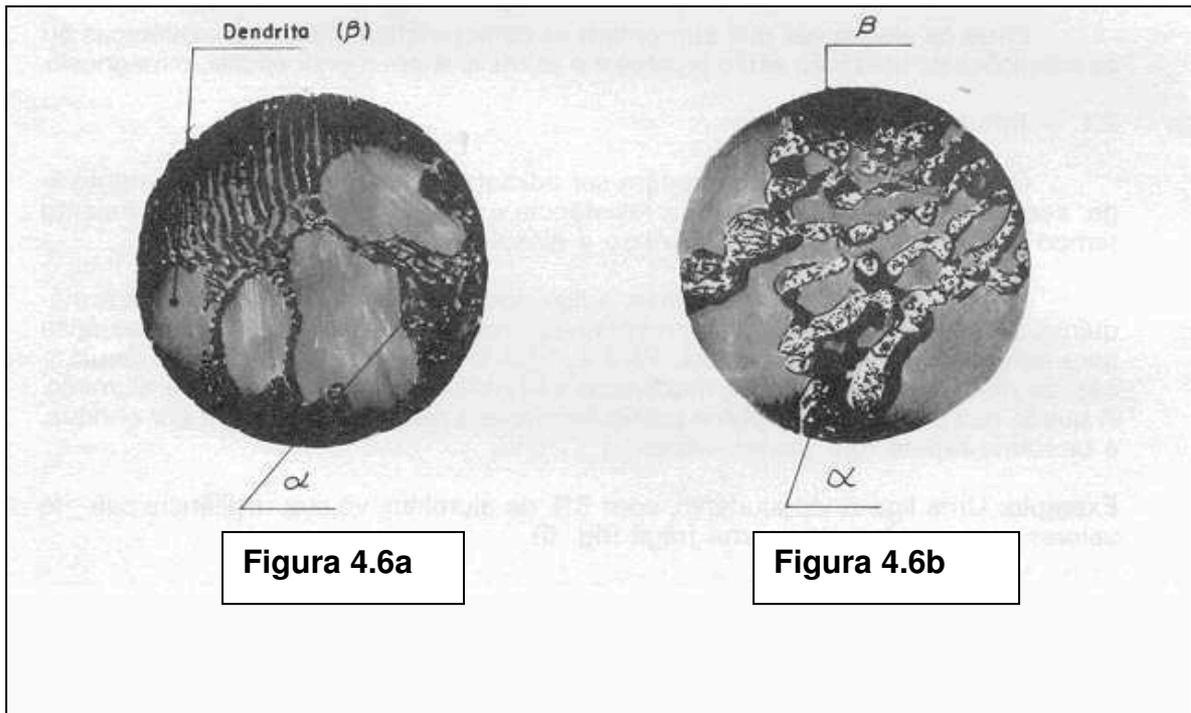


Figura 4.6 - Micrografia de liga Zamac
Fonte: Votorantim (2007)

4.8 Processos de Fundição

Os produtos a base de ligas de zamac são obtidas por processos de fundição. A seguir são apresentados os principais processos de fundição relacionados ao zamac (VOTORANTIM, 2007).

4.8.1 Processo de Fundição por Coquilha

Consiste na utilização de um molde permanente feito de aço ou ferro fundido. O vazamento é feito por gravidade. A capacidade de produção e a qualidade superficial são intermediárias entre os processos sob pressão e fundição em areia.

Deve-se considerar a contração de solidificação do metal e a falta de pressão no projeto do molde (VOTORANTIM, 2007).

Elevada turbulência durante o vazamento. Limitações no tamanho da peça em virtude da baixa estabilização é melhor empregado para peças de pequeno tamanho.

4.8.2 Fundição em Areia

Neste processo, são usadas Ligas de Zinco com teores maiores de Alumínio. A areia não é um bom condutor de calor, ou seja, o resfriamento é lento. A microestrutura da peça é grosseira, o que pode diminuir a resistência mecânica das peças (VOTORANTIM, 2007).

4.9 Fundição sob pressão

Segundo **Mallavazi (2005)**, o processo de fundição sob pressão pertence à família dos processos que utilizam moldes permanentes. Neste processo, a liga zamac líquida contida em um recipiente chamado de câmara de injeção, é forçada sob alta pressão a preencher rapidamente a cavidade de um molde metálico (refrigerado ou não) devidamente fechado. Após o término da solidificação do metal, o molde se abre para a extração da peça. O processo confere alta produtividade e obtenção de peças de geometria complexa com um ótimo acabamento superficial.

Existem dois tipos de equipamentos que são utilizados neste processo, são comumente chamados de “Injetoras de câmara quente” e “Injetora de câmara fria”. As injetoras de câmara quente são usadas para metais de baixo ponto de fusão e para peças que requerem pressões de injeção baixas (Ex. Zinco, Estanho e

Chumbo), já para metais de maior ponto de fusão e pressões de injeção maiores, utiliza-se “Injetoras de câmara fria”.

4.10 Injetoras de Câmara Quente

O forno juntamente com a câmara de injeção está acoplado à injetora, formando um só conjunto. No interior de um forno aquecido por resistências elétricas, estão submersos no metal líquido o pistão e a câmara de injeção **(MALLAVAZI, 2005)**. Quando o pistão está retraído, o metal líquido “entra” na câmara de injeção através de orifícios preenchendo toda sua cavidade, à medida que o pistão é acionado, estes orifícios são bloqueados confinando determinado volume de metal líquido que por sua vez, é forçado a percorrer toda a extensão da câmara e preencher a cavidade do molde.

A pressão de injeção utilizada neste equipamento não ultrapassa 300 Kg/cm². Praticamente não há desgaste da câmara de injeção **(Figura 4.7)**.

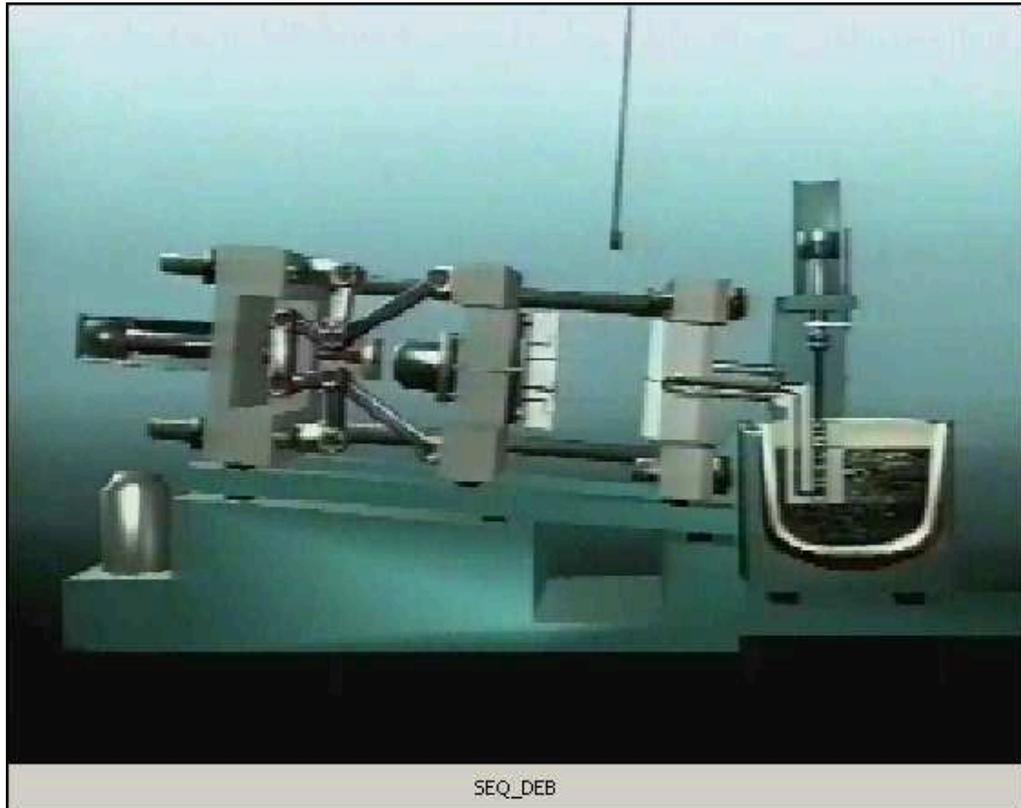


Figura 4.7 Máquina de injeção sob pressão
Fonte: Votorantim (2007)

4.11 Injetoras de Câmara Fria

Neste caso existem dois tipos de equipamentos: vertical e horizontal
(VOTORANTIM, 2007).

4.12 Injetoras de Câmara Fria Vertical

Ao contrário do equipamento de câmara quente, o forno está dissociado da injetora. É chamado de vertical em função de o pistão injetor estar na posição vertical e o grupo de fechamento na posição horizontal. O metal líquido é despejado dentro da câmara de injeção (posição vertical) tendo em sua base o contra pistão que mantém o orifício de acesso à cavidade do molde bloqueado. À medida que o pistão é

acionado, o contra pistão desce desbloqueando o orifício de acesso pelo qual, o metal líquido é forçado a passar e preencher toda a cavidade do molde. Terminada a injeção, o pistão recua-se liberando o contra-pistão que sobe e bloqueia novamente o orifício (VOTORANTIM, 2007).

4.13 Injetoras de Câmara fria horizontal

O dispositivo de injeção (pistão) está na posição horizontal enquanto o grupo de fechamento na posição vertical. Este equipamento é o mais usado mundialmente e tem sofrido constantes melhorias. O metal líquido é vazado para a câmara de injeção por um orifício. O pistão é acionado forçando o metal líquido a preencher toda a cavidade do molde (VOTORANTIM, 2007).

4.14 Câmara Quente ou Câmara Fria? Como selecionar o equipamento?

Têm-se algumas dicas a serem seguidas para esta escolha.

- Pressão Específica de Injeção: quando a peça a ser produzida, requer pressões maiores que 300 Kg/cm², utilizam-se o equipamento de Câmara Fria.
- Temperatura de fusão: a injetora de Câmara Quente é usada para metais de baixo ponto de fusão, tais como ligas de Zinco, Chumbo e Estanho.
- Qualidade da peça: analisada sob o aspecto compactação (Câmara fria: maior compactação);
- Geometria da peça (Câmara fria: maior dificuldade);

- Espessura média de parede: falta de preenchimento (Câmara fria: melhor).

A **Tabela 4.10** apresenta as principais características de fundição das ligas de zamac.

Tabela 4.10 Características de fundição do zamac

Características das Ligas de Zinco					
Produto	Indicações	Dimensões	Acondicionamento	Cor	Observações
Zamac2	Fundição sobre pressão e coquilhas	Peso aprox. 6 Kg Dimensão: 500 x 35 x 45 mm Desvio Padrão (± 5%)	Empilhados em bases metálicas com 99 barras. Amarrado e cintado com até 4 fitas coberto com plástico impermeável identificado por cores	Incolor	Os fardos formam um quadrado de aprox. 600 x 600 x 600 mm com peso aprox. de 500 kg Os fardos contem placas de identificação de rastreabilidade e selo de garantia total
Zamac3	Fundição sobre pressão e coquilhas ideal para peças de menor porte e precisão em medidas			Verde	
Zamac5	Fundição sobre pressão e coquilhas ideal para peças de maior porte			Azul	
Zamac6	Fundição em coquilha e na areia ideal para peças grandes			Incolor	
Zamac8 - ZAP	Fundição em centrífuga			amarelo	

Fonte: Minaszinco (2007)

5. METODOLOGIA DE PESQUISA

5.1 Tipo de Pesquisa

A modalidade de pesquisa utilizada foi a de caráter exploratório, utilizando-se de pesquisa de levantamento e de pesquisa-ação.

Do ponto de vista de seus objetivos, segundo **Gil (1999)**, a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a tornar explícito a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Ainda segundo os mesmos autores, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa de levantamento é caracterizada quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo o comportamento se deseja conhecer.

Este tipo de pesquisa permite analisar os aspectos inerentes ao desenvolvimento das práticas organizacionais, e a abordagem descritiva é praticada somente quando se deseja buscar o conhecimento de informações específicas, por ser um método capaz de descrever com exatidão os fatores e fenômenos de determinada situação real.

Segundo **Vergara (2004)**, pesquisa-ação é um tipo particular de pesquisa participante e de pesquisa aplicada que supõe intervenção participativa na realidade social. Quanto aos fins é, portanto, intervencionista.

De acordo com **Westbrook (1995)**, basicamente, a pesquisa-ação conta com a participação de um pesquisador que desempenha um papel ativo nesta, não sendo um observador independente, mas sim um participante que também exerce o papel de avaliador de processo.

Segundo **Bryman (1989)**, a pesquisa-ação é um método onde o pesquisador é um participante na implementação de um sistema e se torna parte dele com o real propósito de resolver o problema apresentado.

Para **Thiolent (1997)**, a pesquisa-ação é do tipo participativo, uma vez que a participação das pessoas implicadas nos problemas investigados é absolutamente necessária.

Esta orientação parece envolver uma falta de imparcialidade, no entanto, a pesquisa-ação está explicitamente interessada em desenvolver descobertas que possam ser aplicadas em organizações.

O objetivo da pesquisa-ação é aplicada em uma empresa do ramo automobilístico localizada em São Paulo, detentora dos direitos de industrialização de peças automotivas.

Foram realizadas consultas bibliográficas de conceitos e também de dados documentais relacionados à implementação do uso da liga zamac.

Utilizou-se como procedimento, a busca de informações de campo e, tendo como objetivo a avaliação de resultados, e do conceito de processo, de ferramentas e metodologias da qualidade, etapas de implementação.

Na análise, implementação e demonstração dos dados coletados e organizados, antes e depois da implementação do uso da liga zamac.

5.2 Coleta de Dados

Foram levantados dados em pesquisa documental. As informações foram coletadas por meio de investigação documental nos registros da empresa, respeitando os

critérios de confidencialidade exigidos, assim como por meio de pesquisas em revistas, jornais, periódicos.

A pesquisa documental foi feita utilizando-se também de informações da empresa que estavam disponíveis publicamente, em relatórios, sites ou meio eletrônico, evitando assim a divulgação de dados confidenciais.

5.3 Descrição da empresa

Trata-se de uma empresa do ramo automobilístico, que tem se destacado pela utilização de técnicas e procedimentos nos seus diversos setores a fim de garantir a confiabilidade nas etapas de desenvolvimento, as quais resultam em produtos de maior qualidade diante do cliente final.

Neste contexto temos como participantes desse processo:

- O cliente, que é a montadora de veículos;
- O fornecedor;
- Os sub-fornecedores.

5.3.1 O produto – O mancal do levantador de rodas

Nesta pesquisa, foi tratado o componente chamado de mancal. As características que serão exigidas para a sua aplicação, conforme as especificações do cliente é principalmente a durabilidade às forças aplicadas.

O produto foco dessa pesquisa pode ser encontrado como mancal do levantador de rodas dos veículos. E sua complexidade pode variar conforme a sua aplicação e as especificações do cliente, o que irá exigir combinações de materiais que busquem compromisso com a durabilidade do produto.

6. RESULTADOS

6.1 Fator fabril e de manufatura

Os fatores fabris e de manufatura foram desdobrados em seis elementos: máquina, mão-de-obra, medida, método, meio ambiente e matéria-prima, onde os seus respectivos resultados serão apresentados de forma individual.

6.1.1 Máquina

No processo anterior de fabricação utilizando o aço carbono, eram utilizadas máquinas operatrizes do tipo, torno universal, Tamboreadoras e Frezadoras para confecção dos mancais à base de aço carbono (**Tabela 6.1**).

Podemos observar que, na substituição do processo convencional de uso do material aço carbonos, eram utilizadas várias operações de fabricações e equipamentos até que o produto ficasse realmente pronto. Para a fabricação dos produtos confeccionados em material de aço carbono eram utilizadas e realizadas operações de usinagem, tamboreamentos e tratamentos superficiais para evitar oxidações no produto. Tudo isso foi substituído por somente um tipo de equipamento, uma “injetora de zamac”, e a mesma vem ganhando espaço dentre os processos produtivos na otimização de processos convencionais já existentes.

Tabela 6.1 Máquinas utilizadas no processo de usinagem do produto confeccionado com aço carbono

Produto	Tipo de equipamento	Quantidade
Produto Mancal	Torno	10
Produto Mancal	Tamboreadora	2
Produto Mancal	Frezadora	2

Com a fabricação de peças em zamac pode-se ter como vantagem, a garantia de resistência e de dimensões das peças utilizando apenas um equipamento em somente uma operação de fabricação. **(Tabela 6.2).**

Tabela 6.2 Máquinas utilizadas no processo de Injeção de zamac

Produto	Tipo de equipamento	Quantidade utilizada
Mancal do levantador de rodas	Injetora de Zamac	2

6.1.2 Mão-de-obra

A fabricação de peças injetadas em zamac conta com grande benefício no baixo custo da mão-de-obra utilizada neste processo, porque devido os processos serem semelhantes, não é necessário a contratação de mão-de-obra específica, ou seja, pode-se utilizar os mesmos funcionários que operam máquinas de injeção de plásticos.

6.1.3 Medida

A peça fabricada através do processo de injeção de zamac garante as mesmas qualidades de especificações dimensionais que as peças fabricadas por processos convencionais feitas com aço carbono. O processo de injeção de zamac é muito conhecido como um processo que possibilita a confecção de peças complexas no âmbito do atendimento de especificações de engenharia, como por exemplo: peças de dimensão e de geometrias difíceis de serem elaboradas fisicamente. Além de possibilitar estabilidade dimensional para com as medidas solicitadas em desenhos de produtos. Com isso é possível atender com facilidade as especificações de engenharia e até mesmos as exigências dos clientes.

6.1.4 Método

Têm-se como método aplicado para a realização e aplicação do uso do zamac as mesmas técnicas aplicadas na fabricação de peças injetadas em plásticos, por se tratar de um processo similar com pequenas particularidades, mas absolutamente ajustável ao processo de fabricação, visto que essa pequena particularidade não tem diferença relevante de um processo para o outro.

6.1.4.1 Método de fabricação no Layout de Fabricação.

O tipo de *layout* empregado no processo de produção com a utilização de zamac é o do tipo departamental, por não ser viável inserir uma máquina de injeção de zamac dentro de uma célula de fabricação.

6.1.5 Meio-ambiente

Sem dúvida que a preocupação com o meio-ambiente é um fator bastante relevante nesta tomada de decisão, pela substituição de um produto que ora era somente fabricado por aço carbono, que é um material de larga utilização mundial, para um material de zamac, que é uma liga de crescente conhecimento e inovatório, que está sendo cada vez mais aplicada em processos de produção de peças de diversos seguimentos. Sendo assim a atenção ao meio-ambiente faz-se valer para que não se cometa nenhuma negligência quanto ao uso do produto prejudicando a natureza. Uma das grandes vantagens do zamac em relação à utilização do aço carbono é sua capacidade de reutilização, e os prejuízos e desperdícios são praticamente nulos, exceto se o material em questão se misturar com outra substância desconhecida e incompatível ao processo.

6.1.6 Matéria-prima

Destaca-se a utilização do zamac 5, por ser de fácil aquisição e por seus elementos químicos serem de grande abundância na natureza. A peça fabricada pelo processo de injeção de zamac, tem a capacidade de se produzir peças com paredes finas, quando que em processos convencionais isto é um problema muito sério por não ter garantias de processo de fabricação (**MALLAVAZI, 2005**).

6.1.7 Explicação dos quadros auxiliares

A aplicação dos quadros auxiliares proporcionou novas análises, cujo resultado final foi a inclusão da possibilidade de o usuário colocar pesos em cada questão.

Assim, dependendo do tipo de produto que está sendo projetado, os fatores ecológicos podem ter maior peso do que os fatores fabris, ou vice-versa e assim por diante, trasladando entre os seis grupos de fatores. Foi estabelecido então, que cada questão pode ter um peso que oscila de 1 a 3, sendo 1 pouco importante, 2 importância média e 3, muito importante. Na seqüência, é apresentado o modelo dos quadros auxiliares, onde serão apresentados sempre no final de cada grupo de fatores, com isso auxiliando no fechamento da análise conclusiva do estudo (FERROLI, 2004).

QUADRO 1: Fator fabril e de manufatura.

1. Máquina:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
1. A empresa possui as máquinas necessárias para a fabricação do produto em seu parque fabril?		
<input checked="" type="checkbox"/>	100% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	5
	70% – 99% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	4
	50% – 69% das máquinas necessárias fazem parte do Parque fabril da empresa.	3
	30% – 49% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	2
	Até 29% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	1
Pontuação: 3		
2. Sendo necessário, existe na mesma região, a possibilidade de terceirizar etapas da fabricação do produto?		
<input checked="" type="checkbox"/>	100% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	5
	70% a 99% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	4
	50% a 69% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	3

Continuação do quadro 2

	30% a 49% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	2
	Menos de 30% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	1
Pontuação: 3		
3. Quanto à produtividade, considerando o material analisado, ferramentas específicas ou adaptadores nas máquinas haverá necessidade do projeto de dispositivos, existentes?		
<input checked="" type="checkbox"/>	O material adapta-se perfeitamente ao sistema produtivo da empresa, não havendo necessidade de projetos complementares de métodos e/ou processos.	5
	Haverá a necessidade de projetos simples, internos, de ferramentas e dispositivos, em menos de 30% das máquinas existentes.	4
	Haverá a necessidade de projetos de dispositivos e aquisição de ferramentas e acessórios específicos, em até 50% das máquinas existentes.	3
	Haverá necessidade de projetos simples, internos, de ferramentas e dispositivos, em mais de 70% das máquinas existentes.	2
	Haverá a necessidade de projetos de dispositivos e aquisição de ferramentas e acessórios específicos, em mais de 50% das máquinas existentes.	1
Pontuação: 2		
Meio-ambiente:		Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
4. Com relação ao nível de estoque intermediário entre as operações, para o material analisado:		
	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é praticamente nulo.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é muito baixo.	4
	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é de nível médio.	3
	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é alto.	2
	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é muito alto.	1
Pontuação: 2		
5. Quanto ao posicionamento de máquinas e dispositivos, sem a propagação de gargalos? O fluxo produtivo obedece a uma seqüência lógica?		
	Todo o produto pode ser fabricado em uma seqüência única, sem interrupções.	5
	Até 80% do produto pode ser fabricado em uma seqüência única, sem interrupções.	4

Continuação do quadro 5

	Até 60% do produto pode ser fabricado em uma seqüência única, sem interrupções.	3
	Até 40% do produto pode ser fabricado em uma seqüência única, sem interrupções.	2
X	Menos de 40% do produto pode ser fabricado em uma seqüência única, sem interrupções.	1
Pontuação: 1		
6. Considerando o material em específico, em relação à necessidades previstas no layout:		
X	Não haverá necessidade de aquisição de máquinas e/ou dispositivos, nem mudanças no layout.	5
	Haverá necessidade de aquisição de poucos dispositivos, sem mudanças no layout.	4
	Haverá necessidade de aquisição de algumas máquinas, com pequenas alterações no layout.	3
	Haverá necessidade de aquisição de várias máquinas, e algumas mudanças no layout da fabrica.	2
	Haverá necessidade de aquisição de máquinas, ferramental e dispositivos, além de alterações profundas no layout, como troca de setores e/ou criação de novos setores.	1
Pontuação: 3		
Medida:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
7. Quanto às dimensões projetadas, são encontradas em tamanhos padrões nos fabricantes?		
X	100% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	5
	Até 70% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	4
	Até 50% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	3
	Até 30% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	2
	Menos de 30% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	1
Pontuação: 3		
8. Quanto às medidas finais do produto, considerando o aproveitamento de matérias-primas:		
X	O desperdício final de matéria-prima é de até 20%, considerando resíduos e sobras.	5
	O desperdício final de matéria-prima é de até 30%, considerando resíduos e sobras.	4
	O desperdício final de matéria-prima é de até 40%, considerando resíduos e sobras.	3
	O desperdício final de matéria-prima é de até 50%, considerando resíduos e sobras.	2
	O desperdício final de matéria-prima é superior a 50%, considerando resíduos e sobras.	1
Pontuação: 3		

Continuação do quadro 8

9. Quanto ao aspecto de tolerâncias e ajustes dimensionais:		
<input checked="" type="checkbox"/>	As medidas foram projetadas com tolerâncias folgadas e ajustes médios, favorecendo a fabricação em máquinas padrões e com grau médio de especialização da mão-de-obra.	5
	As medidas foram projetadas com tolerâncias folgadas e ajustes precisos, necessitando-se máquinas mais rígidas, com grau médio de especialização da mão-de-obra.	4
	As medidas foram projetadas com pequenas margens de tolerâncias e ajustes precisos, exigindo máquinas rígidas, com grau médio de especialização da mão-de-obra.	3
	As medidas foram projetadas com pequenas margens de tolerâncias e ajustes extra-precisos, exigindo máquinas rígidas e grau alto de especialização da mão-de-obra.	2
	As medidas foram projetadas com pequeníssima margem de tolerâncias; ajustes com interferências, exigindo máquinas muito rígidas e altíssimo grau de especialização da mão-de-obra.	1
Pontuação: 3		
Método:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
10. Quanto aos métodos e processos necessários para a execução do produto:		
	100% dos métodos e processos de fabricação utilizados são convencionais, de conhecimento geral.	5
	De 80% a 99% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	4
<input checked="" type="checkbox"/>	De 60% a 79% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	3
	De 30% a 59% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	2
	Menos de 30% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	1
Pontuação: 2		
11. O projeto permite a utilização de componentes modulares e padronizados?		
	Todas as partes internas do produto e até 30% das externas são padronizadas e/ou modulares.	5
	Todas as partes internas do produto e até 20% das externas são padronizadas e/ou modulares.	4
<input checked="" type="checkbox"/>	Todas as partes internas do produto e até 10% das externas são padronizadas e/ou modulares.	3
	Somente as partes internas do produto são padronizadas e/ou modulares.	2
	Nem todas as partes internas do produto são padronizadas e/ou modulares.	1
Pontuação: 1		
12. Os métodos e técnicas necessários para a execução do produto podem ser realizados na própria fábrica?		
<input checked="" type="checkbox"/>	Todos os métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	5
	De 80% a 99% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	4
	De 60% a 79% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	3

Continuação do quadro 12

	De 40% a 59% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	2
	Menos de 40% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	1
Pontuação: 2		

Mão-de-obra:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
13. Considerando os processos que serão necessários executar, com a utilização do material escolhido:		
<input checked="" type="checkbox"/>	A mão-de-obra está preparada para executar todos os métodos e processos necessários.	5
	Até 20% dos métodos e processos são novos, necessitando treinamento.	4
	De 21% a 40% dos métodos e processos são novos, necessitando treinamento.	3
	De 41% a 60% dos métodos e processos são novos, necessitando treinamento.	2
	A mão-de-obra precisa ser totalmente treinada em novos métodos e processos.	1
Pontuação: 3		
14. Quanto à relação existente entre a mão-de-obra e a produtividade obtida, com o material escolhido:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Todos os processos fabris são de fácil execução, favorecendo uma alta produtividade.	5
	A maioria dos processos fabris (80% a 99%) é de fácil execução, favorecendo a boa produtividade.	4
	A média dos processos (60% a 79%) é de fácil execução, com índice regular de produtividade.	3
	Poucos processos (30% a 59%) são de fácil execução, dificultando um índice bom de produtividade.	2
	Todos os processos fabris são difíceis de serem executados, prejudicando a produtividade final.	1
Pontuação: 3		

Os fatores fabris e de manufatura somam 14 questões, levando a uma variação de 210 pontos no máximo (considerando pontuação máxima e peso 3 em todos os quesitos) e 14 pontos no mínimo (considerando pontuação mínima e peso 1 em todos os quesitos).

6.2 Fator social/mercadológico

É um fator social, a preocupação com a tratativa do uso de recursos naturais. Pois deve haver uma séria preocupação em se preservar as reservas naturais existentes garantindo a permanência da matéria-prima na natureza.

No âmbito mercadológico, todavia precisamos nos preocupar com a disponibilidade e variabilidade de matéria-prima para a fabricação dos produtos, sempre com a visão futura da continuidade da produção futura e para a confecção de produtos que tenha a utilização desses materiais no processo homologado.

Essa preocupação vem de encontro com a permanência do produto lançado no mercado, pois se algum dia vir a faltar matéria-prima suficiente para a fabricação do produto, este está impedido, temporário ou definitivamente de ser fabricado.

6.2.1 Autonomia em veículos

As montadoras de veículos automotivos estão sempre preocupadas em reduzir o peso dos veículos, para que com isso ganhem em autonomia, e a substituição de peças fabricadas em zamac vem de encontro com essa necessidade de nossos clientes montadores, logo abaixo um exemplo de peso entre a matéria-prima zamac e aço carbono (**Tabela 6.3**). Ocorre uma significativa redução no peso da peça onde podemos notar na tabela uma redução de 17,31 %. Essa redução de fato atraiu e inclinou ainda mais para o uso do processo utilizando ligas de zamac (**TABELA PERIÓDICA, 2006**).

Tabela 6.3 Comparação entre peso específico do zamac e aço carbono

Peso específico do Zamac	Peso específico do Aço Carbono
6,5 gr/cm ³	7,86 gr/cm ³

QUADRO 2: Fator social e mercadológico

Consumidores:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
15. Quanto ao poder aquisitivo do público-alvo do produto projetado:		
	O público-alvo se constitui, na sua totalidade (mais de 90%), de indivíduos de classe média-alta, preferindo produtos confeccionados com material de alta qualidade.	5
	O público-alvo se constitui, em sua maioria (mais de 60%) de indivíduos de classe média-alta, preferindo produtos confeccionados com material de alta qualidade.	4
X	O público-alvo se constitui, em sua maioria, (mais de 60%) de indivíduos de classe média, preferindo produtos confeccionados com material de boa qualidade.	3
	O público-alvo se constitui (mais de 50%) de indivíduos de classes médios baixa, buscando produtos acessíveis, com a melhor qualidade possível.	2
	O público-alvo se constitui, na sua maior proporção (mais de 50%), de indivíduos de classes mais deficitárias, buscando produtos mais acessíveis possível, com a melhor qualidade possível.	1
Pontuação: 3		
16. Com a pesquisa realizada para início do projeto, os consumidores elaboraram uma série de necessidades e desejos (beleza, praticidade, segurança, etc.). Quanto ao material escolhido, analisando sob esse enfoque:		
X	Mais de 90% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	5
	De 70% a 89% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	4
	De 50% a 69% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	3
	De 30% a 49% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	2

Continuação do quadro 16

	Menos de 30% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	1
Pontuação: 2		
Tecnologia:	Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)	
17. Quanto ao nível de incremento tecnológico necessário para fabricação do produto:		
<input checked="" type="checkbox"/>	100% do produto pode ser produzidos com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, químicos, etc.	5
	Em torno de 80% do produto pode ser produzido com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, etc.	4
	Em torno de 60% do produto pode ser produzido com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, etc.	3
	Em torno de 40% do produto pode ser produzido com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, etc..	2
	Praticamente todo o produto exige materiais aditivados e sujeitos a posteriores tratamentos superficiais, químicos, etc., não sendo possível o uso de materiais <i>commodities</i> .	1
Pontuação: 2		
18. O aspecto tecnológico do produto:		
	É fator primordial, sendo necessário que todas as partes usem materiais e componentes de última geração.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	É fator muito importante, com a maioria das partes (de 80% a 90%) necessitando de materiais e componentes de última geração.	4
	É fator importante. Boa parte das partes que constituem o produto (de 50% a 79%) devem usar materiais e componentes de última geração.	3
	Não é um diferencial exigido para o produto. Apenas algumas partes (de 30% a 49%) necessitam materiais e componentes de última geração.	2
	Não é importante, com exceção de umas poucas partes (menos de 30%), que necessitam de materiais e componentes modernos.	1
Pontuação: 2		
Marketing:	Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)	
19. Quanto à relação existente entre o material analisado e o marketing:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O material possui excelentes características técnicas e estéticas, podendo ser usado como instrumento de diferenciação e agregação de valor.	5
	O material possui boas características, podendo ser usado como instrumento de diferenciação.	4
	O material possui características técnicas e estéticas razoáveis, que, dependendo do público-alvo, poderá ser utilizado como instrumento de diferenciação.	3

Continuação do quadro 19

	O material não possui características técnicas boas, mas apresenta boas características estéticas, podendo, dependendo do caso, ser usado como instrumento de diferenciação.	2
	O material não possui características que possam ser usadas como instrumento de diferenciação.	1
Pontuação: 3		
20. Quanto ao relacionamento entre o material utilizado e a marca do produto.		
<input checked="" type="checkbox"/>	Para efeitos de marca, o material atende aos requisitos de forma, cores e acabamentos superficiais.	5
	Para efeitos de marca, o material atende, mediante tratamentos superficiais, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais.	4
	Para efeitos de marca, o material atende, mediante tratamentos superficiais e aditivação, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais.	3
	Para efeitos de marca, o material atende, mediante tratamentos superficiais, químicos e uso de aditivos, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais.	2
	Para efeitos de marca, o material atende apenas em parte, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais, mesmo sujeito a tratamentos superficiais, químicos ou aditivação.	1
Pontuação: 2		
Fronteiras geográficas:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
21. Dentro da região pré-estabelecida para o lançamento do produto, o material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Atende perfeitamente necessidades esperadas, ao se considerar aspectos culturais, étnicos, etc.	5
	Atende quase que perfeitamente necessidades esperadas, ao se considerar aspectos culturais, étnicos,	4
	Atende a média das necessidades esperadas ao se considerar aspectos culturais, religiosos, etc.	3
	Atende parcialmente as necessidades esperadas ao se considerar aspectos culturais, religiosos, etc.	2
	Não atende as necessidades esperadas considerando-se aspectos culturais, étnicos, religiosos, etc.	1
Pontuação: 1		
Concorrência:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
22. Quanto à disponibilidade do material considerado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Existe grande oferta à nível regional, favorecendo negociações.	5
	Existe grande oferta à nível nacional e pequena à nível regional.	4
	Existe grande oferta à nível nacional, nenhuma nas proximidades regionais.	3
	Existe pouca oferta à nível nacional.	2

Continuação do quadro 22

	Somente obtido através de importação.	1
Pontuação: 2		
23. Quanto à concorrência existente entre grupos de materiais, considerando o material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	As características desejadas são muito claras e apenas um grupo de materiais as atendem.	5
	As características desejadas são claras, poucos materiais as atendem, a escolha é simples.	4
	Algumas características desejadas são abstratas, gerando dúvidas com relação a possíveis materiais que possam atendê-las de forma otimizada.	3
	Em torno da metade das características desejadas são abstratas e confusas, dificultando a seleção.	2
	Todas as características têm interpretações confusas; dificulta escolher o material mais apropriado.	1
Pontuação: 1		
Estrutura organizacional:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
24. Quanto à agilidade da empresa em relação aos negócios envolvendo materiais.		
	O departamento de compras tem autonomia total, é ágil, mantém constante atualização em seus bancos de dados e está em constante capacitação.	5
	O departamento de compras tem autonomia média, é ágil, mantém constante atualização em seus bancos de dados. Não há investimentos incentivados pela organização em capacitação.	4
<input checked="" type="checkbox"/>	O departamento de compras tem pouca autonomia, mesmo assim é ágil, mantém razoavelmente atualizado seus bancos de dados. Precisaria ser melhor capacitado.	3
	O departamento de compras tem pouca autonomia, é burocratizado e seus bancos de dados estão desatualizados.	2
	A empresa não tem departamento de compras. Estas são efetuadas por técnicos de outras áreas, o que causa atrasos nas negociações. Não há na empresa bancos de dados atualizados.	1
Pontuação: 1		

6.3 Fator ergonômico e de segurança do produto

6.3.1 Durabilidade

Na questão durabilidade relacionada à segurança do produto, foram feitos diversos testes de resistência à tração, que tem por objetivo avaliar a resistência mecânica da peça em questão, simulando a real utilização no momento de solicitação da função

do veículo. E os produtos fabricados com materiais de ligas de alumínio tiveram excelente *performance* na sua atuação atingindo muitas vezes índices muito maiores do que os esperados.

Ainda na questão durabilidade foram feitos testes em laboratórios de ensaios mecânicos e de durabilidade, para validar o processo de substituição dos materiais que antes somente eram confeccionados em aço carbono por ligas de zamac.

Os relatórios apresentados neste tópico evidenciam a excelente *performance* apresentada nos testes realizados nas peças de zamac.

Na **figura 6.10** pode-se ver um comparativo de produtos fabricados com dois tipos de materiais (aço carbono e zamac).

A especificação do teste é de 1000 Kgf mínimos, onde podemos verificar na **figura 6.10** que os dois materiais tiveram boa *performance* e estão ambos aprovados, e o teste é prosseguido de forma a ser acrescentado de 200 Kgf em 200 Kgf de carga para acompanhamento da avaliação da resistência da rosca do produto “mancal do levantador de rodas”.

Nota-se que o produto fabricado com material de zamac resistiu a 4100 Kgf o que já é um excelente resultado, e o produto feito com material em aço carbono resistiu 5100 Kgf.

Conclui-se que, tendo o material feito em zamac atendido a todas as especificações e sendo um material e processo de fabricação mais barato optou-se pela utilização do zamac. **(FIGURA 6.10)**

Engeteste LTDA**Engetestes LTDA****Laboratório da Qualidade**

Data : 9/1/200

Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .

DATA DE RECEBIMENTO : 04/01/07

INICIO DA ANÁLISE : 08/01/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 79803

SOLICITANTE : Daniel

PRODUTO : Mancal Roscado em Zamac 5

Nº PRODUTO : 13.04.xx

ENSAIO DE RESISTENCIA A TRAÇÃO

INTRODUÇÃO: Foram enviadas para o laboratório ,duas amostras de mancal e submetidos a ensaio de resistência para avaliação da rosca.

As peças foram submetidas a cargas intercaladas de 200 em 200 Kgf até a deformação final plástica da rosca .A carga iniciou-se com 1000 Kgf.

MANCAL - AÇO TREFILADO		MANCAL - ZAMAC 5	
Carga Aplicada	Resultado	Carga Aplicada	Resultado
1000 KGF	OK	1000 KGF	OK
1200 KGF	OK	1200 KGF	OK
1400 KGF	OK	1400 KGF	C/1495Kgf Quebra
1600 KGF	OK	1500 KGF	de uma das abas
1800 KGF	OK	1700 KGF	OK
2000 KGF	OK	1900 KGF	OK
2200 KGF	OK	2100 KGF	OK
2400 KGF	OK	2300 KGF	OK
2600 KGF	OK	2500 KGF	OK
2800 KGF	OK	2700 KGF	OK
3000 KGF	OK	2900 KGF	OK
3200 KGF	OK	3100 KGF	OK
3400 KGF	OK	3300 KGF	OK
3600 KGF	OK	3500 KGF	OK
3800 KGF	OK	3700 KGF	OK
4000 KGF	OK	3900 KGF	OK
4200 KGF	OK	4100 KGF	Travou a Rosca
4400 KGF	OK		
4600 KGF	OK		
4800 KGF	OK		
5000 KGF	Iniciou Trava da Rosca		
5200 KGF	Travou a rosca		

Conclusão:Os dados acima tem efeito Informativo.

Resultado: Aprovado

Analista de Laboratório

Figura 6.10 – Teste comparativo de peças feitas de aço carbono e zamac Engeteste (2007)

O teste da **figura 6.11** trata de um ensaio de tração, realizado com peças “terminais de zamac” nas extremidades das cordoalhas de aço, e submetido a um arrancamento no sentido longitudinal para verificar a resistência da fixação do terminal na cordoalha.

A especificação do ensaio é de 3375 N (Newton) mínimo. Portanto nota-se que está evidenciado através dos valores encontrados na **Figura 6.11** que estão bem acima do mínimo especificado, estando assim aprovadas.

Engeteste LTDA

Relatório Protótipo:276/07

Engeteste LTDA

Laboratório da Qualidade

Data : 27/6/2007

*Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .*

DATA DE RECEBIMENTO : 25/06/07

INICIO DA ANÁLISE : 26/06/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 91140
SOLICITANTE : Odair Berti
PRODUTO : Terminal do Cabo Zamak
Nº PRODUTO : 1111111
CLIENTE : -----
FORNECEDOR -----

AVALIAÇÃO DE RESISTENCIA

INTRODUÇÃO Foram enviados 6 amostras, para avaliação de Resistência do Terminal Zamak do Cabo.
Projeto XXXXXX
Especificado : Acima de 3375 N.



Foto 1 : Amostra antes do teste.

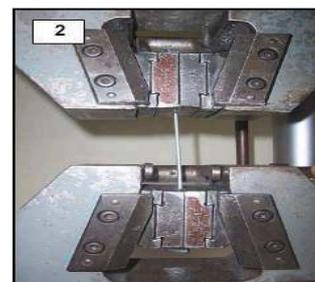


Foto 2 : Método de Ensaio.

	Encontrado					
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Resistência do Cabo	8075 N	7830 N	7487 N	7996 N	7193 N	8300 N

Observação: Todas as amostra houve arrancamento do terminal ..

Conclusão: Com base nos resultados obtidos, considera-se as amostras APROVADAS.

Alberto
Analista de Laboratório
Engeteste LTDA

Data:27/06/07

**Figura 6.11 – Ensaio de tração de peças feitas em zamac
Engeteste (2007)**

Os testes mostrados nas **figuras 6.12 e 6.13** referem-se a ensaio de durabilidade com o conjunto já montado com o componente “mancal” feito com material de zamac.

O ensaio de durabilidade tem por objetivo principal simular o uso do produto numa condição real de aplicação. E neste caso, temos um levantador de rodas, com um componente interno chamado tecnicamente de “mancal”.

Para esta simulação utilizou-se uma velocidade de acionamento de 15 rpm (rotações por minutos) com uma frequência de 505 ciclos. A avaliação é feita durante e após o término da ciclagem para verificar se o produto apresenta-se durável ao uso.

No caso abaixo está evidenciado que após a ciclagem especificada o produto permaneceu em perfeitas condições e com bom funcionamento (**Figura 6.12**).

Engeteste LTDA		Relatório de Teste	
Nome da Peça: Suporte		Número do Projeto:	
Cliente: _____	Aplicação: _____	Part Number:	
Número da Peça: 13.08.01	DUM:	Número do Teste:	155/02
Responsáveis pelo Teste: Fábio			
Distribuidor: Marcos			
Tipo de Teste: Durabilidade - Programa 385076			
Norma Associada ao Teste:			
Objetivo do Teste: Teste de Durabilidade			
1. Equipamentos: Dispositivo de Durabilidade para Macaco - bancada número 10. <div style="text-align: center;">  </div>			
2. Meios de Medição: Velocidade de 15 rpm. Duração do ciclo 505 s.			
3. Procedimento do Teste: 1. Macacos, selecionados aleatoriamente da linha de produção, devem ser capazes de passar pelos seguintes testes sem falhas: Engripamento; Distorções permanentes; Limites especificados em desenho. Não ocorrência de quebra de qualquer componente do conjunto. Fixar o macaco, fechado no dispositivo. 2. Aplicar uma carga de 500kgf no topo do suporte. 3. Iniciar o giro do eixo de elevação, a uma taxa de 15rpm, elevando a carga até o limite de abertura do macaco. 4. Baixar a carga, a taxa de 15rpm, até o limite de fechamento. Repetir os itens (3) e (4) acima por 50 ciclos completos, com uma pausa de 60 s no início e fim do curso para permitir que o sistema resfrie.			
Situação do Teste:		Engenheiro de Teste	
Aprovado <input checked="" type="checkbox"/>		(Visto e Data)	
Reprovado <input type="checkbox"/>		(Visto e Data)	
		Solicitante	

Figura 6.12 – Ensaio de Durabilidade no mancal do levantador de rodas Engeteste (2007)

Engeteste LTDA		Relatório de Teste				
Nome da Peça: Suporte		Número do Projeto:				
Cliente: _____	Aplicação: _____	Part Number:				
Número da Peça: 13.08.01	DUM:	Número do Teste: 155/02				
Responsáveis pelo Teste: Fábio						
Distribuidor: Marcio						
Tipo de Teste: Durabilidade - Programa 385076						
Norma Associada ao Teste:						
Objetivo do Teste: Teste de Durabilidade						
4. Observações durante os testes: O macaco deve apresentar um comportamento igual ao do gráfico abaixo:						
5. Dados Iniciais: Carga de Aplicada 880 kgf. Curso de Abertura 360 mm						
6. Dados Obtidos e Resultados:						
Programa 385074						
Data		Ciclos	Torque com carga		Torque após o Teste	
Inicial	Final		Asc.	Desc.	Asc.	Desc.
3/9/2002	3/9/2002	55	24,1	5,7	24,4	3,1
7. Conclusões e Comentários Finais O macaco completou todo o ciclo da norma e manteve a sua funcionalidade após o teste.						
Situação do Teste:		Engenheiro de Teste		Solicitante		
Aprovado <input checked="" type="checkbox"/>		(Visto e Data)		(Visto e Data)		
Reprovado <input type="checkbox"/>						

Figura 6.13 – Gráfico de Durabilidade no mancal do levantador de rodas Engeteste (2007)

6.4 Análise por Elementos Finitos

Foi aplicado o método de elementos finitos para descobrir se tensões aplicadas na peça “mancal do levantador de rodas” suportam as especificações solicitadas, e verificou-se através das **figuras 6.8 e 6.9** que os resultados foram positivos e sendo assim representados de forma gráfica nas **figuras 6.8 e 6.9**.

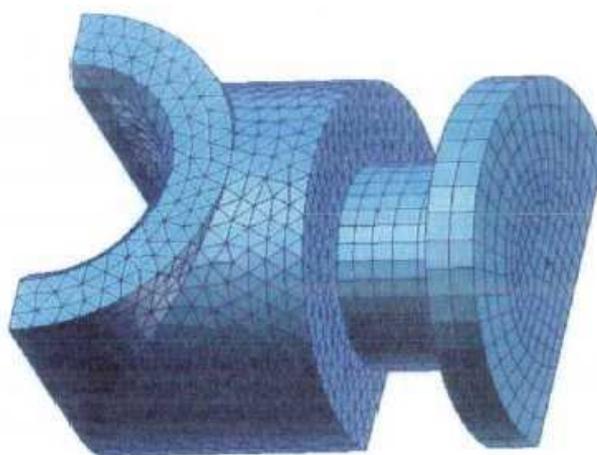


Figura 6.8 Análise dos retentores do levantador de rodas (macaco) em Zamac 5 (Peça mapeada e sem nenhum tipo de esforço de tensões)

Fonte: Engeteste (2006).

A interpretação para a **figura 6.9** é através de cores, que por sua vez estão representadas de forma progressiva ao aumento de forças aplicadas na peça. A cor vermelha é a que indica o ponto de maior fragilidade na peça, todo tipo de peça apresenta uma região que tem maior tendência a quebrar em um determinado ponto da mesma. O que se pode fazer é tentar minimizar esse modo de falha e validar através de testes.

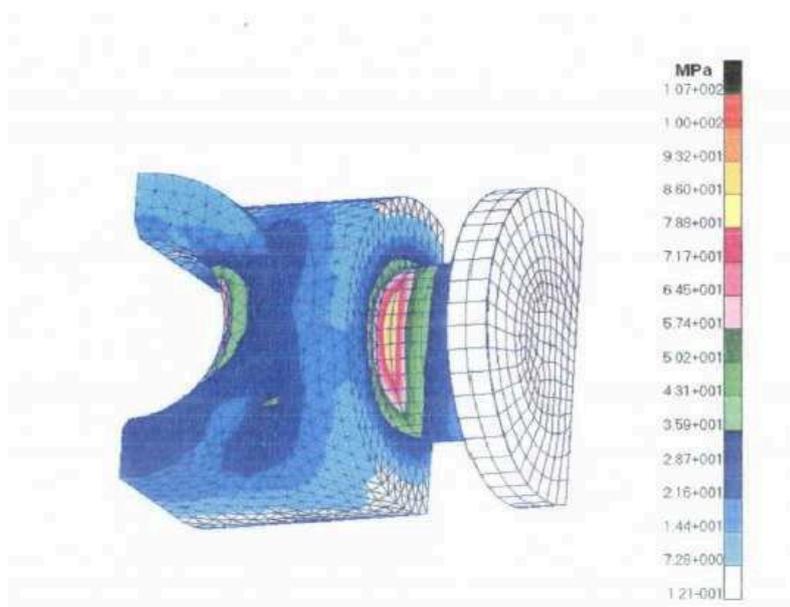


Figura 6.9 Análise dos retentores do levantador de rodas (macaco) em Zamac 5 (Peça mapeada indicando por cores as regiões de tensões)

Fonte: Engeteste (2006).

QUADRO 3: Fator ergonômico e de segurança do produto

Segurança de uso:	Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
50. Para efeitos de segurança de uso, tanto para o usuário, quanto para fabricantes:	
<input checked="" type="checkbox"/> O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, NBR, ASTM, etc. por todos os fornecedores.	5
<input type="checkbox"/> O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, ASTM, etc. pela maioria dos fornecedores.	4
<input type="checkbox"/> O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, ASTM, etc. por 50% dos fornecedores.	3
<input type="checkbox"/> O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, ASTM, etc. por somente alguns fornecedores.	2
<input type="checkbox"/> Não há fornecedores do material que utilizam normas SAE, ABNT, NBR, ASTM, etc..	1
Pontuação: 2	

51. O processamento do material considerado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Atende totalmente aos requisitos normalizados de segurança do trabalho.	5
	Atende quase que totalmente (mais de 80%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	4
	Atende a média (em torno de 50%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	3
	Atende parcialmente (em torno de 30%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	2
	Praticamente não atende (menos de 20%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	1
Pontuação: 2		
52. Quanto ao tempo de vida do produto, em condições normais de uso:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O material possui um conjunto de propriedades que permitem um amplo tempo de vida, independente das condições de uso.	5
	O material possui um conjunto de propriedades e características que permitem um amplo tempo de vida, desde que observadas as condições de uso preestabelecidas.	4
	O material possui um conjunto de propriedades e características que permitem um tempo de vida médio, independente das condições de uso.	3
	O material possui um conjunto de propriedades e características que permitem um tempo de vida médio, desde que observadas as condições de uso restabelecidas.	2
	O material possui pequena durabilidade, independente das condições em que será submetido.	1
Pontuação: 3		
53. Quanto às medidas finais do produto, com o material escolhido:		
<input checked="" type="checkbox"/>	É possível garantir que 100% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	5
	É possível garantir que 80% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	4
	É possível garantir que 60% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	3
	É possível garantir que 40% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	2
	Menos de 40% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	1
Pontuação: 3		

54. Quanto ao peso final do produto, para o material escolhido, considerando-se as dimensões do projeto:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O produto terá peso final adequado, facilitando seu transporte e manuseio.	5
	O produto terá peso final razoável, não deve dificultar seu transporte e manuseio.	4
	O produto terá peso elevado, dificultando um pouco o seu transporte, mas não o manuseio.	3
	O produto terá peso muito elevado, dificultando tanto o transporte quanto o manuseio.	2
	O produto terá peso muito elevado, sendo aconselhável procurar outro material.	1
Pontuação: 1		
Ergonomia Cognitiva:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
55. Com relação ao material utilizado no manual de informações:		
	O material permite uma impressão de qualidade, colorida e com uso de relevos.	5
	O material permite uma impressão de qualidade, colorida.	4
	O material permite uma impressão colorida, com qualidade razoável.	3
	O material permite uma impressão de qualidade, porém preto-e-branco.	2
<input checked="" type="checkbox"/>	O material não é adequado para ser utilizado como manual de informações.	1
Pontuação: 1		
56. Quanto à tecnologia necessária aos materiais utilizados na interface entre produto e usuário:		
	A interface foi projetada de forma amigável, podendo ser utilizado grande variedade de materiais.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	A interface foi projetada de forma amigável; porém existem alguns pontos onde é necessário materiais especiais, que permitam texturas e cores diferentes dos padrões.	4
	A interface foi projetada de forma amigável; porém existem alguns pontos onde é necessário materiais especiais, que permitam usos em <i>touch screen</i> (por exemplo).	3
	A interface foi projetada de forma não muito amigável; é necessário que os materiais utilizados apresentem características que permitam ao usuário facilidade de identificação de funções agregadas.	2
	A interface foi projetada de forma não amigável.	1
Pontuação: 1		

Instalações:	Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
57. Quanto ao material considerado, considerando o seu processamento e o mapa de riscos vigente:	
O mapa de riscos não precisará sofrer modificações.	5
O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos.	4
O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos e de acidentes.	3
<input checked="" type="checkbox"/> O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos, de acidentes e ergonômicos.	2
O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos, de acidentes, ergonômicos, químicos e biológicos.	1
Pontuação: 1	
58. Para o processamento do material analisado:	
<input checked="" type="checkbox"/> Não será necessário adquirir novos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual).	5
Será necessário adquirir alguns novos EPIs.	4
Será necessário adquirir um volume grande de EPIs.	3
Será necessário adquirir novos EPIs e fazer projetos de EPCs (Equipamentos de Proteção Coletiva).	2
Será necessário adquirir um volume grande de EPIs e fazer projetos de EPCs.	1
Pontuação: 2	
Usabilidade:	Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
59. Em caso de quedas e/ou acidentes, o material analisado partirá:	
<input checked="" type="checkbox"/> Muito dificilmente, o produto poderá estragar-se e não quebrará em pedaços.	5
Quebrará em pedaços grandes, não cortantes.	4
Quebrará em pedaços pequenos, não cortantes.	3
Quebrará em pedaços grandes, com arestas cortantes.	2
Quebrará em pedaços pequenos, com arestas cortantes.	1
Pontuação: 3	
60. Quanto à toxicidade do material analisado:	
<input checked="" type="checkbox"/> O material não é tóxico, em qualquer uso e/ou ambiente.	5
O material normalmente não é tóxico. Pode se tornar, dependendo das condições a que for imposto no uso. Será empregado internamente no produto.	4
O material é tóxico, porém será empregado internamente no produto.	3
O material normalmente não é tóxico. Pode se tornar, dependendo das condições a que for imposto no uso. Será empregado em partes externas do produto.	2
O material é tóxico e será empregado em partes externas do produto.	1
Pontuação: 3	

61. Quanto ao “conforto” de uso:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O material apresenta uma série de características (baixo peso específico, boa trabalhabilidade, suavidade ao toque), que o tornam agradável ao manuseio.	5
<input type="checkbox"/>	O material apresenta uma série de características (como baixo peso específico e bom trabalhabilidade), que o tornam de fácil manuseio.	4
<input type="checkbox"/>	O material apresenta características médias de toque e manuseio. Tratamentos superficiais, de preço acessível, podem melhorar este aspecto.	3
<input type="checkbox"/>	O material apresenta características ruins de toque e manuseio. Essas deficiências somente poderão ser melhoradas através de processos caros de tratamentos superficiais.	2
<input type="checkbox"/>	O material é bastante áspero e pesado. Não é indicado para produtos que serão manuseados.	1
Pontuação: 1		
Adequação / Garantia:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
62. O material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	É padronizado, e possui normas internacionais e nacionais que garantam sua qualidade.	5
<input type="checkbox"/>	Não é padronizado, mas possui normas internacionais e nacionais que garantam sua qualidade.	4
<input type="checkbox"/>	É padronizado, mas possui apenas normas internacionais que garantam sua qualidade.	3
<input type="checkbox"/>	Não é padronizado, e possui apenas normas internacionais que garantam sua qualidade.	2
<input type="checkbox"/>	Não possui normas internacionais ou nacionais que garantam sua qualidade.	1
Pontuação: 3		
63. Qual o nível de garantia oferecido pelos fornecedores, para o material escolhido?		
<input checked="" type="checkbox"/>	100% dos fornecedores emitem certificado de garantia total contra quaisquer defeitos de fabricação.	5
<input type="checkbox"/>	De 80% a 99% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	4
<input type="checkbox"/>	De 60% a 79% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	3
<input type="checkbox"/>	De 40% a 59% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 40% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	1
Pontuação: 3		

Os fatores ergonômicos e de segurança do produto totalizam 14 questões, com uma variação de 210 pontos (máximo) e 14 pontos (mínimo).

6.5 Fator econômico/financeiro

Este tópico está representado através de tabelas as vantagens e resultados obtidos através de análises de viabilidade econômica (**Tabela 6.5**).

Tabela 6.5 Viabilidade econômica na utilização do zamac comparado ao aço carbono/usinado.

Componente	USINADO		ZAMAC			Redução	Volume anual	Redução R\$/Anual
	Peso (kg)	Custo (R\$/pç)	Hora homem	Hora máquina	Custo (R\$/pç)			
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	28800	11027,88
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	432000	165418,21
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	79200	30326,67
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	72000	27569,70
200.11.0278	0,0132498	0,475682	0,027325	0,065444	0,092769	0,382913	3600	1378,48

A **tabela 6.6** mostra a análise econômica *Pay Back* e Custo unitário para averiguar a viabilidade da utilização do zamac. Dentro desta análise foi somente considerado o investimento com moldes de injeção de zamac, pois um dos fatores importantes é que a empresa em questão já possuía máquinas de injeção de zamac em seu parque fabril.

Para investimento inicial teve-se um gasto de R\$ 206.580,00 (Duzentos e seis mil e quinhentos e oitenta reais), referentes ao investimento da compra de molde para injeção de zamac como e o lucro mensal foi de R\$ 26.600,00 (vinte e seis mil e seiscentos reais), sendo assim, na substituição e nacionalização do respectivo componente que custava R\$ 2.1001 passando para R\$ 1.5300, assim um lucro por

peça de R\$ 0,57. O tipo de taxa aplicada para essa análise foi a Taxa Selic corrente do período da análise. Segundo **Hirschfeld (1984)**, na fase inicial do projeto existem inúmeras dificuldades que ocorrem para quantificação de alguns fluxos de caixa, além de muitos elementos apresentarem sensíveis às modificações no decorrer do tempo. Por isso, é sensato gerar estimativas com utilização das técnicas da Análise de Sensibilidade (Hirschfeld, 1984, pp.286-96), mediante verificação dos efeitos de variabilidades experimentais nas receitas, nos custos e/ou nas taxas “i” utilizadas, apurando conseqüentes resultados sobre o VPL, TIR e MTIR.

Tabela 6.6 Análise de viabilidade de Custo Unitário

Investimento	R\$ 206.580,00		
Lucro Mensal Total	R\$ 26.600,00		
Lucro Anual	R\$ 319.200,00		
Valor do Investimento Atualizado	R\$ 231.898,95		
Taxa de Juros Selic	1,33%		
Tempo de Retorno	8,7 Meses		
<u>INVESTIMENTO NECESSÁRIO</u>		Lucro Anual	
Moldes	R\$ 206.580,00	<u>Volumes de Produção</u>	
Selic	1,34% Ao mês		
		Gol	
		NF	560.000
<u>Material Importado</u>		Fox	280.000
Preço atual	0,51		
Euro	2,75343	2006	R\$ 133.559,18
Despesas Aduaneiras	47,00%	2007	R\$ 320.542,02
Retrabalho Fornecedor "C"	0,0359 Por pç.	2008	R\$ 724.123,78
Custo Unitário	2,1001		
<u>Proposta Nacionalização</u>			
Fornecedor "A"	2,1		
Icms (18%)	-0,38		
Pis/Cofins (9,25%)	-0,19		
Custo unitário	1,53		
Lucro	0,57	Por peça	

Tabela 6.6 Análise de viabilidade de Custo Unitário

Tabela 6.7 Análise de viabilidade PayBack			
Taxa Selic Mensal	1,34%		
Investimento	R\$ 206.580,00		
Projeto	Fox	Saving	Saldo / Pagto
Volume	560.000		
Inicial			R\$ 206.580,00
Ago./06	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 182.269,38
Set./06	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 157.634,21
Out./06	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 132.670,17
Nov./06	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 107.372,86
Dez./06	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 81.737,83
Jan./07	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 55.760,59
Fev./07	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 29.436,55
Mar./07	46.667	R\$ 26.711,84	R\$ 2.761,09
Abr./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 24.270,49)
Mai./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 51.662,93)
Jun./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 79.421,05)
Jul./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 107.549,75)
Ago./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 136.053,95)
Set./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 164.938,68)
Out./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 194.209,02)
Nov./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 223.870,12)
Dez./07	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 253.927,18)
Jan./08	46.667	R\$ 26.711,84	(R\$ 284.385,50)

Tabela 6.7 Análise de viabilidade PayBack

Também feita análise de viabilidade econômica e a partir do nono mês tem-se o retorno do capital investido, representado através da **tabela 6.7** de Pay Back.

Segundo **SÁ (2006)**, a análise na apuração de todos os custos de operações e bens produzidos ou dos serviços prestados. Sejam eles fixos ou variáveis neste método computa-se dos custos diretos de operação (matéria-prima, materiais secundários, mão-de-obra direta e etc.) os custos indiretos de operação (manutenção de equipamentos, custos de suprimentos, planejamentos e controle das operações,

controle de qualidade e etc.) Neste caso os custos fixos independente de serem diretos ou indiretos de operação são rateados de acordo com os critérios estabelecidos pela empresa.

QUADRO 4: Fator econômico e financeiro

Gestão financeira / Fluxo de caixa:		Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
25. Quanto a complexidade envolvida nas formas projetadas:		
	As formas são simples, favorecendo o uso de materiais acessíveis com produção econômica.	5
X	As formas projetadas são de pequena complexidade, favorecendo o uso de materiais acessíveis e produção com bom índice de custo/benefício.	4
	As formas são de média complexidade; algumas partes exigem materiais e processos fabris caros.	3
	As formas são complexas; em torno de 50% das partes exigem materiais e processos fabris caros.	2
	Quase todas as formas são complexas, exigindo materiais nobres e processos de fabricação especiais.	1
Pontuação: 2		
26. Quanto a energia gasta pelo material durante seu processamento:		
	A energia gasta durante o processamento eqüivale a 20% ao valor de aquisição do material.	5
X	A energia gasta durante o processamento eqüivale a 30% ao valor de aquisição do material.	4
	A energia gasta durante o processamento eqüivale a 50% ao valor de aquisição do material.	3
	A energia gasta durante o processamento eqüivale a 80% ao valor de aquisição do material.	2
	A energia gasta durante o processamento é maior do que o valor de aquisição do material.	1
Pontuação: 2		
Investimentos / impostos:		Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
27. Para o material analisado:		
	Não haverá necessidade de aquisição de máquinas, nem treinamento extra da mão-de-obra.	5
X	Haverá necessidade de aquisição de poucos utensílios e ferramentas; não haverá necessidade de treinamentos extras para a mão-de-obra.	4
	Haverá necessidade de aquisição de algumas máquinas e ferramentas; a mão-de-obra necessitará de algum treinamento extra.	3
	Haverá necessidade de aquisição de várias máquinas, gabaritos, ferramentas, etc. e a mão-de-obra precisará de algum treinamento extra.	2

Continuação do quadro 27

	Haverá necessidade de aquisição de um grande volume de máquinas e a mão-de-obra precisará ser treinada em todos os novos processos.	1
Pontuação: 2		
28. Especificamente quanto aos investimentos em recursos humanos, para o material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Não haverá necessidade de contratação de mão-de-obra específica.	5
	Haverá necessidade de contratação de alguns técnicos, sem que seja necessário promover demissões.	4
	Haverá necessidade de contratação de vários técnicos, sem que seja necessário promover demissões.	3
	Haverá necessidade de contratação de alguns técnicos, que deverão substituir outros já existentes. (promovendo pequeno número de demissões).	2
	Haverá necessidade de contratação de vários técnicos, que deverão substituir outros já existentes. (promovendo grande número de demissões).	1
Pontuação: 3		
29. Quanto ao custo de aquisição do material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	É barato, promovendo grande margem para precificação, com boa expectativa de lucro.	5
	É acessível, promovendo boa margem para precificação, com boa expectativa de lucro.	4
	É regular, promovendo margem média para precificação, com expectativa de lucro regular.	3
	É alto, promovendo estreita margem para precificação, com expectativa de lucro regular.	2
	É muito alto, há estreita margem para preços e pequena expectativa de lucro.	1
Pontuação: 3		
Fornecedores:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
30. Quanto a localização dos possíveis fornecedores do material analisado:		
	O custo de transporte do material será barato, pois há muita oferta na região.	5
	O custo de transporte do material não deverá ser caro, pois há boa oferta na região.	4
<input checked="" type="checkbox"/>	O custo de transporte do material é negociável, pois há muita oferta no país, pouca na região.	3
	O custo de transporte do material deverá ser alto, pois há pouca oferta no país.	2
	O custo de transporte do material deverá ser muito alto, pois este é importado.	1
Pontuação: 2		

31. Quanto a garantia de qualidade do material recebido:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Todos os fornecedores possuem certificação ISO 9000 e ISO 14000.	5
<input type="checkbox"/>	Todos os fornecedores possuem certificação ISO 9000, alguns possuem ISO 14000.	4
<input type="checkbox"/>	A maioria dos fornecedores possuem certificação ISO 9000, poucos possuem ISO 14000.	3
<input type="checkbox"/>	Poucos fornecedores são certificados pela ISO 9000, nenhum ainda tem ISO 14000.	2
<input type="checkbox"/>	Nenhum dos fornecedores é certificado pela ISO 9000, nem pela ISO 14000.	1
Pontuação: 2		
32. Em caso da aquisição de tipos diferentes de um mesmo grupo de materiais:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Todos os tipos podem ser obtidos do mesmo fornecedor, com certificação de qualidade.	5
<input type="checkbox"/>	A maioria dos tipos podem ser obtidos do mesmo fornecedor, com certificação de qualidade. Somente formulações especiais não poderão ser adquiridas com o fornecedor.	4
<input type="checkbox"/>	A maioria dos tipos podem ser obtidos do mesmo fornecedor, porém sem certificação de qualidade.	3
<input type="checkbox"/>	O fornecedor possui somente materiais <i>commodities</i> , com poucas variáveis. São certificados.	2
<input type="checkbox"/>	O fornecedor possui somente materiais <i>commodities</i> , poucas variáveis e não são certificados.	1
Pontuação: 2		
Capital Intelectual:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
33. Considerando a capacitação da equipe de projeto, com relação ao material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Toda a equipe de projeto conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Grande parte da equipe de projeto (em torno de 80%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	4
<input type="checkbox"/>	Boa parte da equipe de projeto (em torno de 60%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	3
<input type="checkbox"/>	Menos da metade da equipe de projeto (em torno de 40%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	2
<input type="checkbox"/>	Apenas uma pequena parte da equipe de projeto (em torno de 20%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	1
Pontuação: 1		

Estrutura de custos / margem de lucro:		Peso: Muito forte (3)___Forte (2)___Fraco (1)
34. Considerando a média de preços de produtos semelhantes e o custo de transformação do material:		
	Estima-se um lucro superior a 80% para o produto projetado.	5
	Estima-se um lucro entre 60% a 80% para o produto projetado.	4
	Estima-se um lucro entre 40% a 60% para o produto projetado.	3
X	Estima-se um lucro entre 20% a 40% para o produto projetado.	2
	Estima-se um lucro inferior a 20% para o produto projetado.	1
Pontuação: 2		
35. Considerando o nível de desperdício do material analisado:		
X	O material possui nível extremamente baixo de desperdício.	5
	O material possui nível baixo de desperdício, boa relação entre o kg manufaturado pelo kg <i>in natura</i> .	4
	O material tem nível médio de desperdício, razoável relação entre kg manufaturado e kg <i>in natura</i> .	3
	O material tem nível alto de desperdício, com fraca relação entre kg manufaturado e kg <i>in natura</i> .	2
	O material possui nível muito alto de desperdício.	1
Pontuação: 2		
Treinamentos e capacitações:		Peso: Muito forte (3)___Forte (2)___Fraco (1)
36. Para o material escolhido:		
X	Toda a mão-de-obra está perfeitamente capacitada, não sendo necessário treinamento.	5
	Grande parte da mão-de-obra (em torno de 80%) está capacitada. O restante necessita treinamento.	4
	Boa parte da mão-de-obra (em torno de 60%) está capacitada. O restante necessita treinamento.	3
	Menos da metade da mão-de-obra (em torno de 40%) está capacitada.	2
	Apenas uma pequena parte da mão-de-obra (em torno de 20%) está capacitada.	1
Pontuação: 3		

Os fatores econômicos e financeiros somam 12 questões, com uma variação de 180 pontos no máximo e 12 pontos no mínimo.

6.6 Fator ecológico/ambiental

Nos tempos atuais, a preocupação com o meio ambiente se faz necessária em todos os momentos de tomada de decisões. O uso do zamac também teve enfoque no

fator ambiental e todos os produtos lançados atualmente devem preocupar-se com essa questão, pois cada vez mais estamos rumando para a falta de recursos naturais. Sendo assim, tem-se o material zamac como uma opção reutilizável, não precisando descartá-lo com facilidade no meio ambiente, e uma grande vantagem na utilização da liga de zamac é que os elementos químicos necessários para a elaboração desta liga, são de grande abundância na natureza.

A utilização do zamac pode ser aplicada dentro de uma empresa sem que sejam causados nenhum impacto ambiental (**Tabela 6.4**).

Pode-se perceber na **tabela 6.4** que na utilização da liga de zamac a mesma não ocasiona impactos ambientais descritos na mesma tabela.

Tabela 6.4 Influências do zamac em alguns impactos ambientais

Resultado das influências dos impactos ambientais		
Tipos de Impacto	Altera	Não altera
Alteração do Solo		X
Alteração da Água		X
Alteração do Ar		X
Interferência com a comunidade		X
Esgotamento de recursos naturais		X

Fonte: Adaptado de Mallavazi (2001)

6.7 Desenvolvimento Sustentável

A utilização do zamac dentro das aplicações de fabricação de peças feitas por esta liga mostra sua grande preocupação com o desenvolvimento sustentável, por esta ter a facilidade e a disponibilidade de se reutilizar os materiais que eventualmente estiverem em excesso no processo de injeção, ou seja, é totalmente possível reaproveitar as sobras do zamac, e eventualmente, houver peças que não estejam em conformidade com relação à qualidade do produto, pode-se derretê-las e fabricá-las novamente de acordo com os requisitos de qualidade exigidos, não permitindo com isso, que tenhamos desperdício de material.

QUADRO 5: Fator ecológico e ambiental

Subprodutos:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
64. Para o material considerado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Mais de 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo, podem ser utilizados em outros produtos, dentro da própria empresa.	5
<input type="checkbox"/>	Entre 40% a 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo, podem ser utilizados em outros produtos, dentro da própria empresa.	4
<input type="checkbox"/>	Mais de 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo podem ser utilizados em outros produtos, vendidos a outras empresas.	3
<input type="checkbox"/>	Entre 40% a 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo podem ser utilizados em outros produtos, vendidos a outras empresas.	2
<input type="checkbox"/>	As sobras do processamento do material não podem ser utilizadas como subprodutos.	1
Pontuação: 3		

65. De acordo com o tipo de material analisado, considerando o seu processamento:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material é considerado de alta qualidade.	5
<input type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material é considerado de boa qualidade.	4
<input type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material é considerado de qualidade média.	3
<input type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material tem qualidade ruim, de usos restritos.	2
<input type="checkbox"/>	As sobras não são consideradas subprodutos, por terem qualidade muito ruim.	1
Pontuação: 3		

Tratamento de efluentes:	Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)	
66. Para o material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Não serão necessários investimentos extras com tratamentos de efluentes sólidos, líquidos ou gasosos.	5
<input type="checkbox"/>	Será necessário pequeno investimento para tratamentos de efluentes de um dos tipos: sólidos, líquidos ou gasosos.	4
<input type="checkbox"/>	Será necessário investimento médio para tratamentos de efluentes de dois dos tipos: sólidos, líquidos ou gasosos.	3
<input type="checkbox"/>	Será necessário investimento alto para tratamentos de efluentes dos tipos: sólidos, líquidos e gasosos.	2
<input type="checkbox"/>	Será necessária a construção de estações de tratamentos de efluentes, de alto valor.	1
Pontuação: 3		
67. Quanto ao grau de toxidade dos efluentes (considerando efluentes sólidos, líquidos ou gasosos):		
<input checked="" type="checkbox"/>	Todos os tipos de efluentes possuem grau nulo ou muito baixo de toxidade.	5
<input type="checkbox"/>	Um dos tipos de efluentes possui grau médio de toxidade, os demais possuem grau muito baixo.	4
<input type="checkbox"/>	Dois dos tipos de efluentes possuem grau médio de toxidade, o restante grau baixo.	3
<input type="checkbox"/>	Todos os tipos de efluentes do processo possuem grau médio de toxidade.	2
<input type="checkbox"/>	Um ou mais dos tipos de efluentes possuem grau alto de toxidade.	1
Pontuação: 3		

Reaproveitamento e reutilização:		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
68. Para o material analisado será possível:		
<input checked="" type="checkbox"/>	A reutilização de 80% a 100% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	5
<input type="checkbox"/>	A reutilização de 60% a 79% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	4
<input type="checkbox"/>	A reutilização de 40% a 59% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	3
<input type="checkbox"/>	A reutilização de 20% a 39% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	2
<input type="checkbox"/>	A reutilização de menos de 20% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	1
Pontuação: 3		
69. O material considerado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	É 100% reciclável. Existe volume grande de empresas que o reciclam e o comercializam no país, algumas na mesma região.	5
<input type="checkbox"/>	É 100% reciclável. Existe volume grande de empresas que o reciclam e o comercializam no país, nenhuma na região.	4
<input type="checkbox"/>	É 100% reciclável, com poucas empresas que o reciclam e o comercializam no país.	3
<input type="checkbox"/>	Não é totalmente reciclável, mas permite muitos outros usos.	2
<input type="checkbox"/>	Não é reciclável.	1
Pontuação: 3		
70. Quanto ao uso do material após reciclagem, e seu consumo de energia:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O material, após reciclado, pode ser utilizado para os mesmos fins que o produto original; seu consumo de energia no processo de reciclagem é baixo.	5
<input type="checkbox"/>	O material após reciclado pode ser utilizado para os mesmos fins que o produto original; porém seu consumo de energia no processo de reciclagem é elevado.	4
<input type="checkbox"/>	O material após reciclado não pode ser utilizado para os mesmo fins que o produto original; seu consumo de energia no processo de reciclagem é baixo.	3
<input type="checkbox"/>	O material após reciclado não pode ser utilizado para os mesmos fins que o produto original e seu consumo de energia no processo de reciclagem é alto.	2
<input type="checkbox"/>	O material não pode ser reciclado.	1
Pontuação: 3		

Normalização: x		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
71. O material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Possui normas reguladoras de qualidade e todos os fornecedores são certificados pela ISO 14000.	5
	Possui normas reguladoras e a metade dos fornecedores são certificados pela ISO 14000.	4
	Possui normas reguladoras de qualidade, poucos fornecedores (40%) são certificados pela ISO 14000.	3
	Possui poucas normas reguladoras de qualidade e apenas alguns fornecedores (menos de 20%) são certificados pela ISO 14000.	2
	Não possui normas reguladoras e nenhum de seus fornecedores são certificados pela ISO 14000.	1
Pontuação: 3		
Impacto ambiental: x		Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)
72. O material analisado:		
	Tem baixíssimo nível de impacto ambiental, pois é 100% reciclável e seu processamento gasta pouca energia.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Tem baixo impacto ambiental, é 100% reciclável e seu processamento não gasta muita energia.	4
	Tem um impacto ambiental médio, além de não ser 100% reciclável, gasta uma quantidade considerável de energia no seu processamento.	3
	Tem alto impacto ambiental, pois não é 100% reciclável e gasta muita energia no seu processamento.	2
	Tem altíssimo impacto ambiental, não é reciclável e gasta muita energia no seu processamento.	1
Pontuação: 3		
73. Quanto do desuso do produto, o material utilizado:		
	É biodegradável, causando baixo nível de impacto ambiental.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Com tratamentos simples, não polui o meio-ambiente.	4
	Não polui o meio-ambiente desde que seja tratado de modo especial.	3
	É poluidor, mas pode ser usado em outros fins para aumentar sua sobre vida.	2
	É altamente poluidor e não pode ser usado para outros fins, pois também é tóxico.	1
Pontuação: 3		

74. Quanto ao impacto causado na extração (obtenção) e processamento do material considerado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento podem ser considerados como ecologicamente corretos.	5
<input type="checkbox"/>	A obtenção pode ser considerada como ecologicamente correta, mas o processamento gera alguns resíduos de difícil tratamento.	4
<input type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento geram alguns resíduos de difícil tratamento.	3
<input type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento geram uma quantidade média de resíduos de difícil tratamento.	2
<input type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento geram muitos resíduos de difícil tratamento.	1
Pontuação: 3		

Os fatores ecológicos e ambientais totalizaram 11 questões, com uma variação de 165 pontos (máximo) e 11 pontos (mínimo).

6.8 Fator estético e de apresentação do produto

As peças produzidas com a matéria-prima zamac têm boa durabilidade resistindo a vários tipos de testes mecânicos, e, além disso, também apresentam excelente acabamento superficial, essa também é uma grande vantagem devido não precisar associar mais nenhum tipo de acabamento superficial para evitar oxidações.

É possível obter peças com texturas diversas, confeccionando molde com o tipo e grau de textura desejado para que se tenha um processo onde se produza várias peças com a mesma repetibilidade de aspecto visual.

QUADRO 6: Fator estético e de apresentação do produto

Forma:		Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
37. O material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	É de ótima trabalhabilidade, favorecendo o uso de formas orgânicas e/ou curvas.	5
	É de boa trabalhabilidade, não prejudicando o uso de formas orgânicas e/ou curvas.	4
	Tem trabalhabilidade regular, dificultam alguns processos com formas orgânicas e/ou curvas.	3
	Tem trabalhabilidade ruim, dificultando o uso em formas orgânicas e/ou curvas.	2
	Tem péssima trabalhabilidade, não podendo ser usado em formas complexas.	1
Pontuação: 2		
38. Quanto a relação entre a forma projetada e o material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O material é adequado à produção da forma projetada, sem necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões, mantendo-se a tolerância e as dimensões originais.	5
	O material é adequado à produção da forma projetada, sem necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões; porém com alterações na tolerância e nas dimensões originais.	4
	O material pode ser produzido da forma projetada, porém há necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões. Pode ser mantida a tolerância e as dimensões originais.	3
	O material pode ser produzido da forma projetada, porém há necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões e haverá alterações na tolerância e nas dimensões originais.	2
	O material não é adequado para a forma desejada.	1
Pontuação: 3		
39. Em relação à aparência final do projeto, utilizando-se o material considerado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O produto fica perfeitamente adequado ao estilo previamente definido a partir do público-alvo.	5
	O produto fica adequado ao estilo previamente desejado e definido a partir do público-alvo.	4
	Com pequenos ajustes, fica perfeitamente adequado ao estilo previamente definido pelo público-alvo.	3
	Com ajustes, fica razoavelmente adequado ao estilo previamente definido a partir do público-alvo.	2
	O produto não fica adequado ao estilo previamente definido pelo público-alvo.	1
Pontuação: 3		

40. Considerando os fatores condicionantes do estilo em um produto, usando o material considerado:		
	Será possível perceber claramente a mensagem e o simbolismo pretendidos.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Será possível perceber a mensagem e o simbolismo pretendidos.	4
	Mediante tratamentos superficiais, será possível perceber a mensagem e o simbolismo pretendidos.	3
	Mesmo com tratamentos superficiais, não ficará claro a mensagem e o simbolismo pretendidos.	2
	O material é incompatível com a mensagem e o simbolismo pretendidos.	1
Pontuação: 2		
Tendências:		Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
41. Considerando as tendências para quando o produto será lançado, o material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Está perfeitamente adequado.	5
	Está adequado.	4
	Está adequado, mas necessitam de tratamentos superficiais e/ou demais ajustes.	3
	Mesmo com tratamentos superficiais e/ou demais ajustes, não há certeza de que estará adequado.	2
	Está inadequado.	1
Pontuação: 3		
42. Em relação à tendência de obsolescência do produto:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O produto tem a tendência de ficar obsoleto apenas fisicamente, tendo longo tempo de vida.	5
	O produto tem a tendência de ficar obsoleto tecnologicamente, tendo um tempo de vida médio.	4
	O produto deve ficar obsoleto tanto física Quanto tecnologicamente. Tempo de vida é pequeno.	3
	O produto tem a tendência de ficar obsoleto esteticamente, com curto tempo de vida.	2
	O produto tem curtíssimo tempo de vida.	1
Pontuação: 2		

Informações:		Peso: Muito forte (3)_Forte (2)_Fraco (1)
43. Quanto ao grau de informação necessário sobre o material utilizado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	O material não é tóxico; se quebrar não apresenta arestas cortantes, é reciclável, etc. É um material muito conhecido, não havendo necessidade de informações específicas sobre ele.	5
<input type="checkbox"/>	O material não é tóxico; se quebrar não apresenta arestas cortantes, é reciclável, etc.. É um material pouco conhecido, de modo que é necessário que essas informações constem no produto.	4
<input type="checkbox"/>	O material apresenta alguns problemas (toxidade, arestas cortantes, etc.). É um material bastante conhecido. Essas informações devem constar, mas não há necessidade de estarem em local de destaque.	3
<input type="checkbox"/>	O material apresenta alguns problemas (toxidade, arestas cortantes, etc.). É um material pouco conhecido. Essas informações devem constar em local de destaque.	2
<input type="checkbox"/>	O material possui graves problemas como emissões tóxicas, periculosidade, etc.. Deve vir acompanhado de um guia específico de segurança.	1
Pontuação: 3		
44. Quanto ao nível de informação do material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Possui diversos bancos de dados, em português, com informações	5
<input type="checkbox"/>	Possui bons bancos de dados, a maioria em línguas estrangeiras, com informações detalhadas.	4
<input type="checkbox"/>	Possui poucos bancos de dados, tanto em português quanto em outras línguas. Os bancos de dados possuem informações detalhadas, todas fornecidas pelos fabricantes do material.	3
<input type="checkbox"/>	Possui poucos bancos de dados, nenhum em português.	2
<input type="checkbox"/>	As informações a respeito do material são escassas. Algumas situações de uso não são relatadas, o que exige que se façam alguns testes complementares antes de se lançar o produto no mercado.	1
Pontuação: 2		
45. Quando do projeto e pré-escolha, o nível de informação à respeito das características do material era:		
<input checked="" type="checkbox"/>	Muito bom em toda a equipe de projeto, assim como do pessoal administrativo e do chão-de-fábrica.	5
<input type="checkbox"/>	Muito bom em toda a equipe de projeto e chão-de-fábrica.	4
<input type="checkbox"/>	Muito bom em toda a equipe de projeto e regular no chão-de-fábrica.	3
<input type="checkbox"/>	Regular par a equipe de projeto e para o chão-de-fábrica.	2
<input type="checkbox"/>	Nem a equipe de projeto, nem a de chão-de-fábrica conhece bem o material.	1
Pontuação: 2		

46. Quanto a relação entre as cores desejadas para o produto e o material analisado:		
	Todas as cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	5
X	Em torno de 80% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	4
	Em torno de 60% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	3
	Em torno de 40% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	2
	Menos de 40% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	1
Pontuação: 1		
47. Para o analisado, o material deverá ser do produto		
	Apenas pintado ou pigmentado. Pode ser fornecido pelo cliente.	5
	Deve ser pigmentado e posteriormente ainda será pintado.	4
X	Deve ser pigmentado, aditivado e posteriormente ainda será pintado.	3
	Deve possuir efeitos mascaradores – imitará outro material em parte do produto.	2
	Deve possuir efeitos mascaradores – imitará outro material em todo o produto.	1
Pontuação: 2		
48. Em relação ao uso do produto, as tintas usadas:		
X	Poderão ser comuns, pois o material tem boa aderência e será usado em ambientes não insalubres.	5
	Exigem-se tratamentos anteriores à pintura para melhorar a aderência do material. O produto será usado em ambientes não insalubres.	4
	Exigem-se tratamentos anteriores à pintura, pois embora o material tenha boa aderência, o produto será usado em ambientes insalubres.	3
	Exige-se um programa completo de tratamentos na superfície para melhorar a aderência do material; o produto será usado em ambientes insalubres. As tintas devem ser especiais.	2

Continuação do quadro 48

	Deve-se usar em todo produto tintas especiais, aditivadas. No produto, exigem-se tratamentos superficiais, tanto antes, quanto depois da pintura. O ambiente de uso será muito insalubre.	1
Pontuação: 2		
Integração projetual:	Peso: Muito forte (3) __ Forte (2) __ Fraco (1)	
49. Considerando todo o ciclo de desenvolvimento do produto, o material analisado:		
<input checked="" type="checkbox"/>	É adequado, tanto para a produção otimizada, quanto para as exigências estéticas e de marca.	5
<input type="checkbox"/>	É adequado para a produção otimizada e parcialmente adequado para as exigências estéticas.	4
<input type="checkbox"/>	É parcialmente adequado, tanto para a produção otimizada, quanto para as exigências estéticas.	3
<input type="checkbox"/>	Somente é adequado, parcialmente, para a produção otimizada. Para os efeitos estéticos necessários Necessitará de trabalhos adicionais e custosos.	2
<input type="checkbox"/>	Não é adequado nem para a produção otimizada, nem para as exigências estéticas e de marca.	1
Pontuação: 3		

Os fatores estéticos e de apresentação do produto totalizam 13 questões, com uma variação de 195 pontos no máximo e 13 pontos no mínimo.

Deste modo, a variação final, considerando os seis grupos de fatores desdobrados, resulta em um total de 1110 pontos. Quanto mais próximo desse valor estiver o material analisado, mais adequado ao uso em específico este será. Por outro lado, quando mais próximo do valor mínimo (74 pontos), menos adequado será. A colocação dos pesos é de responsabilidade exclusiva da equipe de projeto, não tendo obrigatoriedade. Caso a equipe de projeto deseje considerar todos os desdobramentos com o mesmo grau de importância, poderá somar apenas a

pontuação direta, sem a multiplicação pelos pesos, resultando em uma variação de 370 pontos (máximo) e 74 pontos (mínimo).

Para viabilizar quadros auxiliares aplicado em um caso real, é necessária uma abordagem interdisciplinar. Para isso, pode ser utilizada a ferramenta 5W2H, definindo-se onde e com quem se obtém as informações necessárias para responder adequadamente cada questão presente nos quadros auxiliares.

Cabe ressaltar, que as tabelas tratam apenas de um exemplo, para melhor compreensão dos objetivos pretendidos. Os profissionais responsáveis (ou melhores indicados) para cada desdobramento, assim como os departamentos ou setores indicados variam muito de empresa para empresa.

7. CONCLUSÕES

Diante dos objetivos delineados, pode-se dizer que os mesmos foram atingidos tanto na pesquisa de levantamento, como na pesquisa-ação.

Na empresa estudada, a utilização do zamac possibilitou o aumento de competitividade, redução de custo e redução de desperdícios, além disso foi possível atender as necessidades legais pertinentes ao meio ambiente.

Os resultados obtidos mostraram que a implementação da utilização da liga de zamac, contribuiu para um aumento na satisfação dos clientes no âmbito de tornar-se claro que a empresa em questão a preocupação e um potencial de estar sempre buscando melhorar e aperfeiçoar seus produtos, tendo com isso excelente competitividade perante outras empresas do mesmo ramo de atividade.

Ao decidir pelo uso da liga de zamac foi possível perceber dentre outras vantagens que este é um material de baixo ponto de fusão que apresenta alta resistência mecânica e boas propriedades de fundição além de outras.

A liga de zamac possibilita a obtenção de peças de formato complexo, com ótimo acabamento superficial, podendo assim passar por processos de pintura e acabamento superficial sem apresentar nenhuma anomalia e ainda mantém bom desempenho.

Hoje, sua aplicação por processos de injeção a quente confere grande facilidade de produção de peças, além de oferecer pouco desgaste do molde de injeção. Existem várias especificações normalizadas (Zamac 3, Zamac 5, etc.) relatando sobre a liga

de zamac onde em geral citam a percentagem de alumínio de 4% e uma combinação de outros elementos que são o magnésio e o cobre, que são adicionados para dar uma boa propriedade mecânica, fundibilidade e boa estabilidade à peça.

Um ponto bastante relevante é o de poder confeccionar várias peças em somente um ciclo de injeção, isso deve variar pela quantidade de cavidades projetadas na construção do molde, ou seja, quanto mais cavidades maior a produtividade na fabricação de peças.

Além de a matéria-prima e os elementos químicos que compõem a liga de zamac serem totalmente reutilizáveis, ela também pode ser encontrada em farta quantidade no meio ambiente.

- No quesito **máquina**, pode-se observar que, na substituição do processo convencional de uso do material aço carbono era utilizado várias operações de fabricações com máquinas de processos produtivos, como por exemplo: usinagem variadas. Tamboreamentos, e tratamentos superficiais para evitar oxidações no produto. E foram substituídas por somente um tipo de equipamento, a injetora de zamac, e a mesma vem ganhando espaço dentre os processos produtivos na otimização de processos convencionais já existentes.

- No quesito **Mão-de-obra**, a fabricação de peças injetadas em zamac conta com grande benefício no baixo custo da mão-de-obra utilizada neste processo, porque devido a estes serem semelhantes, não é necessário a contratação de mão-de-obra

específica, ou seja, podem-se utilizar os mesmos funcionários que operam máquinas de injeção de plásticos já existentes na empresa em questão.

- No quesito **Medida**, a peça fabricada através do processo de injeção de zamac garante as mesmas qualidades de requisitos de especificações dimensionais que as peças fabricadas por processos onde se utilizava aço carbono. O processo de injeção de zamac é muito conhecido como um processo que possibilita a confecção de peças complexas no âmbito de atendimento de especificações de engenharia, como por exemplo: peças de dimensão e de geometrias difíceis de serem elaboradas fisicamente. Além de possibilitar estabilidade dimensional para com as medidas solicitadas em desenhos de produtos. Assim, atende com facilidade as especificações de engenharia e até mesmos atendendo as exigências dos clientes.

- No quesito **Método**, tem-se como método aplicado para a realização e aplicação do uso do zamac as mesmas técnicas aplicadas na fabricação de peças que já são injetadas em plásticos na empresa em questão, e por se tratar de um processo similar com pequenas particularidades, a metodologia pode ser utilizada a mesma.

- No quesito **Meio-ambiente**, é sem dúvida um fator bastante relevante nesta tomada de decisão pela substituição de um produto que antes era fabricado por aço carbono, um material de larga utilização mundial, e agora por um material de zamac, que é uma liga em crescente conhecimento, que está sendo cada vez mais aplicada em processos de produção de peças de diversos seguimentos, sendo assim, a atenção ao meio-ambiente faz-se necessária para que não se cometesse nenhuma negligência quanto ao uso do produto prejudicando a natureza.

Um dos grandes benefícios do zamac em relação à utilização do aço carbono é sua capacidade de reutilização, e os prejuízos são praticamente nulos, exceto se o material em questão se misturar com outra substância desconhecida e incompatível ao processo.

- No quesito **Matéria-prima**, destaca-se a utilização do zamac, por ser de fácil aquisição e por seus elementos químicos serem de grande abundância na natureza. A peça fabricada pelo processo de injeção de zamac, tem a capacidade de se produzir com paredes de espessuras finas, quando que em outros tipos de processos convencionais isto acaba sendo um problema muito sério, por não se ter garantias de atendimento a especificação.

- No quesito **social e mercadológico**, o fator **social** tem a preocupação com a tratativa do uso de recursos naturais, pois deve se atentar em preservar as reservas naturais existentes garantindo a permanência da matéria-prima na natureza.

No âmbito **mercadológico** é fato que, precisamos nos preocupar com a disponibilidade de matéria-prima para a fabricação de produtos, sempre com a visão futura da existência, bem como sua continuidade de produção para a confecção de produtos que ora seja homologada a utilização desse material no processo.

Essa preocupação vem de encontro com a permanência do produto lançado no mercado, pois se algum dia vier a faltar matéria-prima suficiente para a fabricação do produto, este está impedido, temporário ou definitivamente de ser fabricado.

- No quesito **ergonômico e de segurança do produto**, pensando na durabilidade relacionada à segurança do produto, foram feitos diversos testes de resistência à

tração, que tem por objetivo avaliar a resistência mecânica da peça em questão, simulando a real utilização no momento de solicitação da função do veículo. E os produtos fabricados com materiais de ligas de alumínio tiveram excelente *performance* na sua atuação atingindo índices até maiores do que o esperado.

Ainda na questão durabilidade foi realizado testes em laboratórios de ensaios mecânicos e de durabilidade, para validar o processo de substituição dos materiais que antes somente eram confeccionados em aço carbono por ligas de zamac.

Os relatórios apresentados no capítulo 6, evidenciam a excelente *performance* apresentada nos testes realizados nas peças de zamac.

Pode-se concluir que, tendo o material feito em zamac atendido a todas as especificações impostas e sendo um material de processo de fabricação mais barato optou-se pela utilização da liga metálica de zamac.

8. REFERÊNCIAS

ABAL, Manual técnico – Alumínio para Futuras Gerações. Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), São Paulo, Novembro de 2002.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001 - Sistemas de Gestão Ambiental – Especificações e Diretrizes para Uso. Rio Janeiro de 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14004 - Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio. Rio de Janeiro, Outubro de 1996.

ALBUQUERQUE, Jorge C. O Plástico na Prática. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1999.

ANDREW, J.; SIRKIN, H., Payback – No livro, A recompensa da inovação, edição. 1 editora Campus, São Paulo, abril de 2007

ANGELONI, M. T., (2003), Elementos intervenientes na tomada de decisão. Brasília Ci. Inf., Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-22, jan./abr. 2003.

ARGYRIS, Chris. Teaching Smart People How to Learn. Harvard Business Review on Knowledge Management. Harvard Business School Press, USA, p. 81 – 108, 1998.

ASTM B 240 – 05, Standard specification for Zinc and Zinc-aluminum (ZA) Alloys in ingot form for foundry and Die Castings, 2005.

BACK, Nelson; FORCELLINI, Fernando. Projeto para Manufatura. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 1999. (Material didático da disciplina Projeto Conceitual, do curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina – 1999.

BANA, A.C., e COSTA (2006), Como melhorar a tomada de decisão nas organizações?, Princípios, Metodologia, e casos reais, Fortaleza, Março de 2006.

BAXTER, Mike. Projeto de Produto. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998.

BLANCHARD, B.; FABRYCKY, W. Systems Engineering and Analysis. New Jersey: Prentice Hall, 1990.

BRYMAN, A.. Research Methods and organization studies. London: Routledge, 1989.

BS EN 1179: 2003. “Brith Standard - Zinc and Zinc Alloy Primary” Zinc, Designations, Marking, and Color Codes. Rev.2003.

COSTA NETO, P. L. O. – Decisões na Gestão da qualidade: do livro COSTA NETO, P.P.O (Coordenador) – Qualidade e Competência nas decisões, São Paulo: Editora - Edgard Blücher, 2007.

COSTA, Darciano da. Design e Mal-estar. Porto (Portugal): Porto, 1998. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão). 1998.

CHRISTENSEN, Clayton M. The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. HBS Press, Boston, 1997.

DAIMLER CRYSLER CORPORATION et al. Planejamento avançado da qualidade do produto e Plano de controle- APQP. Ed. IQA - Instituto da Qualidade Automotiva, 1997.

DAVENPORT, Thomas; PRUSAK, Laurence. Conhecimento Empresarial: Como as Organizações Gerenciam o Seu Capital Intelectual – Métodos e Aplicações Práticas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DIE CASTING, - Fundição de zamac apresentado com baixo ponto de fusão, Disponível em www.diecasting.org/dce, São Paulo, acessado em março de 2007.

DIE CASTING, - Preservação dos moldes de injeção, apresentando pouco desgaste aos moldes de injeção. Disponível em www.diecasting.org/dce, São Paulo, acessado em março de 2007.

DIECASTING - Ligas de Alumínio - Especificação de liga de alumínio para fundição. Disponível no site <http://www.diecasting.org/dce>. Acessado em 16 de novembro de 2006.

DIETER, George E. Materials Selection and Design. Chairman Vol. 20, University of Maryland, 1997.

DORMER, Peter. Os Significados do Design Moderno. Porto (Portugal): Ed. Porto, 1995. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão).

DOWLING, N. E., 1998, Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue, Prentice Hall. Rev.1998.

DUFOUR, Carlos Alvarado. Estudo do Processo e das Ferramentas de Re-projeto de Produtos Industriais, como Vantagem Competitiva e Estratégica de Melhoria Constante. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 1996. (Dissertação de mestrado – Programa de Pósgraduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina), 1996.

DUSENBERY, 1877 “Camara de pressão por Orifício”. E racionalidade. Rio de Janeiro : Qualitymark, 1999.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Aurélio Século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FERROLI P.C.M., Método auxiliar para a escolha de materiais em seis fatores: Suporte ao design de produtos industriais. Florianópolis maio de 2004.

FERROLI, Paulo Cesar M. Balanceamento do Sistema Produtivo de Farinhas e Óleos: Fábricas de Subprodutos de Origem Animal. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 1999. (Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina),1999.

FULMER, Robert M; GIBBS, Philip; KEYS, J. Bernard. The Second Generation Learning Organizations: New Tools for Sustaining Competitive Advantage. Organization Dynamics, Autumn, EUA, p. 7 – 19, 1998.

FUNDEP E UFMG – Fundação do desenvolvimento da pesquisa e universidade federal de minas gerais - Aplicação das ligas de zamac. Fundação do desenvolvimento da pesquisa. Disponível em www.fundep.ufmg.br , Minas Gerais, acessado em 11 de novembro de 2006 as 19:00.

GARCIA, Marlise Dellamora. Uso Integrado das Técnicas de HACCP, CEP e FMEA. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: PPGEP-UFRGS, 2000. (Dissertação de

mestrado profissionalizante – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

GENE O.C.P.E., - Zinc Alloys castings 1a.Ed. 1992 ILZRO.

GIL, A.L., Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

GUTIERREZ, G. L. Gestão comunicativa: maximizando criatividade H.H. Franklin Co (1904).

GRANT, Robert M. Contemporary Strategic Analysis: Concepts, Techniques, Application. Blackwell, Lake Oswejo, 1998.

GRIPPI, Sidney. Lixo – Reciclagem e sua História. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

HARMON, Roy L. Reinventando a Fábrica II. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

HARRINGTON, H. James; HARRINGTON, James S. Gerenciamento Total da Melhoria Contínua. São Paulo: Makron Books, 1997.

HIRSCHFELD, H. Engenharia Econômica. São Paulo, Atlas, 1984. 3a.Ed. 440p.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Zamac>, Histórico do surgimento do zamac, bem como suas propriedades mecânicas e físicas, e aplicações. São Paulo, Acessado em julho de 2007.

<http://www.minaszinco.com.br/ambiente.htm>, Definição de zamac e seus elementos, São Paulo 2007, acessado ao site em agosto de 2007.

JESUS C.A.G., Descoberta e aplicações do Zinco, Minas Gerais março de 2006.

JURAN, J. M. A Qualidade Desde o Projeto. São Paulo: Pioneira, 1992.

KOTLER, Philip. Administração de Marketing. São Paulo: Atlas, 1996.

LIMA H.M.; VASCONCELOS L., Integração da participação no processo de tomada de decisão referente a projetos de engenharia - Ambiente & Sociedade – Vol. IX nº. 2 jul./dez. 2006, São Paulo 2006.

LOTTI, Raquel; MACHADO, André,W; MAZZIERO Enio T. ; LANDRE Janes J. , Aplicabilidade científica dos elementos finitos. v.11 n.2, Maringá Paraná, Abril de 2006

MALAVAZI J., Apostila de fundição sob pressão de alumínio. São Paulo, setembro de 2001 – 5ª. Revisão.

MALLAVAZI, J. 2005 “Processes of Casting under Pressure”. Aluminum Metallurgy and Alloyed - Aluminum to Application in Fundiction Process, 9a.ed. Jan 2005.

MANZINI, Ezio. A Matéria da Invenção. Porto (Portugal): Ed. Porto, 1993. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão). 1993.

MEGGIOLAR M.A.; Castro J.T.P. Desenvolvimentos na automação do projeto à fadiga sob carregamentos complexos, II Seminário de mecânica da fratura – ABM 96, outubro de 1996.

MEREDITH, J. R; MANTEL JR, S. Project Management: A Managerial Approach. New York: Wiley, 2000.

MIGUEL D.F., Técnicas para tomada de decisão. São Paulo 2008.

OLIVEIRA, João Hélio Rigui de. M.A.I.S.: Método para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade Organizacional. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 2002. (Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina). 2002.

PALADY, Paul. FMEA – Análise dos Modos de Falhas e Efeitos, Prevendo e Prevenindo Problemas Antes que Ocorram. 3ª ed. São Paulo: IMAM, 2004.

PAULI, Gunter. Emissão Zero: A Busca de Novos Paradigmas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

Pay Back – Análise entre o tempo de investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento, Disponível em www.wikipédia.com.br – acessado em junho de 2008.

PLASTIVIDA.ORG. BR. Reciclagem do Plástico. Disponível em <plastivida.org.br>. Acesso em Fevereiro de 2007.

QUELCH, John. Pensar Localmente, o Novo Paradigma. HSM Managment. São Paulo: Savana, nº 25, p. 40-48, Março-abril de 2001. (Revista bimestral).

QS 9000 Requisitos do sistema da qualidade, Segunda edição brasileira, outubro de 1998.

RAMOS, Alberto Guerreiro. A Nova Ciência das Organizações – Uma Reconceituação da Riqueza das Nações. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1989.

SALM, José Francisco; MENEGASSO, Maria Ester. Organizações em aprendizagem. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 2001. (Material didático da disciplina Organizações em aprendizagem, do curso de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).

SANTOS, Flávio Anthero Nunnes Vianna dos; FERROLI, Paulo Cesar Machado. Ecodesign: uma questão de especificação do produto ou uma mudança de conceito? In.: P&D – Pesquisa e Desenvolvimento – Design. Anais eletrônicos em CD-ROM. Brasília: outubro de 2002.

SANTOS, J. W., Decisões Fatais. São José dos Campos 2006.

SÁ, C.A., O método de custeio por absorção e método de custeio por variável, São Paulo, 2006.

SENGE, Peter. A Quinta disciplina. São Paulo: Best Seller, 1990.

STEMMER, Gaspar Erich. Ferramentas de Corte. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.

STRUNK, Gilberto. Viver de Design. Rio de Janeiro: 2AB Editora, 2001.

TABELA PERIÓDICA - Propriedades mecânicas, físicas e descobertas de aplicações da liga de alumínio. Disponível em www.tabelaperiodica.hpg.ig.br/al.htm, São Paulo, acessado em 07 de novembro de 2006. às 22:30.

TOLEDO, N. N. - Decisões na gestão de projetos: do livro COSTA NETO, P.P.O (Coordenador) – Qualidade e Competência nas decisões, São Paulo: Editora - Edgard Blücher, 2007.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 1997.

THIOLLENT, M.. Pesquisa-ação nas organizações. São Paulo: Atlas, 1997.

VALERI, Sandro G. Estudo do Processo de Revisão de Fases no Processo de Desenvolvimento de Produtos em uma Indústria Automotiva. São Carlos: PPGEP-SC, 2000. (Dissertação de mestrado – PPGEP da Universidade de São Carlos).

VERGARA, S. C.. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas: 2004.

VOTORANTIM – Empresa fabricante de matéria-prima zamac - Ligas de zamac, Disponível em www.votorantim.com.br – acessado em dezembro de 2007.

WESTBROOK, R.. Action Reserch: a new paradigm for research in production and operations management. Bradford: International Jorurnal of Operations & Production Management, 1995.

WIREMAN, J. Mechanical Engineering Design. Industrial Press, USA, 1998.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 01 – Ensaio comparativo de resistência a tração com dois tipos de materiais (Zamac e Aço Carbono).

Engeteste LTDA

Ensaio Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 9/1/2007

*Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .*

DATA DE RECEBIMENTO : 04/01/07

INICIO DA ANÁLISE : 08/01/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 79803
SOLICITANTE : Daniel
PRODUTO : Mancal Roscado em Zamac 5
Nº PRODUTO : 13.04.xx

ENSAIO DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO

INTRODUÇÃO: Foram enviadas para o laboratório ,duas amostras de mancal e submetidos a ensaio de resistência para avaliação da rosca.

As peças foram submetidas a cargas intercaladas de 200 em 200 Kgf até a deformação final plástica da rosca .A carga iniciou-se com 1000 Kgf.

MANCAL - AÇO TREFILADO		MANCAL - ZAMAC 5	
Carga Aplicada	Resultado	Carga Aplicada	Resultado
1000 KGF	OK	1000 KGF	OK
1200 KGF	OK	1200 KGF	OK
1400 KGF	OK	1400 KGF	C/1495Kgf Quebra
1600 KGF	OK	1500 KGF	de uma das abas
1800 KGF	OK	1700 KGF	OK
2000 KGF	OK	1900 KGF	OK
2200 KGF	OK	2100 KGF	OK
2400 KGF	OK	2300 KGF	OK
2600 KGF	OK	2500 KGF	OK
2800 KGF	OK	2700 KGF	OK
3000 KGF	OK	2900 KGF	OK
3200 KGF	OK	3100 KGF	OK
3400 KGF	OK	3300 KGF	OK
3600 KGF	OK	3500 KGF	OK
3800 KGF	OK	3700 KGF	OK
4000 KGF	OK	3900 KGF	OK
4200 KGF	OK	4100 KGF	Travou a Rosca
4400 KGF	OK		
4600 KGF	OK		
4800 KGF	OK		
5000 KGF	Iniciou Trava da Rosca		
5200 KGF	Travou a rosca		

Conclusão:Os dados acima tem efeito Informativo.

Resultado: Aprovado

Analista de Laboratório
MARCOS

Obs: Embora a peça com o material zamac não teve a mesma performance do que a peça com aço carbono a mesma encontra-se aprovada, por estar atendendo a especificação

9.2 Anexo 02 – Ensaio microscópio de porosidade.

Engeteste LTDA

Ensaio Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 12/4/2007

*Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .*

DATA DE RECEBIMENTO : 12/04/07

INICIO DA ANÁLISE : 12/04/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 89756

SOLICITANTE : Marcelo

PRODUTO : Terminal de zamac

Nº PRODUTO : (cj.) 6666666666

CLIENTE : XPTO 2

FORNECEDOR XPTO 5

ENSAIOS QUIMICOS

Ensaio : Análise de porosidade

A análise foi efetuada através de ensaio macroscópico . Não há especificações de limites inferiores e superiores para porosidades.



Area total : 49,79mm²
Area Poro: 0,451mm²
% no total: 0,9%

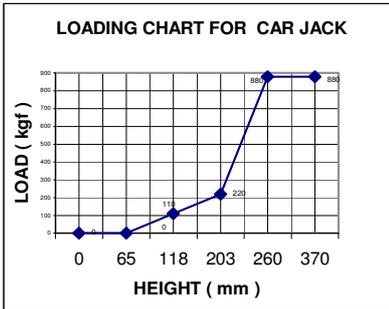
Comentarios : Não há porosidade e cavitações em regiões críticas.
A posição do poro não interfere na resistência a tração.

Laudo : aprovado

Oswaldo
Analista de Laboratório
Engeteste LTDA

Data : 12/04/07

9.3 Anexo 03 – Teste de durabilidade efetuando 55 ciclos e aplicação de torque ao final do teste.

<u>Engeteste LTDA</u>		Relatório de Teste				
Nome da Peça: Suporte		Número do Projeto:				
Cliente: -----	Aplicação: -----		Part Number:			
Número da Peça: 13.08.01	DUM:		Número do Teste: 155/02			
Responsáveis pelo Teste: Fábio						
Distribuidor: Marcio						
Tipo de Teste: Durabilidade - Programa 385076						
Norma Associada ao Teste:						
Objetivo do Teste: Teste de Durabilidade						
4. Observações durante os testes: O macaco deve apresentar um comportamento igual ao do gráfico abaixo:						
						
5. Dados Iniciais: Carga de Aplicada 880 kgf. Curso de Abertura 360 mm						
6. Dados Obtidos e Resultados:						
Programa 385074						
Data		Ciclos	Torque com carga		Torque após o Teste	
Inicial	Final		Asc.	Desc.	Asc.	Desc.
3/9/2002	3/9/2002	55	24,1	5,7	24,4	3,1
7. Conclusões e Comentários Finais O macaco completou todo o ciclo da norma e manteve a sua funcionalidade após o teste.						
Situação do Teste:		Engenheiro de Teste			Solicitante	
Aprovado <input checked="" type="checkbox"/>		(Visto e Data)			(Visto e Data)	
Reprovado <input type="checkbox"/>						

9.4 Anexo 04 – Ensaio de tração nos terminais injetados em zamac.**Engeteste LTDA****Engetestes LTDA****Laboratório da Qualidade**

Data : 22/03/06

Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração.

DATA DE RECEBIMENTO : 22/03/06

INICIO DA ANÁLISE : 22/03/06

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 38912

SOLICITANTE: Marcelo

PRODUTO: Arame zamac

NÚMERO: 3125 XXXX

CLIENTE: -----

FORNECEDOR: -----

ENSAIO DE RESISTENCIA A TRAÇÃO DOS TERMINAIS

Amostras	LAUDO								
1	122,0	26	126,2	51	125,1	76	0	101	0
2	114,0	27	119,2	52	120,7	77	0	102	0
3	117,2	28	120,2	53	0	78	0	103	0
4	126,0	29	122,7	54	0	79	0	104	0
5	114,7	30	122,0	55	0	80	0	105	0
6	113,5	31	122,0	56	0	81	0	106	0
7	119,5	32	123,5	57	0	82	0	107	0
8	120,2	33	119,0	58	0	83	0	108	0
9	118,3	34	114,2	59	0	84	0	109	0
10	116,2	35	126,7	60	0	85	0	110	0
11	121,5	36	122,6	61	0	86	0	111	0
12	121,7	37	118,5	62	0	87	0	112	0
13	106,0	38	122,7	63	0	88	0	113	0
14	111,3	39	123,5	64	0	89	0	114	0
15	117,3	40	110,8	65	0	90	0	115	0
16	117,0	41	119,2	66	0	91	0	116	0
17	116,0	42	125,7	67	0	92	0	117	0
18	125,0	43	120,2	68	0	93	0	118	0
19	120,2	44	124,2	69	0	94	0	119	0
20	117,5	45	124,2	70	0	95	0	120	0
21	124,2	46	118,5	71	0	96	0	121	0
22	120,5	47	121,7	72	0	97	0	122	0
23	120,7	48	123,0	73	0	98	0	123	0
24	123,7	49	114,7	74	0	99	0	124	0
25	117,0	50	122,5	75	0	100	0	125	0

amostras consideradas reprovadas pelo laboratorio

Marcos
Auxiliar De Laboratório
Engeteste LTDA

DATA : 22/03/06

9.5 Anexo 05 – Ensaios de tração, porosidade e raio X.

Engeteste LTDA

Engeteste LTDA

Laboratório da Qualidade

Data : 10/7/2007

Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .

DATA DE RECEBIMENTO : 15/06/07

INICIO DA ANÁLISE : 25/06/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 36493
SOLICITANTE : Carlos
PRODUTO : Mancal Zamak
Nº PRODUTO : 15XXXXXX
CLIENTE : -----
FORNECEDOR : -----

ENSAIO DE TRAÇÃO DE CABOS e DUREZA

INTRODUÇÃO: Foram enviados para o laboratório 130 amostras para avaliação de resistência do mancal, porosidade e Raio X.

Mancal Zamak							
Ensaio de Resistência (Kgf)							
2644	2712	2770	2650	2930	2737	2640	2714
2529	2599	2696	2653	2904	2688	2839	2549
2640	2549	2767	2676	2888	2671	2664	2635
2392	2849	2635	2619	2851	2756	2546	2778
2528	2859	2659	2848	2709	2644	2632	2598
2749	2643	2724	2511	2832	2688	2705	2892
2622	2712						

Observação: Todos Romperam.

Análise de Porosidade

Após corte efetuado na região próximo do fechamento, não foi constatado nível de porosidade acima do especificado.

Análise de Raio X

Empresa: NDT do Brasil
Relatório Número: FUN 215

Após avaliação de Raio X, foi evidenciado micros porosidades, porém o mesmo encontra-se dentro dos padrões de especificação.

Conclusão: As peças apresentaram porosidade dentro do especificado e o Raio X apresentou pequenos pontos com porosidade.

Com base nos resultados obtidos, considera-se as amostras APROVADAS.

Alberto
Analista de Laboratório
Engeteste LTDA

Data : 10/07/07

9.6 Anexo 06 – Teste de durabilidade submetendo o produto condição de aplicação real no veículo.

<u>Engeteste LTDA</u>		Relatório de Teste	
Nome da Peça: Suporte		Número do Projeto: -----	
Cliente: -----	Aplicação: -----	Part Number:	
Número da Peça: -----	DUM:	Número do Teste: 259/07 - 260/07 - 261/07 - 262/07 - 263/07 - 264/07 - 265/07 - 266/07	
Responsáveis pelo Teste: Rodrigo e Martinho			
Distribuidor: Rogério			
Tipo de Teste: Durabilidade			
Norma Associada ao Teste: S81AB-17080-CA			
Objetivo do Teste: Teste de Durabilidade			
<p>1. Equipamentos:</p> <p>Dispositivo de Durabilidade para Macaco - bancada número 10.</p> 			
<p>2. Parametros do teste</p> <p>Velocidade máxima de 15 rpm. Torque inicial (sem carga) Torque máximo operação (subida) Resistir a 50 ciclos</p>			
<p>3. Procedimento do Teste:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar torque inicial 2. Posicionar amostra na bancada e iniciar sequencia de ciclos. 3. Verificar se o carregamento de carga do macaco esta de acordo com a curva da figura abaixo. 4. Verificar se amostra ultrapassa o torque máximo de operação 5. Após 50 ciclos verificar o torque final (sem carga) 			
Situação do Teste:		Engenheiro de Teste	
Aprovado <input checked="" type="checkbox"/>		(Visto e Data)	
Reprovado <input type="checkbox"/>			
		(Visto e Data)	

9.7 Anexo 07 – Teste de durabilidade submetendo o produto condição de aplicação real no veículo.

Engeteste LTDA		Relatório de Teste																																													
Nome da Peça: Suporte		Número do Projeto:																																													
Cliente: -----	Aplicação: -----	Part Number:																																													
Número da Peça: -----	DUM:	Número do Teste: 259/07 - 260/07 - 261/07 - 262/07 - 263/07 - 264/07 - 265/07 - 266/07																																													
Responsáveis pelo Teste: RODRIGO																																															
Distribuidor: RICARDO																																															
Tipo de Teste: Durabilidade																																															
Norma Associada ao Teste:		S81AB-17080-CA																																													
Objetivo do Teste: Teste de Durabilidade																																															
4. Observações durante os testes:																																															
O macaco deve ser carregado conforme curva abaixo																																															
<p style="text-align: center;">LOADING CHART FOR Clientxx CAR JACK</p> <table border="1"> <caption>Data points from the Loading Chart</caption> <thead> <tr> <th>HEIGHT (mm)</th> <th>LOAD (kgf)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>65</td><td>0</td></tr> <tr><td>118</td><td>110</td></tr> <tr><td>203</td><td>220</td></tr> <tr><td>260</td><td>880</td></tr> <tr><td>370</td><td>880</td></tr> </tbody> </table>				HEIGHT (mm)	LOAD (kgf)	0	0	65	0	118	110	203	220	260	880	370	880																														
HEIGHT (mm)	LOAD (kgf)																																														
0	0																																														
65	0																																														
118	110																																														
203	220																																														
260	880																																														
370	880																																														
5. Dados Iniciais:																																															
Carga de Aplicada 880 kgf. Curso de Abertura 360 mm																																															
6. Dados Obtidos e Resultados:																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Data</th> <th rowspan="2">Ciclos</th> <th>Torque</th> <th>Torque</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Máximo</th> <th>Ascendente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10/7/2007</td> <td>11/7/2007</td> <td>73</td> <td>28,6</td> <td>Nm</td> </tr> <tr> <td>11/7/2007</td> <td>12/7/2007</td> <td>74</td> <td>28,5</td> <td>Nm</td> </tr> <tr> <td>12/7/2007</td> <td>13/7/2007</td> <td>72</td> <td>28,3</td> <td>Nm</td> </tr> <tr> <td>13/7/2007</td> <td>16/7/2007</td> <td>93</td> <td>sem registro</td> <td>Nm</td> </tr> <tr> <td>16/7/2007</td> <td>16/7/2007</td> <td>35</td> <td>17,7</td> <td>Nm</td> </tr> <tr> <td>17/7/2007</td> <td>17/7/2007</td> <td>40</td> <td>sem registro</td> <td>Nm</td> </tr> <tr> <td>17/7/2007</td> <td>18/7/2007</td> <td>26</td> <td>33,9</td> <td>Nm</td> </tr> </tbody> </table>		Data		Ciclos	Torque	Torque	Inicial	Final	Máximo	Ascendente	10/7/2007	11/7/2007	73	28,6	Nm	11/7/2007	12/7/2007	74	28,5	Nm	12/7/2007	13/7/2007	72	28,3	Nm	13/7/2007	16/7/2007	93	sem registro	Nm	16/7/2007	16/7/2007	35	17,7	Nm	17/7/2007	17/7/2007	40	sem registro	Nm	17/7/2007	18/7/2007	26	33,9	Nm		
Data		Ciclos	Torque		Torque																																										
Inicial	Final		Máximo	Ascendente																																											
10/7/2007	11/7/2007	73	28,6	Nm																																											
11/7/2007	12/7/2007	74	28,5	Nm																																											
12/7/2007	13/7/2007	72	28,3	Nm																																											
13/7/2007	16/7/2007	93	sem registro	Nm																																											
16/7/2007	16/7/2007	35	17,7	Nm																																											
17/7/2007	17/7/2007	40	sem registro	Nm																																											
17/7/2007	18/7/2007	26	33,9	Nm																																											
7. Conclusões e Comentários Finais																																															
Situação do Teste:		Engenheiro de Teste	Solicitante																																												
Aprovado <input checked="" type="checkbox"/>		(Visto e Data)	(Visto e Data)																																												
Reprovado <input type="checkbox"/>																																															

9.8 Anexo 08 – Ensaio comparativo de resistência a tração com dois tipos de materiais (Zamac e Aço Carbono) sendo aplicado na mesma cordoalha.

Engeteste LTDA

Ensaio Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 30/05/06

*Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .*

DATA DE RECEBIMENTO : 30/05/06

INÍCIO DA ANÁLISE : 30/05/06

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 38049
SOLICITANTE : André
PRODUTO : Terminal injetado x cravado
Nº PRODUTO : 15.16.45 x 13.0874
CLIENTE : XPTO 2
FORNECEDOR : XPTO

RESULTADOS EXPRESSOS EM KGF

ENSAIO DE TRAÇÃO DE TERMINAIS EM ZAMAC							
TERMINAL INJETADO				TERMINAL CRAVADO			
1	184,0	26	220,2	1	227,8	26	194,2
2	201,4	27	197,5	2	205,6	27	241,0
3	164,3	28	175,3	3	208,4	28	227,4
4	215,1	29	204,6	4	218,8	29	226,3
5	170,0	30	191,2	5	215,6	30	247,5
6	203,3	31	216,6	6	246,0	31	220,1
7	203,9	32	195,7	7	211,4	32	203,4
8	188,5	33	179,3	8	250,5	33	202,4
9	209,9	34	189,7	9	199,4	34	212,6
10	160,6	35	207,4	10	234,0	35	232,7
11	169,9	36	166,0	11	210,9	36	223,1
12	148,1	37	148,4	12	183,2	37	235,0
13	185,9	38	176,0	13	214,3	38	203,1
14	175,5	39	185,3	14	254,3	39	209,1
15	163,3	40	219,0	15	209,6	40	211,6
16	176,2	41	202,6	16	203,9	41	230,6
17	193,9	42	232,2	17	226,9	42	244,2
18	168,8	43	179,2	18	226,8	43	237,2
19	214,6	44	196,7	19	195,4	44	222,2
20	172,8	45	209,4	20	218,6	45	193,9
21	191,2	46	171,5	21	234,0	46	221,6
22	187,5	47	219,6	22	224,6	47	240,0
23	163,6	48	173,3	23	229,8	48	230,8
24	180,5	49	169,8	24	194,9	49	228,8
25	233,3	50	127,2	25	242,0	50	238,8

ROMPEU
ESCORREGOU

Média de terminais injetados em zamac	187,6
Média de terminais cravados com aço	221,3

Marcos
 Auxiliar de Laboratório
 Engeteste LTDA

DATA : 30/05/06

9.9 Anexo 09 – Ensaio de tração com carga de 5000 N mínimo em terminais de Zamac.

Engeteste LTDA

Ensaio Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 20/07/06

*Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .*

DATA DE RECEBIMENTO : 20/07/06

INICIO DA ANÁLISE : 20/07/06

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 51379
SOLICITANTE : **Marcelo**
PRODUTO : **terminal de zamack**
NÚMERO : **67 xxxx**
CLIENTE : -----
FORNECEDOR : -----

ENSAIO DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DOS TERMINAIS

Ensaio de resistência a tração dos terminais: Mínimo de 5000N min

Amostras	LAUDO								
1	10888	26	10666	51		76		101	
2	10842	27	9230	52		77		102	
3	9406	28	11842	53		78		103	
4	10002	29	10901	54		79		104	
5	10461	30	9704	55		80		105	
6	9606	31	8395	56		81		106	
7	9303	32	9015	57		82		107	
8	9499	33	9494	58		83		108	
9	10412	34	10715	59		84		109	
10	10583	35	9543	60		85		110	
11	8395	36	9235	61		86		111	
12	10051	37	9899	62		87		112	
13	9308	38	9831	63		88		113	
14	9202	39	9289	64		89		114	
15	9953	40	11223	65		90		115	
16	9225	41	10285	66		91		116	
17	8791	42	9411	67		92		117	
18	10144	43	9714	68		93		118	
19	9802	44	10691	69		94		119	
20	9543	45	10715	70		95		120	
21	10827	46	8732	71		96		121	
22	9059	47	9352	72		97		122	
23	11242	48	9689	73		98		123	
24	10388	49	10001	74		99		124	
25	10002	50	9325	75		100		125	

Amostras consideradas aprovadas pelo laboratório

Marcos
Auxiliar De Laboratório
Engeteste LTDA

DATA : 20/07/06

9.10 Anexo 10 - Macrografia para verificação de porosidades.

Engeteste LTDA

Ensaaios Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 27/3/2007

Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .

DATA DE RECEBIMENTO : 12/03/07

INICIO DA ANÁLISE : 15/03/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 68619
SOLICITANTE : Daniel
PRODUTO : Mancais Macaco
Nº PRODUTO : 19a xxxxx
CLIENTE : XPTO 2
FORNECEDOR : XPTO 5

MACROGRAFIA

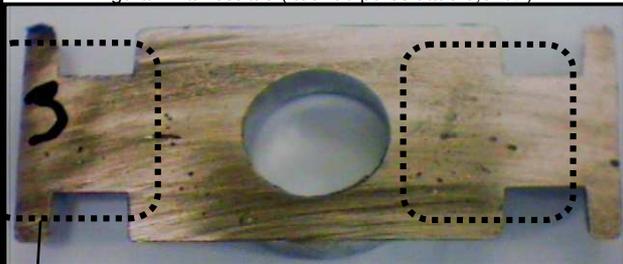
INTRODUÇÃO: Determinar teor de porosidade em 5 amostras das peças 13.04.30 e 13.04.37.

Método Foi coletado de cada amostra os 15 poros de maior tamanho e em região mais crítica, assim, determinou-se a área de cada poro e com a somatória da área deste 15 poros determinou-se o teor de porosidade frente a área total da peça.

Comentário Abaixo, as figuras 1 e 2 representam a faixa de porosidade máxima (1%) que o Laboratório sugere como adequado ao produto, porém deve ser isento de poros as áreas indicadas ou definidas em desenho.

Mancal liso 13.04.37

Figura 1 - amostra 3 (teor de porosidade 0,82%)



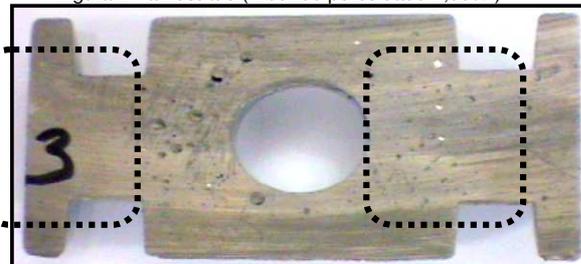
Área sugerida pelo Laboratório para isenção de porosidade

Amostras	Teor
1	0,20%
2	0,25%
3	0,82%
4	0,26%
5	0,38%

Area total da peça : 879,32 mm²

Mancal c/ rosca 13.04.30

Figura 2 - amostra 3 (Teor de porosidade 1,05%)



Amostras	Teor
1	2,85%
2	1,55%
3	1,05%
4	0,73%
5	0,94%

Area tota da peça : 676,64 mm²

Laud: Sugere-se melhoria nos teores de porosidade.

Luiz
Analista de Laboratório
Engeteste LTDA

DATA:27/03/07

9.11 Anexo 11 - Avaliação de resistências a tração com terminais feito em Zamac.

Engeteste LTDA

Relatório Protótipo:276/07

Engeteste LTDA

Laboratório da Qualidade

Data : 27/6/2007

Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E. A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .

DATA DE RECEBIMENTO : 25/06/07

INICIO DA ANÁLISE : 26/06/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 91140
SOLICITANTE : Odair
PRODUTO : Terminal do Cabo Zamak
Nº PRODUTO : 1111111
CLIENTE : -----
FORNECEDOR : -----

AVALIAÇÃO DE RESISTENCIA

INTRODUÇÃO Foram enviados 6 amostras, para avaliação de Resistência do Terminal Zamak do Cabo. Projeto XXXXXX
Especificado : Acima de 3375 N.

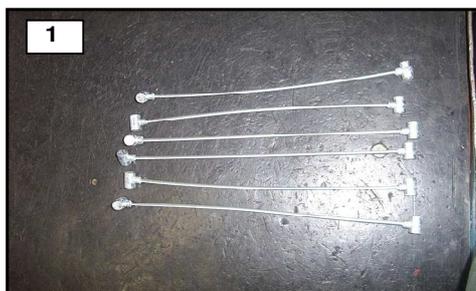


Foto 1 : Amostra antes do teste.

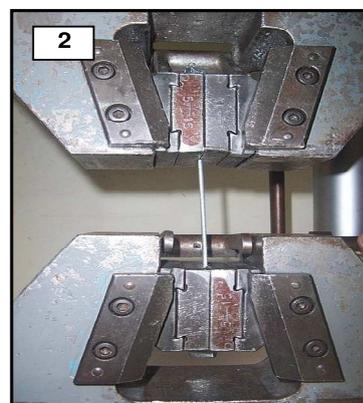


Foto 2 : Método de Ensaio.

	Encontrado					
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Resistência do Cabo	8075 N	7830 N	7487 N	7996 N	7193 N	8300 N

Observação: Todas as amostra houve arrancamento do terminal .

Conclusão: Com base nos resultados obtidos, considera-se as amostras APROVADAS.

Alberto
 Analista de Laboratório
 Engeteste LTDA

Data:27/06/07

9.12 Anexo 12 – Ensaios de porosidade X Dureza.

Engeteste LTDA

Ensaios Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 10/7/2007

Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .

DATA DE RECEBIMENTO : 06/07/07

INICIO DA ANÁLISE : 08/07/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 96955
SOLICITANTE : Pó
PRODUTO : Mancal Menor
Nº PRODUTO : 62XX
CLIENTE : XPTO 2
FORNECEDOR : XPTO 5

ENSAIO DE TRAÇÃO DE CABOS e DUREZA

INTRODUÇÃO: Foram enviados para o laboratório várias amostras para avaliação de resistência do mancal, porosidade e Raio X.

Mancal Menor							
Ensaio de Resistência (Kgf)							
3579	3683	3603	3508	3716	3804	3389	3895
3489	3720	3555	3678	3843	3849	3674	3656
3870	3837	3699	3786	3614	3686	3598	3706
3824	3589	3672	3626	3689	3630	3652	3661
3478	3620	3657	3779	3680	3824	3821	3639
3723	3789	3748	3680	3776	3801	3654	3885
3813	3593						

Observação: Todos Romperam.

Análise de Porosidade	Após corte efetuado na região próximo do fechamento, não foi constatado nível de porosidade acima do especificado.
------------------------------	--

Análise de Raio X Empresa: NDT do Brasil Relatório Número: FUN 215	Após avaliação de Raio X, foi evidenciado micros porosidades, porém o mesmo encontra-se dentro dos padrões de especificação.
---	--

Conclusão: As peças apresentaram porosidade dentro do especificado e o Raio X apresentou pequenos pontos com porosidade.

Com base nos resultados obtidos, considera-se as amostras APROVADAS.

Oswaldo
Analista de Laboratório
Engeteste LTDA

9.13 Anexo 13 – Ensaio comparativo de resistência a tração com dois tipos de materiais em uma cordoalha de aço para averiguar qual rompe primeiro.

Engeteste LTDA

Ensaaios Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 4/10/2006

*Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .*

DATA DE RECEBIMENTO : 03/10/06

INICIO DA ANÁLISE : 03/10/06

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 39958
SOLICITANTE : Aguinaldo
PRODUTO : Cabo
Nº PRODUTO : 499 XXXXX
CLIENTE : XPTO
FORNECEDOR XPTO 5

PROPRIEDADES DE TRAÇÃO

Introdução Efetuar ensaio de tração para estudo e guardar as peças com os dados.
Terminal tipo 1 Zamac ("T") e terminal comum (Aço)

Amostras	Resultados em kgf	
	Terminal "T"	Terminal comum
1		728,6
2		758,2
3		683,2
4	754,1	
5		705,4
6	799,2	
7		746,2
8		798,8
9		710,4
10		723,6
11		651,6
12	773,6	
13		696,7
14		727,3
15		751,1
16		720,6
17		722,1
18	716,9	
19		733,6
20	745,1	
21	736,3	
22		696,4
23	758,2	
24		724,6
25		759,2
26	751,7	
Média	754,39	724,31

Em cada amostra , há os dois tipos de terminal.
Foi registrado aquele que soltou antes.

Conclusão: Aprovado

Luiz
Analista de Laboratório
Engeteste LTDA

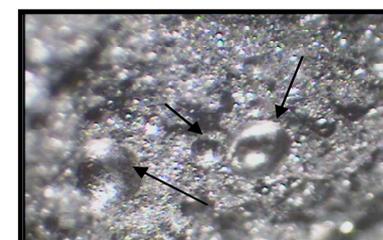
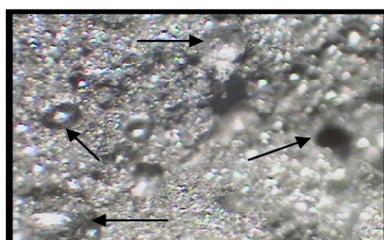
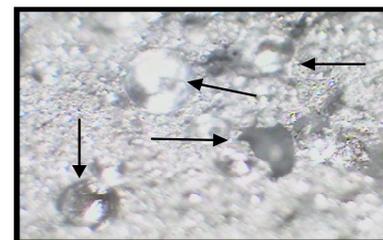
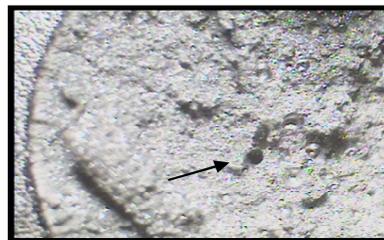
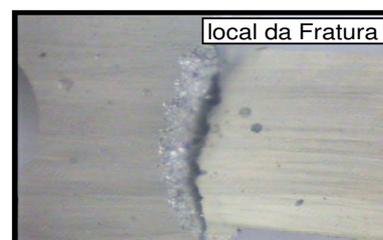
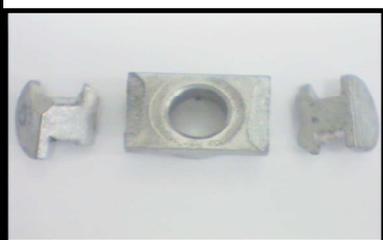
Data:04/10/06

9.14 Anexo 14 – Análise macrográfica .**Engeteste LTDA****Ensaio Metalúrgicos****Laboratório da Qualidade****Data :** 2/4/2007

*Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.
A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .*

DATA DE RECEBIMENTO : 29/03/07**INICIO DA ANÁLISE :** 29/03/07**IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

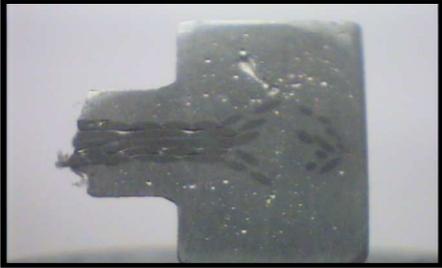
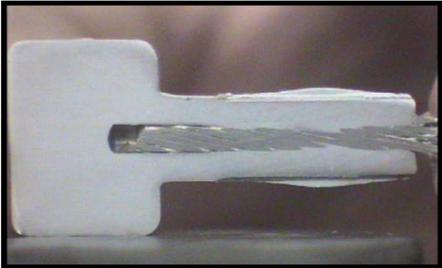
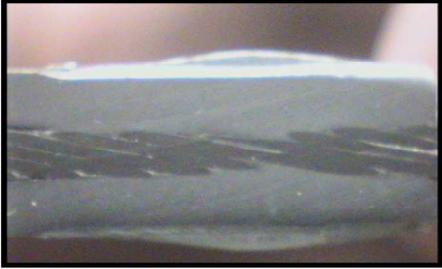
Nº S.E.: 92210
SOLICITANTE : Daniel (Prto)
PRODUTO : Mancais Macaco
Nº PRODUTO : 12XXXXX
CLIENTE : XPTO 2
FORNECEDOR : XPTO 5

MACROGRAFIA**Ensaio:** Avaliação macrográfica de amostras falhadas 13.04.30 e 13.04.37.**OBS:** As setas indicam as maiores porosidades.**Laudo:** Sugere-se que a falha ocorreu por concentração de porosidade na região falhada.

Luiz
 Analista de Laboratório
 Engeteste LTDA

DATA:02/04/07

9.15 Anexo 15 – Análise microscópica da distribuição e dispersão na fixação do terminal em Zamac comparado ao do Aço carbono.

Arq . 78	
<u>Engeteste LTDA</u>	
Ensaio Metalúrgicos	
<u>Laboratório da Qualidade</u>	Data : 3/5/2007
<i>Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E. A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .</i>	
DATA DE RECEBIMENTO : 03/05/07	INICIO DA ANÁLISE : 03/05/07
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Nº S.E.: 90908	
SOLICITANTE : Odair	
PRODUTO : Terminais de zamac x aço (PBS)	
Nº PRODUTO : s/ numero	
CLIENTE : XPTO 2	
FORNECEDOR SXPTO 5	
GERAIS	
Visualização macroscópica de região de fixação de terminais feito em Zamac e Aço (atual).	
	
	
Terminal de Zamac. Presença de porosidades é inerente ao processo proveniente do turbilhamento causado pela presença da cordoalha. A resistência a tração esta na flange.	Terminal de Aço. Nota-se um esmagamento localizado no corpo cravado. Ocorre a formação de um "pescoço" que é responsável pela resistência do cravamento.
Luiz Analista de Laboratório Engeteste LTDA	
Data: 03/05/07	

9.16 Anexo 16 – Ensaios de caracterização.

Engeteste LTDA

Ensaios Metalúrgicos

Laboratório da Qualidade

Data : 4/9/2007

Os resultados transcritos são referentes somente as amostras enviadas ao Laboratório através de S.E.

A reprodução deste documento deve ser feita integralmente sem nenhuma alteração .

DATA DE RECEBIMENTO : 04/09/07

INICIO DA ANÁLISE : 04/09/07

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Nº S.E.: 105308

SOLICITANTE : Milton

PRODUTO : Conj.PLDACA

Nº PRODUTO : 4XXXXXXX

CLIENTE : XPTO 2

FORNECEDOR: XPTO 5

ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS

Ensaio: Verificação do terminal de zamac injetado quanto a defeitos internos e um possível deslizamento da cordoalha durante o tracionamento devido o Terminal de zamac ainda estar aquecido.

Entregue 2 amostras ao Laboratório identificadas como:

1. Amostra injetada e tracionada em dispositivo de teste na linha de produção.
2. Amostra injetada e não tracionada.

Resultados



Amostra 1.

Presença de grandes vazios provenientes de falhas de injeção. Pode causar uma queda drástica da resistência mecânica quanto a tracionamentos.



Amostra 2.

Presença de poros inerentes do processo. Presença de bolhas em excesso . Não há deslizamento da cordoalha após o tracionamento.

Laudos: Amostras 1 e 2 reprovadas.

Luiz
Analista de Laboratório Pleno
Engeteste LTDA