



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS
DE SERGIPE – FANESSE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JOSÉ HUMBERTO DE FREITAS

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA HIDROMECÂNICA
PARA USINAGEM EM CARÇA DO EIXO DIFERENCIAL**

**Aracaju – Sergipe
2011.1**

JOSÉ HUMBERTO DE FREITAS

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA HIDROMECÂNICA
PARA USINAGEM EM CARCAÇA DO EIXO DIFERENCIAL**

**Monografia apresentada à Coordenação
do Curso de Engenharia de Produção da
Faculdade de Administração e Negócios
de Sergipe – FANESE, como requisito
parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Prof. Esp. José Ricardo
Menezes Oliveira**

**Coordenador: Prof. Dr. Jefferson Arlen
Freitas**

**Aracaju – Sergipe
2011.1**

FICHA CATALOGRÁFICA

Freitas, José Humberto de

Desenvolvimento de ferramenta hidromecânica para usinagem em carcaça do eixo diferencial. José Humberto de Freitas – 2011. 60f.: il.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2011.

Orientação: Prof. Esp. José Ricardo Menezes Oliveira

1. Eixo diferencial 2. Manutenção 3. Projeto de produto
I. Título

CDU 658.581(813.7)

JOSÉ HUMBERTO DE FREITAS

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA HIDROMECAÂNICA
PARA USINAGEM EM CARÇAÇA DO EIXO DIFERENCIAL**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2011.1.

Prof. Esp. José Ricardo Menezes Oliveira
Orientador

Prof(a). MSc. Helenice Leite Garcia
Examinador

Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas
Examinador

Aprovado com média: _____

Aracaju (SE), _____ de _____ de 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus onipotente, pelo dom da vida a mim concedida, possibilitando enfrentar e vencer todos os desafios impostos pela concorrida carreira profissional.

Aos meus pais Sr. José Felix de Freitas e Sra. Maria Neide de Freitas que me ensinaram os valores da fraternidade, humildade, dignidade, respeito, honradez e honestidade.

Aos meus filhos Bruna S.S. de Freitas, Brenda S.S. de Freitas e Pedro Henrique S. de Freitas por apoiarem meus anseios de conquistas e vitórias, sempre respeitando e compreendendo as ausências sociais e me encorajando a persistir neste sonho de ideal.

A todos os meus colegas do curso de Engenharia de Produção, aos que já se formaram e aos que ainda lutam para alcançar esse objetivo, que durante todos esses anos me incentivaram a persistir neste ideal e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente na concretização desta difícil trajetória, acreditando na minha capacidade de realização e conquistas nesta nova etapa da minha vida.

Finalmente, agradeço ao meu orientador Prof. José Ricardo Menezes Oliveira, por quem tenho grande admiração e respeito, por ter me incentivado durante todo o período de minha formação, pela orientação deste trabalho permitindo que minhas idéias iniciais se transformassem e ganhassem a dimensão retratada nesta obra, graças a sua paciência, competência e dedicação, além da grande amizade formada.

**“A mente que se abre a uma nova idéia jamais
voltará ao seu tamanho original.” (Albert Einstein)**

RESUMO

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de uma ferramenta hidromecânica para usinagem em carcaça de eixo diferencial, um produto destinado à recuperação da base menor do pinhão do eixo diferencial de caminhão de médio e grande porte. A proposta de solução tem um importante papel estratégico para frotistas e caminhoneiros, em termo de redução do tempo de execução de manutenção. Utilizando um modelo de referência proposto por Rozenfeld, desenvolveu-se uma ferramenta de usinagem de campo capaz de suprir, de modo célere e eficaz, a demanda de recuperação por mandrilamento em carcaça de diferencial. Neste sentido, o presente trabalho mostra as fases de elaboração desta ferramenta de inovação tecnológica, idealizada para ser utilizada na manutenção mecânica corretiva e preventiva de um dos principais componentes do conjunto diferencial de veículos automotores rodoviário. Através desta ferramenta, o processo de usinagem atua na recuperação da área danificada, após a deposição de material pelo processo de solda elétrica. Esta estratégia proporciona a recomposição do componente sem a necessidade de desmontagem total do conjunto de tração e, principalmente, evita-se a retirada do eixo diferencial do veículo. Estes procedimentos sugerem um aumento na qualidade e rapidez na manutenção dos veículos. Desta forma, o produto proposto atende as especificações técnicas requeridas propiciando o suprimento das necessidades detectadas dos clientes.

Palavras-chave: Eixo Diferencial. Manutenção. Projeto de Produto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de desenvolvimento de produto	17
Figura 2: Dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional.	19
Figura 3: Dependência entre atividades da fase Projeto Conceitual	20
Figura 4: Dependência entre atividades da fase de Projeto Detalhado	21
Figura 5: Eixo diferencial.....	24
Figura 6: Componentes do eixo diferencial	25
Figura 7: Conjunto coroa e pinhão.....	26
Figura 8: Modelagem funcional do novo produto	32
Figura 9: Estrutura funcional para o novo produto.....	33
Figura 10: Corpo cilíndrico.....	34
Figura 11: Sistema: Eixo de acionamento	35
Figura 12: Conjunto rosqueador	36
Figura 13: Cabeçote mandrilador	36
Figura 14: Acoplamento elástico	37
Figura 15: Visualização de orientação dos eixos no modelamento em CAD	38
Figura 16: Carcaça de eixo diferencial (vista explodida).....	39
Figura 17: Desenho do cilindro hidráulico	42
Figura 18: Desenho da chave de posição (Liga/Desliga).....	43
Figura 19: Desenho do mancal anterior.....	44
Figura 20: Desenho do mancal posterior	44
Figura 21: Desenho da porca	45
Figura 22: Desenho do fuso	46
Figura 23: Desenho do eixo do rotor	46
Figura 24: Desenho do rotor	47
Figura 25: Desenho do eixo de tração maior	48
Figura 26: Desenho do eixo de tração menor	48
Figura 27: Desenho de componentes	49
Figura 28: Desenho da Vista explodida da máquina hidromecânica	50
Figura 29: Desenho do cabeçote.....	50
Figura 30: Desenho do anel graduado.....	51
Figura 31: Desenho de componentes	52
Figura 32: Desenho do suporte regulável	52
Figura 33: Desenho do suporte para incerto.....	53
Figura 34: Desenho da vista explodida do cabeçote mandrilador	54
Figura 35: Desenho do anel do acoplamento elástico.....	54
Figura 36: Desenho explodido do acoplamento elástico	55
Figura 37: Desenho montado dos sistemas da ferramenta hidromecânica.....	56
Figura 38: Desenho explodido dos sistemas da ferramenta hidromecânica	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Requisitos do produto	30
Quadro 2: Especificações do produto	31
Quadro 3: Sistemas, Subsistemas e Componentes	33
Quadro 4: <i>Bill Of Material-BOM</i>	41

SUMÁRIO

RESUMO	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE QUADROS	9
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
1.2 Justificativa	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos	16
2.1.1 Pré-desenvolvimento	17
2.1.2 Desenvolvimento	18
2.1.2.1 projeto informacional	18
2.1.2.2 projeto conceitual	19
2.1.2.3 projeto detalhado	20
2.1.2.4 preparação da produção do produto	22
2.1.3 Pós-desenvolvimento	22
2.2 Histórico da Manutenção	22
2.2.1 Conceitos de manutenção	23
2.2.1.1 manutenção corretiva	23
2.2.1.2 manutenção preventiva	23
2.2.1.3 manutenção preditiva	24
2.3 Eixo Diferencial	24
2.3.1 Coroa e Pinhão	26
3 METODOLOGIA	27
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	28
4.1 Projeto Informacional	28
4.1.1 Identificação dos requisitos dos clientes do produto	28
4.1.2 Definição dos requisitos do produto	29
4.1.3 Definição das especificações meta do produto	30
4.2 Projeto Conceitual	31
4.2.1 Modelagem funcional do produto	32
4.2.2 Desenvolvimento das alternativas de solução para o produto	32
4.2.3 Definição da arquitetura do produto	33
4.2.4 Análise de sistemas, subsistemas e componentes (SSC)	34
4.2.4.1 corpo cilíndrico	34
4.2.4.2 conjunto de acionamento	35
4.2.4.3 conjunto rosqueador	35
4.2.4.4 cabeçote mandrilador	36

4.2.4.5 acoplamento elástico.....	37
4.2.5 Análise da geometria da ferramenta	37
4.2.6 Análise da geometria da carcaça de eixo diferencial	39
4.3 Projeto Detalhado	40
4.3.1 Especificação do produto (<i>Bill Of Material-BOM</i>)	40
4.3.2 Desenhos detalhados.....	42
 5 CONCLUSÃO	 57
 REFERÊNCIAS.....	 58

1 INTRODUÇÃO

O setor de transporte rodoviário do Brasil vem se modernizado nos últimos anos, principalmente devido à disponibilidade de uma malha rodoviária em constante expansão. Dados divulgados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DENIT informam que o Brasil conta com uma extensa malha rodoviária interligando todas as regiões do país, transformando os veículos de carga rodoviário no principal meio de escoamento da produção nacional. A conservação e manutenção deficientes destas vias contribuem diretamente para o desgaste prematuro em conjuntos e componentes mecânicos importantes dos veículos de carga, principalmente os sistemas de suspensão e tração (DENIT, 2010).

Com o aumento da industrialização e o crescimento das cadeias logísticas, faz-se necessário uma gestão de manutenção das frotas de veículos de carga rodoviários, a fim de evitar o desperdício de tempo e recursos financeiros, através da inovação com soluções rápidas, práticas e de baixo custo operacional, aumentando a produtividade logística. Equipamentos modernos e seguros que possibilitem reparos eficientes e mantenham a capacidade operacional dos veículos de carga são exigências apresentadas constantemente pelos prestadores de serviços mecânicos.

A necessidade de garantia operacional dos componentes mecânicos, os planos deficientes de manutenção, a carência de máquinas e ferramentas que permitam intervenções diretas em sistemas mecânicos complexos, são sinônimos de custo alto para frotistas e caminhoneiros. Diante deste cenário, a engenharia de projeto de produtos tem um papel fundamental: propor soluções tecnológicas que minimizem os custos de manutenção e sejam capazes de proporcionar a recuperação de conjuntos mecânicos através da intervenção direta em componentes simples ou complexos.

O objetivo contextual deste projeto é utilizar as ferramentas do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), e consolidar as teorias abordadas nestas ferramentas com as dificuldades práticas enfrentadas nas etapas de desenvolvimento de um novo produto, a fim de facilitar, organizar e seqüenciar de forma simples e

objetiva as etapas necessárias para concepção de uma ferramenta capaz de suprir as deficiências enfrentadas na manutenção do eixo diferencial.

A abordagem e concepção deste trabalho estão divididas em seis capítulos, o primeiro trata da introdução que apresenta a pesquisa, os objetivos pretendidos e as justificativas para escolha do tema abordado.

O capítulo dois apresenta uma síntese teórica com os principais conceitos abordados na pesquisa.

O capítulo três trata da metodologia, justificando a escolha do delineamento, da abordagem e do método da pesquisa, com base nos objetivos que pretendidos.

No capítulo quatro são apresentados os resultados e as contribuições obtidas por esta pesquisa. São também descritas as atividades, ferramentas e métodos utilizados para construção do projeto, resumidos por: detalhamento do modelo de referência de PDP utilizado; relação às atividades que contribuem para a melhoria contínua do PDP existentes; apresentação dos indicadores que fundamentaram a pesquisa na identificação dos benefícios da sistematização do PDP pelas atividades de melhoria contínua.

O capítulo cinco apresenta as conclusões obtidas a partir deste trabalho de pesquisa, bem como as suas considerações finais.

Para cumprir os objetivos deste trabalho, primeiramente, adotou-se um referencial teórico, seguido pela aplicação dos métodos e ferramentas do PDP. Deu-se, por fim, a utilização de recursos computacionais através de ferramentas de Desenho Auxiliado por Computador (CAD), para modelagem e análise da estrutura das peças e dos conjuntos articuláveis que compunham o produto a fim de garantir a precisão mecânica e a geração de desenhos técnicos com lista de material (*Bill Of Material-BOM*) para fabricação dos componentes que formarão uma ferramenta capaz de possibilitar a usinagem mecânica na carcaça de eixo diferencial.

1.1 Objetivos

Para concepção deste trabalho, os seguintes objetivos foram identificados:

1.1.1 Objetivo geral

Projetar uma ferramenta hidromecânica para usinagem de carcaça de diferencial que possibilite a recuperação do alojamento do rolamento do pinhão sem a necessidade da retirada do eixo diferencial dos veículos de carga rodoviário de médio e grande porte.

1.1.2 Objetivos específicos

Aplicar um modelo de referência para o Processo de Desenvolvimento de Produto;

Analisar as atividades inerentes ao processo de usinagem;

Definir o escopo funcional para o desenvolvimento do produto;

Analisar as formas e dimensões do novo produto através de modelagem CAD;

Descrever a especificação do produto (*Bill Of Material-BOM*).

1.2 Justificativa

Os empresários frotistas e os proprietários de caminhões têm a necessidade de um plano de manutenção eficiente, com disponibilidade de mecânicos treinados e qualificados, de técnicas modernas e ferramentas de fácil operacionalização. Este plano deve proporcionar a intervenção direta em partes dos conjuntos funcionais nos veículos, e deve permitir aliar praticidade e operacionalidade amigável, independente do grau de dificuldade para o acesso às áreas com danos.

O aprimoramento do planejamento e o acompanhamento dos históricos das intervenções em veículos de carga permitem uma contínua minimização dos custos para execução das atividades de manutenção. Além disso, possibilita a redução de tempo de parada das frotas e a minimização da troca dos componentes com degradação prematura em períodos menores que o tempo de vida útil

especificado pelas montadoras. Desta forma é possível garantir a segurança e a vida útil dos veículos, evitando danos materiais, humanos e riscos de agressão ao meio ambiente.

A ferramenta hidromecânica para usinagem em carcaça de eixo diferencial deverá ter a função de efetuar a recuperação mecânica do alojamento do rolamento do pinhão, viabilizando a manutenção corretiva da base de rolamento inferior do pinhão e da rosca de ajuste de folga do referido rolamento, sem a necessidade da retirada do eixo diferencial do veículo. A recuperação será efetuada através da interferência direta na carcaça de diferencial, sem o risco de provocar a perda total das funções originais do conjunto de transmissão diferencial do veículo, permitindo a continuidade operacional do conjunto mecânico após a manutenção corretiva.

Neste sentido, as ferramentas de desenvolvimento de produtos e as técnicas de manutenção devem assegurar o surgimento de novas modalidades de recuperação mecânica, aumentando a confiabilidade dos equipamentos, aperfeiçoando as técnicas de manutenção corretiva e preventiva, reduzindo os custos de manutenção e disponibilizando novas ferramentas e equipamentos que facilitem reparos por desgastes prematuros.

A utilização do PDP justifica-se pela sistematização de etapas e atividades capazes de facilitar e seqüenciar um roteiro de desenvolvimento. Embora de suma importância, este projeto não tem a intenção de gerar um refinamento da teoria associada à Gestão de Desenvolvimento de Produto, mas de oferecer uma contribuição empírica com os elementos teóricos e metodológicos para área de projeto de produto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentados os principais conceitos teóricos necessários para o desenvolvimento deste trabalho, limitando-se a dar suporte técnico através das melhores práticas utilizadas na gestão do processo de desenvolvimento de produto por autores de obras voltadas ao tema em referência, bem como artigos divulgados em revistas especializadas.

2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos

As bases da Gestão de Desenvolvimento de Produtos (GDP) têm suas origens nos primórdios da civilização, há milhares de anos, desde a construção das grandes pirâmides do Egito, utilizados na época princípios científicos e de engenharia que não foram totalmente entendidos até os dias atuais. Entretanto, a complexidade dos projetos após a Segunda Guerra Mundial passaram a exigir novas técnicas de gerenciamento, através dos projetos militares e espaciais surgiram grandes progressos nos métodos de gerir os conflitos dentro dos princípios científicos e de engenharia (ROMANO, 2000).

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) consiste na forma como as atividades e tarefas estão relacionadas no projeto de desenvolvimento de produtos. Este processo está relacionado com o gerenciamento do projeto como um todo, interagindo nas diversas atividades para desenvolver um produto. Um projeto parte inicialmente das necessidades do mercado e das possibilidades tecnológicas disponíveis até as estratégias corporativas e de negócios dentro do portfólio de produto da empresa, até chegar às definições de um produto e as especificações necessárias no processo de sua produção (BACK, 2008).

O desenvolvimento do produto envolve também o acompanhamento do produto após o lançamento, a fim de poder efetuar as mudanças necessárias que são requeridas após sua utilização. Dessa forma, é necessário também planejar a sua descontinuidade, envolvendo assim, todo ciclo de vida do produto. Assim, o desenvolvimento de produto inicia-se a partir das necessidades do consumidor e finaliza-se ao retornar para o consumidor (ROZENFELD et al., 2006).

O PDP divide-se em macrofases, que vai desde a criação e seleção de idéias, passando pelo projeto, manufatura e lançamento do produto até a retirada do produto do mercado. O processo de transformação de requisitos do cliente em produto final demanda recursos e tempo para serem executadas, transformando dados de entradas em saídas (ROMEIRO, 2010).

Conforme Rozenfeld et al. (2006) as etapas que compõem o PDP estão agrupadas em macrofases: Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento, as quais são subdivididas em fases e por fim em atividades. Uma visão geral do modelo de referência esta representada na Figura 1.

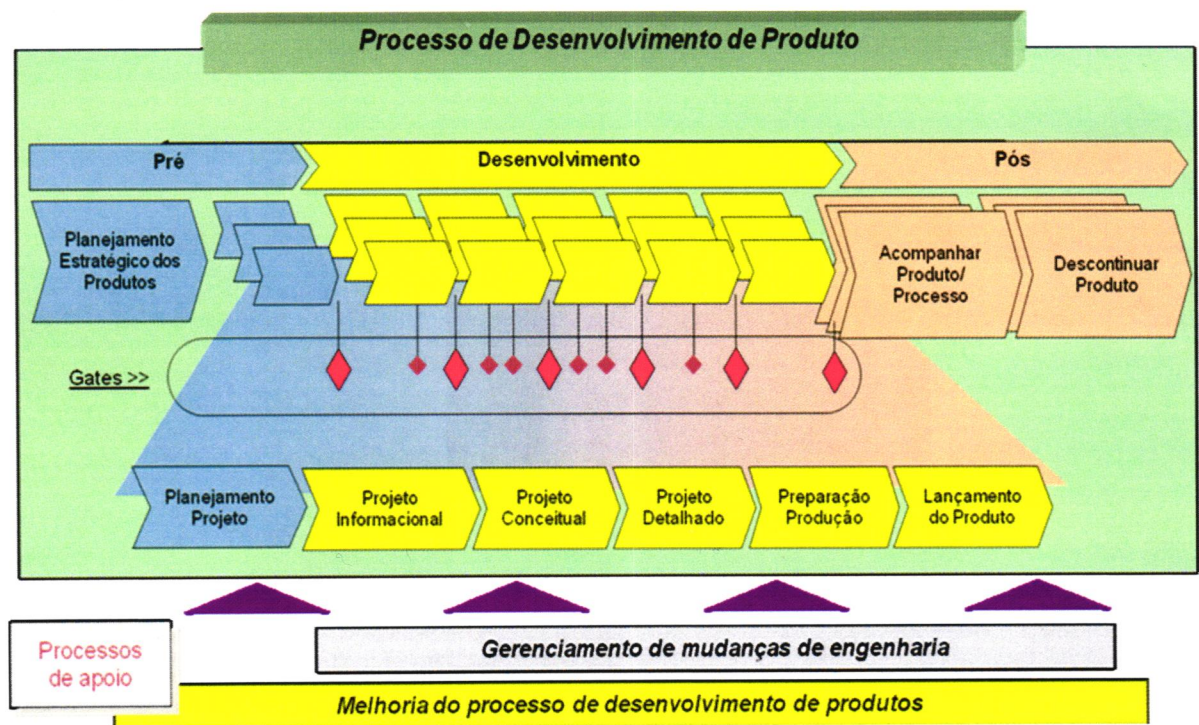


Figura 1: Processo de desenvolvimento de produto

Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

2.1.1 Pré-desenvolvimento

O pré-desenvolvimento é a macrofase que envolve as atividades de definição do projeto de desenvolvimento, realizadas a partir da estratégia da empresa, delimitação das restrições de recursos e conhecimentos, informações sobre os consumidores, e levantamento das tendências tecnológicas e mercadológicas. Está dividido em duas subfases, o planejamento estratégico de produtos e planejamento do

projeto, que consistem em definir as atividades que envolvem o projeto de desenvolvimento e na transformação das informações na definição dos interesses do projeto, respectivamente (ROZENFELD et al., 2006).

2.1.2 Desenvolvimento

A macrofase do desenvolvimento é a etapa na qual será definido o portfólio do produto, e corresponde ao desenvolvimento de produto propriamente dito. Para isso esta macrofase dividi-se em várias subfases, essas subfases são: projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento do produto, ainda de acordo com o apresentado por Rozenfeld et al (2006), a aplicações de técnicas facilitam as atividades de desenvolvimento de produtos, da avaliação dos requisitos dos produtos, das análises de controles dos processos da fabricação e de viabilidade econômica, dos procedimentos e da elaboração do suporte técnico aos clientes.

2.1.2.1 projeto informacional

Na subfase do projeto informacional, serão obtidas as especificações de metas e informações dos problemas existentes, a fim de definir os requisitos qualitativos necessários para geração de futuras soluções do projeto (CORAL, 2009).

As Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Informacional estão representadas na Figura 2, em que destaca-se ainda as atividades que serão cumpridas neste projeto.

A pesquisa e análise das tecnologias disponíveis para utilização no projeto informacional durante o período de revisão e atualização do escopo do produto envolvem a utilização de padrões, normas, patentes, legislações, produtos concorrentes ou similares para definir os requisitos finais do produto sendo a partir destes estudos que se transformam os requisitos em valores mensuráveis e interalacionados (ROZENFELD et al., 2006).

Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional

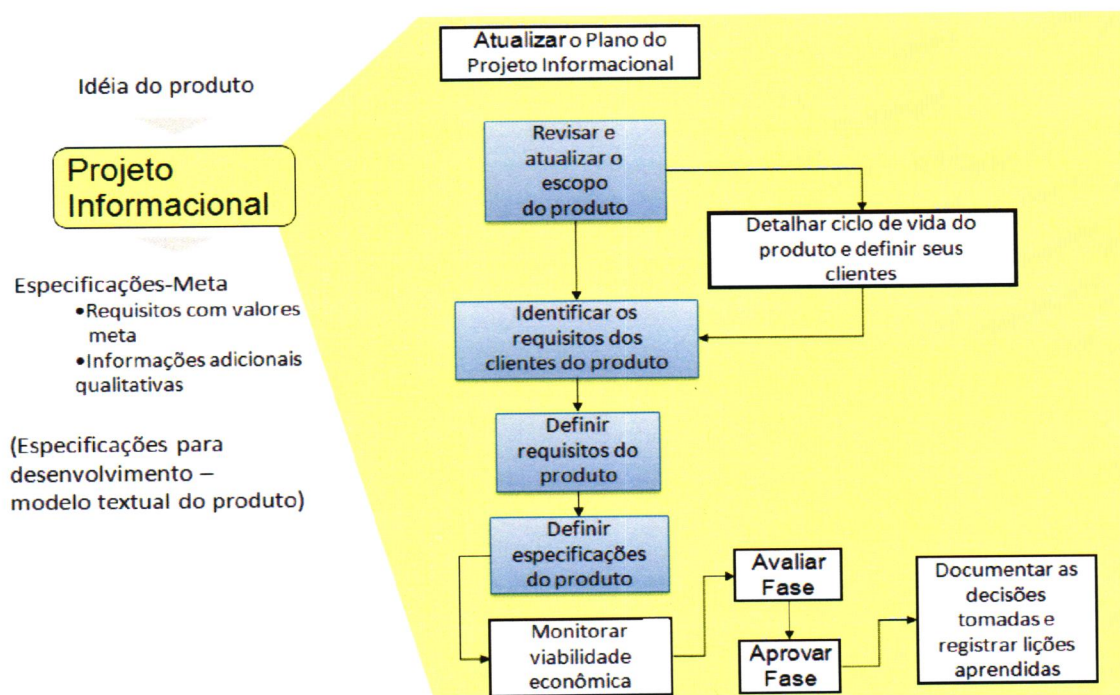


Figura 2: Dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional.

Fonte: Rozenfeld et al (2006)

O detalhamento do ciclo de vida será responsável por projetar todo o histórico de vida do produto, e as definições dos possíveis clientes em cada fase. Oportunamente, a partir deste estudo deverão ser identificados os requisitos dos clientes para o produto, são apenas as necessidades imediata, essa prática deverá se estender para todas as fases de seu desenvolvimento. A atividade final desta subfase é a definição de especificações meta do produto, ou seja, o valor dado aos requisitos do produto, a análise do perfil técnico e do mercado e as restrições de projeto do produto, tais como, as normas e legislação em vigor, os tipos de contratos adotados, as condições ambientais, entre outros (CORAL, 2009).

2.1.2.2 projeto conceitual

A fase do projeto conceitual tem como objetivo o desenvolvimento da concepção do produto e utiliza para isso as especificações do projeto. Neste momento do projeto será definida a função global do produto, a partir da qual as estruturas de funções alternativas do produto são definidas. A finalização do projeto conceitual consiste em definir os princípios funcionais e estilo do produto que atendam as

especificações dos consumidores, preenchendo as lacunas deixadas pelos concorrentes. É de grande importância que haja integração dos princípios de solução, a fim de que o desdobramento de detalhes possibilite definir a arquitetura do produto (BAXTER, 1995).

Segundo Rozenfeld et al. (2006), o projeto conceitual é subdividido em dez atividades essenciais, as Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual estão representados na Figura 3, em que destacam-se, ainda, as atividades que serão cumpridas neste projeto.

Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual

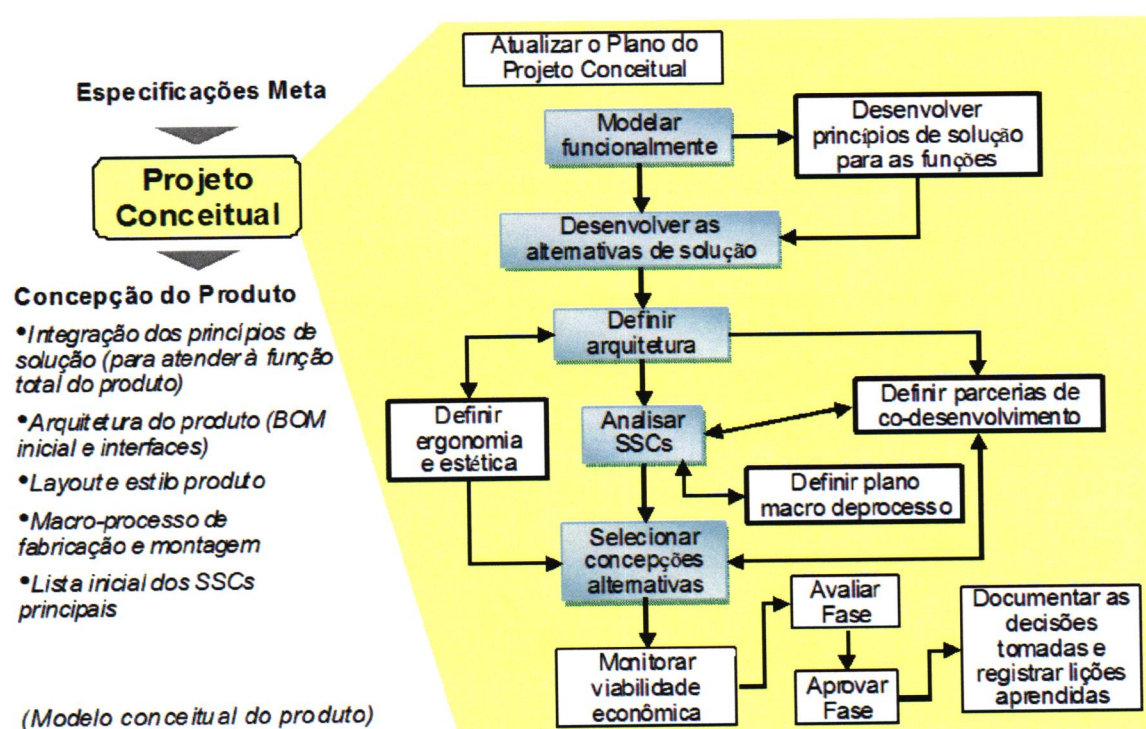


Figura 3: Dependência entre atividades da fase Projeto Conceitual

Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

2.1.2.3 projeto detalhado

A subfase do projeto detalhado consiste em examinar os princípios de funcionamento dos componentes, a fim de detalhar as configurações finais do produto, os desenhos finais e o grau de tolerância, os planos de processo para a fabricação do produto, o projeto de embalagem, definição do material que dará suporte ao produto, a fabricação do protótipo funcional e a elaboração de um projeto

com os recursos necessários. Desta forma, a cada etapa do projeto os detalhes do processo podem sofrer modificações (BAXTER, 1995).

Nesta subfase, além do desenvolvimento do produto em si, será definido o material de suporte do produto, tais como o manual de operação do produto, o material de treinamento e o manual de descontinuidade do produto, o desenvolvimento da embalagem, considerando o tipo de distribuição do produto, adequar embalagens aos elementos críticos, definir a melhor forma de embalar junto com o melhor processo de embalagem. É nesta subfase que será planejado o fim de vida do produto, através da elaboração do plano de retirada do mercado, envolvendo desde a descontinuidade da produção ao descarte e reciclagem (ROZENFELD et al., 2006).

As Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Detalhado estão representados na Figura 4, em que destacam-se, ainda, as atividades que serão cumpridas neste projeto.

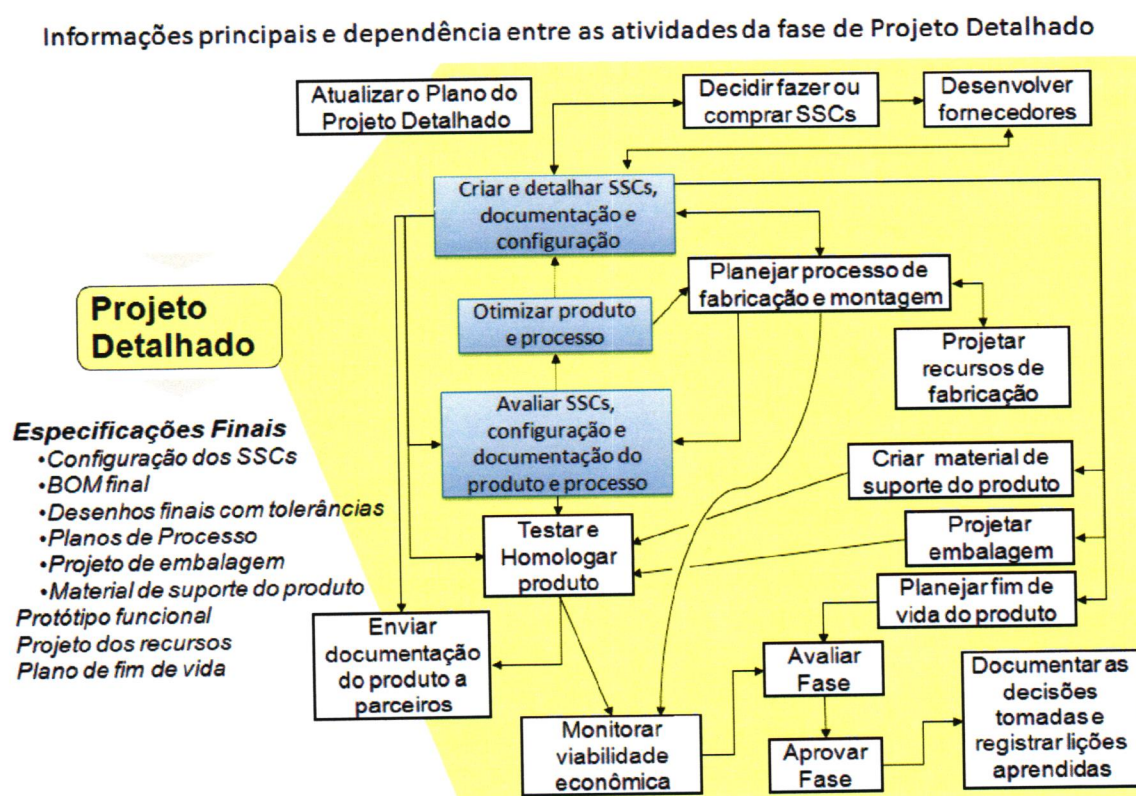


Figura 4: Dependência entre atividades da fase de Projeto Detalhado

Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

2.1.2.4 preparação da produção do produto

A preparação da produção consiste em produzir o lote piloto, a partir da definição dos processos de produção e manufatura, envolvendo todas as atividades da cadeia de suprimentos interno, a fim de poder efetivamente viabilizar a obtenção do produto (ROZENFELD et al., 2006).

2.1.3 Pós-desenvolvimento

A macrofase do pós-desenvolvimento do produto compreende em sistematicamente retirar o produto do mercado e, fazer uma avaliação de todo o ciclo de vida do produto, para que as experiências contrapostas ao planejado anteriormente tragam uma referência aos desenvolvimentos futuros (AMARAL, 2006).

2.2 Histórico da Manutenção

O histórico de evolução da manutenção começa a se desenvolver a partir da revolução Industrial. Até esta época as equipes de manutenção, praticamente não existiam, e os cuidados com o equipamento eram baseados na troca das partes danificadas, na manutenção corretiva, e em evitar que o desgaste se desse a curto prazo. Para isso, usava-se gordura animal nas partes móveis e sujeitas a cargas mecânicas, nos quais o desgaste era notado com facilidade (PINTO, 2002).

Nas unidades fabris, o maior problema era a disponibilidade de energia para mover as máquinas que produziam. Normalmente, toda a energia provinha de uma unidade de força central que através de eixos e polias movimentavam as máquinas. Com o aparecimento das máquinas a vapor como centrais geradoras de força mecânica, operadores devidamente treinados eram os responsáveis pela condução e manutenção da máquina. (KARDEC, 2002).

Com a evolução surgiram os profissionais auxiliares, que se propunham a ajudar os trabalhadores na manutenção das máquinas avariadas. Esses profissionais tinham pouca experiência, porém tinham vocação para cuidar das máquinas. Nesta época, a função básica deste pessoal não era fazer manutenção, mas produzir. No entanto já era notória a necessidade de uma organização com pessoas

especializadas na arte de reparar e de devolver ao equipamento as condições necessárias de confiabilidade (KARDEC, 2002).

2.2.1 Conceitos de manutenção

De acordo com a publicação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), manutenção é: ...”manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

O desgaste dos equipamentos se deve, principalmente, a ações físicas e químicas, seja interna ou externamente, a ação conjunta entre as forças transmitidas, os atritos e agentes contaminantes que se aliam na tarefa de acelerar o desgaste, e conseqüentemente a vida útil dos componentes mecânicos. Considerando que forças produzem fadigas e vibrações; atrito produz desgaste; e os contaminantes produzem abrasão e corrosão, a única maneira de aumentar a vida útil dos componentes é diminuindo os efeitos formados pelo conjunto destas ações (TOMAZINI, 2003).

Através da manutenção dos equipamentos é possível minimizar sua degradação, três formas práticas possibilita conseguir esse efeito: manutenção corretiva; manutenção preventiva; manutenção preditiva (MARÇAL, 2004).

2.2.1.1 manutenção corretiva

A manutenção corretiva é aquela efetuada somente após a ocorrência de uma pane ou falha, tendo como principal objetivo restaurar ou corrigir o funcionamento dos equipamentos. A reparação de emergência tem um custo alto, de instalações e equipamentos, sendo necessária a elaboração de um sistema de manutenção corretiva, para reduzir o tempo, atrasos e gastos com falhas e quebras, considerando fatores de custos, eficiência e desmotivação do pessoal (PINTO, 2006).

2.2.1.2 manutenção preventiva

A manutenção preventiva se baseia na suposição de que a vida útil das máquinas, equipamentos e componentes podem ser conhecidas através de registro das ocorrências, acompanhamento das manutenções executadas e análise de dados coletados através de monitoração ou inspeções em campo (GURSKI, 2007).

2.2.1.3 manutenção preditiva

A manutenção preditiva consiste em aplicar a técnica de monitorar as condições reais de funcionamento de máquinas e equipamentos, uma das primeiras técnicas preditiva utilizada foi a análise de vibrações, seguida pela ferrografia, que a partir dos anos 80, associados às duas técnicas, proporcionou o conhecimento amplo das máquinas, possibilitando melhorar o controle dos desgastes e das anormalidades atuantes, garantindo um bom funcionamento e maior vida útil. (KARDEC, 2000).

A manutenção preditiva não substitui totalmente os métodos tradicionais de gerência de manutenção. No entanto esta filosofia vem somar nos abrangentes programas de manutenção, e baseia-se no agendamento das tarefas específicas de manutenção, para serem executadas somente quando forem estritamente necessárias, reduzindo o número de falhas inesperadas (MARÇAL, 2004).

2.3 Eixo Diferencial

O eixo diferencial é um sistema de conjuntos mecânicos compostos por eixos, engrenagens e rolamentos que se acoplam em um invólucro metálico capaz de acondicionar e manter um sincronismo perfeito de movimentos do conjunto, permitindo transmitir o movimento de tração dando estabilidade aos caminhões.

A forma de um eixo diferencial pode ser vista na Figura 5.

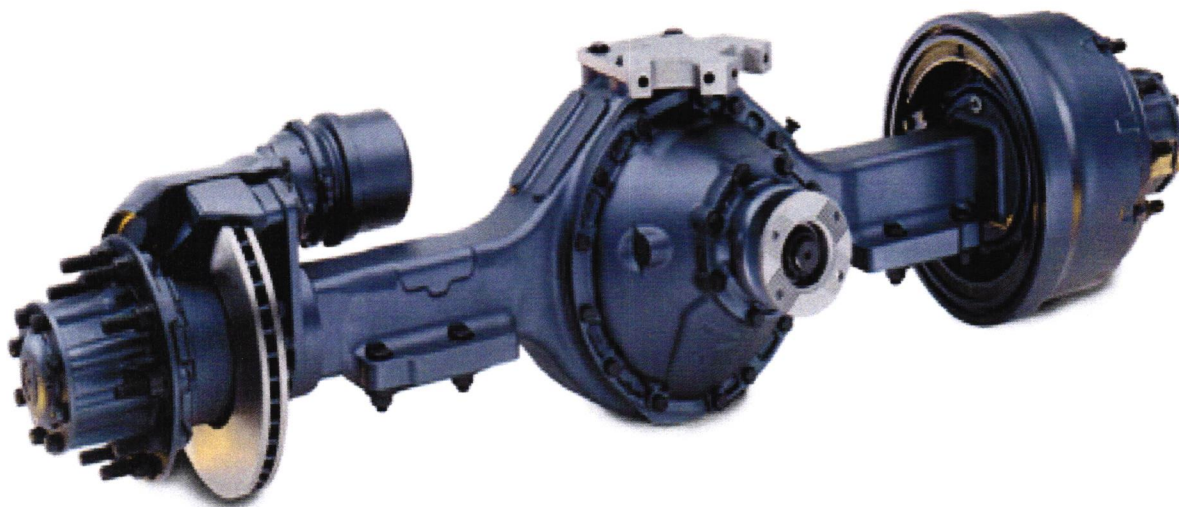


Figura 5: Eixo diferencial

Fonte: Affinia Spicer (2010)

A relação de potência transmitida do motor para as rodas de tração, a compensação de velocidade de giro nas rodas em curvas, ocasionado pela diferença de raios nas trajetórias percorridas pelas rodas do veículo. Para entender o conjunto composição e os principais itens que formam um eixo diferencial faz-se necessário visualizar seus componentes em uma vista explodida com orientação de montagem das peças mecânicas de um eixo diferencial, tais como: Carcaça de diferencial; Os semi-eixos; caixa de diferencial; coroa e pinhão (AFFINIA SPICER, 2010).

Os componentes satélites ficam instalados junto à cruzeta do diferencial e estão engrenadas às planetárias, essas são acopladas aos semi-eixos, com a função de fazer as rodas girarem. O funcionamento sofre variações de acordo com o percurso do veículo. Em trajeto reto, as rodas estão girando na mesma velocidade, os satélites não se movem e em uma curva, a rotação desenvolvida nas rodas diferem uma da outra, fazendo com que os satélites girem sobre a cruzeta, permitindo diferentes velocidades nas planetárias e por consequência entre as rodas (AFFINIA SPICER, 2010).

Os detalhes de montagem do eixo diferencial podem ser vistos na Figura 6.

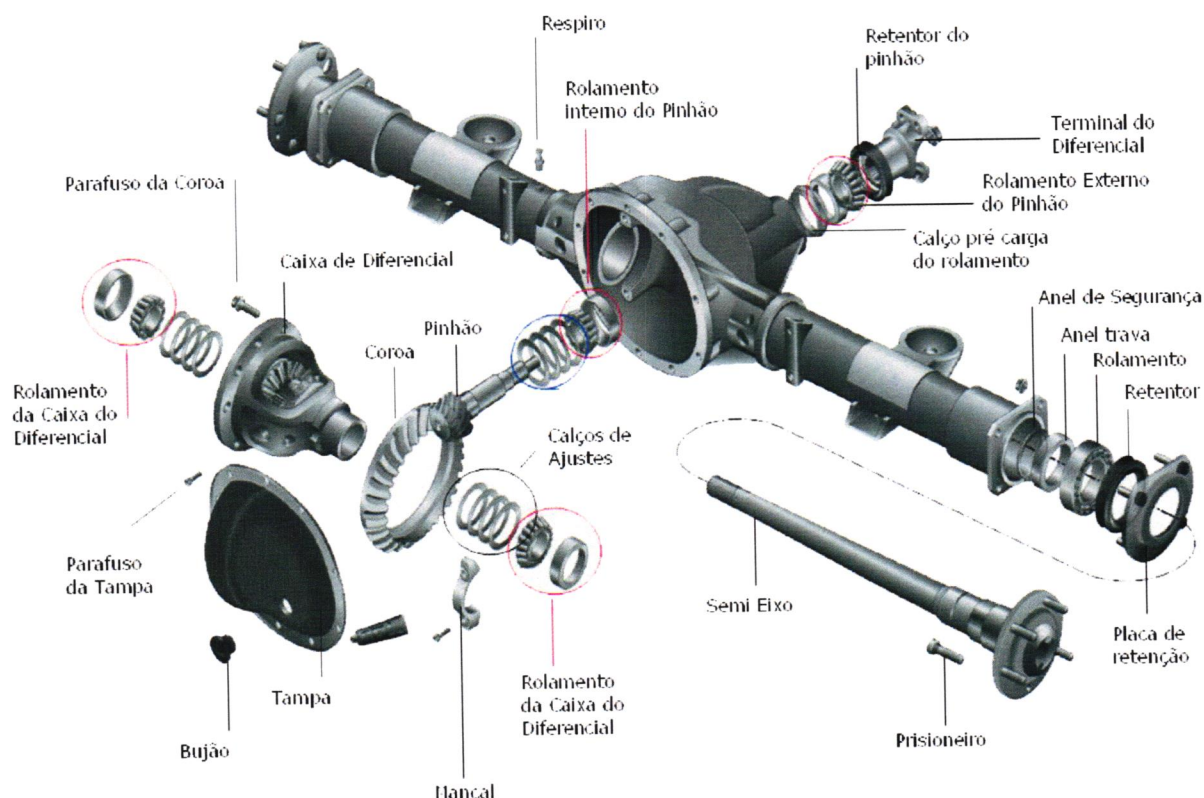


Figura 6: Componentes do eixo diferencial

Fonte: Affinia Spicer (2010)

2.3.1 Coroa e Pinhão

A coroa e o pinhão são duas engrenagens, que trabalham juntas, e tem a função de reduzir o torque vindo do motor, antes de serem transmitidos para as rodas, através das combinações do número de dentes formados pelo par coroa e pinhão. A relação entre o número de voltas que o pinhão precisa completar até que a coroa atinja um giro completo é determinado através da divisão entre a quantidade de dentes que possui a coroa e o número de dentes do pinhão (OFICINA E CIA, 2009).

Localizado dentro do eixo de diferencial, o conjunto coroa e pinhão é projetado para rodar centenas de milhares quilômetros sem apresentar problemas. Porém, em consequência da falta de manutenção e do mau uso pelos operadores dos veículos, pode ocorrer parada inesperada do sistema de transmissão, por isso todos os componentes do sistema de suspensão dos veículos devem passar por revisões criteriosas. Esses fatores garantem a estabilidade e segurança do veículo na estrada (OFICINA E CIA, 2009).

O conjunto coroa e pinhão é visualizado com detalhes na Figura 7.

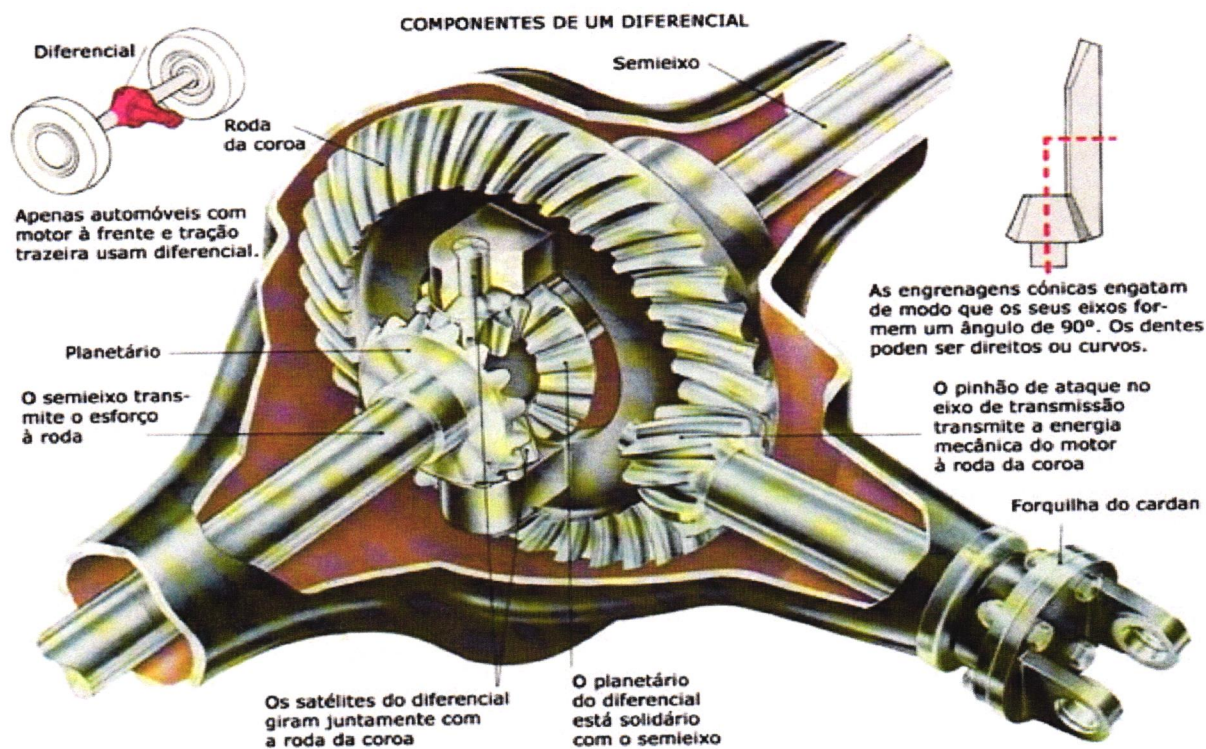


Figura 7: Conjunto coroa e pinhão

Fonte: Oficina e Cia (2009)

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada para concepção do projeto, esta pesquisa é um estudo de caso, o desenvolvimento de uma ferramenta mecânica, o caso estudado se referencia nas principais ferramentas utilizadas nas empresas desenvolvedoras de produtos e serviços, buscando as melhores práticas adotadas na gestão de desenvolvimento de produto.

A partir desta abordagem que possui finalidade aplicada e objetivos exploratórios será utilizado o modelo de referência proposto por Rozenfeld. O modelo apresenta-se dividido em três macrofases (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento), agrupada em fases, atividades e ferramentas que facilitam o processo de desenvolvimento de produto. O modelo de referência proposto pelo autor é baseado na metodologia disposta pelo *Project Management Book of Knowledge – PMBOK*.

Desta forma, o projeto deverá resultar em uma ferramenta capaz de possibilitar a recuperação do alojamento do pinhão em carcaças de eixo diferencial, através da usinagem de campo e com a intervenção efetuada diretamente na área da carcaça de diferencial que com danos, sem a necessidade de desacoplar o eixo diferencial do veículo, atendendo as principais funções de pré-requisitos. Além disso, objetiva-se criar uma aparência que tenha apelo mercadológico junto aos profissionais de manutenção mecânica.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Projeto Informacional

Nessa fase objetiva-se apresentar as informações do processo de desenvolvimento da ferramenta, definidas as funções que irá desempenhar, e expor o método adotado no processo. Serão mostradas também as premissas adotadas visando alcançar o objetivo final, que é a definição do produto a ser desenvolvido.

4.1.1 Identificação dos requisitos dos clientes do produto

O método utilizado para levantar as necessidades dos clientes foi a discussão em grupo focal após a observação direta em campo, através do contato com os potenciais usuários do produto: mecânicos; caminhoneiros e frotistas. Através do acompanhando das manutenções corretivas nos eixos diferenciais e do registro dos diferentes graus de dificuldade requeridos nas soluções peculiares de ferramentas disponíveis para atender e garantir a manutenibilidade. Dessa forma foi possível listar os seguintes requisitos:

- **Disponibilidade de mercado**

Devido a indisponibilidade de uma ferramenta voltada à manutenção no alojamento do pinhão na carcaça do eixo diferencial, o método atual de recuperação é puramente artesanal, sendo possível apenas quando o desgaste é superficial, sem danos que comprometam a estrutura física da região, através do enchimento com solda elétrica da área com desgaste e usinagem em furadeira de coluna ou fresadoras mecânicas de grande porte. Esse procedimento necessita da retirada por completo do eixo diferencial do veículo, e da desmontagem completa dos conjuntos internos.

- **Necessidade de mercado**

Os prestadores de serviço de manutenção contam com equipamentos modernos e eficazes, Isso fica evidente quando se observa nas oficinas de manutenção a gama de ferramentas utilizadas para facilitar o acesso aos conjuntos mecânicos mais importantes. No entanto os recursos disponíveis para manutenção aos sistemas de eixo diferencial são raros e rústicos. Seguindo esta tendência, a intervenção nas carcaças de diferencial não pode continuar como um processo totalmente artesanal.

- **Requisitos de desempenho**

De acordo com a observação dos produtos existentes verifica-se que o novo produto deve e exercer sua função de forma segura e durável, possibilitando a recuperação do alojamento do pinhão, quando as avarias forem em pontos localizados.

A ferramenta deve ser dimensionada para veículos de carga de médio e grande porte, com potência capaz de permitir a usinagem de ferro fundido cinzento e aço médio carbono.

Deverá ainda ser portátil, e a configuração de desenvolvimento da ferramenta deve utilizar uma estrutura compacta, de forma a permitir o deslocamento e manuseio fácil e em locais de difícil acesso.

O novo produto deve possuir uma arquitetura modular, utilizando-se de acessórios intercambiáveis de modo que permita o desenvolvimento futuro capaz de atender a novos modelos de eixos diferenciais.

4.1.2 Definição dos requisitos do produto

No desenvolvimento de um novo produto, algumas funções inéditas devem ser desempenhadas. Estas funções precisam atender desde requisitos de desempenho até as necessidades intrínsecas dos usuários finais. Dessa forma, a partir da observação direta foram listadas as características a serem incorporadas pela nova ferramenta.

No Quadro 1 são apresentados os requisitos do produto e a descrição dos parâmetros necessários para o seu atendimento.

REQUISITOS DO PRODUTO	
Requisitos	Parâmetros
Desempenho	Adaptação aos principais modelos de veículos de carga. Robustez e resistência a grandes esforços operacionais. Resistir a grandes variações de temperaturas.
Estética e ergonomia	A forma e funções da ferramenta deverão considerar as possibilidades de acoplamento no eixo diferencial. Os pontos que necessitarem manutenção periódica e ajuste operacionais deverão ter acesso facilitado.
Segurança	A ferramenta não deverá oferecer nenhum risco de ferimento ou lesões para os operadores e observadores.
Proteção ambiental	Produzir o mínimo de ruído durante a execução dos serviços. Não deve haver vazamentos de óleo lubrificante.
Consumo de energia	Baixo consumo de energia elétrica.
Confiabilidade	Baixo nível de manutenção.
Manutenabilidade	Baixo nível de desgaste das peças, acessórios e consumo de fluidos; Fácil acesso aos pontos de lubrificação.
Durabilidade	Resistir a impactos e ao uso em ambientes agressivos.
Dimensões	A ferramenta deve ter dimensões reduzidas, facilitando o manuseio em locais de difícil acesso.
Peso	A ferramenta deve ser leve o suficiente para permitir o transporte e manuseio com facilidades por profissionais de diversas estaturas.

Quadro 1: Requisitos do produto

4.1.3 Definição das especificações meta do produto

Na especificação-meta do produto exige-se que os requisitos não contenham ambigüidades e passem a ter parâmetros quantitativos e mensuráveis, com valores e unidades para melhor desempenhar as solicitações requeridas. Fatores esses utilizados para referenciar um melhor detalhamento nas características da ferramenta.

No Quadro 2 são apresentados os requisitos do produto e a descrição dos parâmetros necessários para o seu atendimento.

ESPECIFICAÇÕES META DO PRODUTO	
Requisitos	Parâmetros
Desempenho	Utilização em eixos diferenciais de veículos de até 350 cv. Suportar um valor de torque de 105 Nm.
Estética	Diâmetro máximo: 157 mm Largura máxima: 116 mm Comprimento máximo: 117 mm
Ergonomia	Pontos de manutenção periódica: 4 maximo. Pontos de ajuste operacionais: voltadas para o observador.
Segurança	Cantos vivos terão raios de arredondamento de 0,5mm. Arestas terão chanfros de 0,5mmx 45°.
Proteção ambiental	Nível máximo de ruído: 80 dB. Nível máximo de vazamentos de fluidos: 10 ml/horas trabalhadas.
Consumo de energia	Dispositivo de acionamento rotativo (furadeira): 1,0 a 1,5 kW/h.
Confiabilidade	O tempo médio entre falhas: 2.000 h trabalhadas.
Mantenabilidade	Troca de óleo: 500 horas trabalhada. Lubrificação com graxa: 100 horas trabalhada.
Durabilidade	Durabilidade mínima operacional: 6000 horas trabalhada.
Peso	Peso bruto: 8 10 kg Peso liquido: 6 a 7 kg

Quadro 2: Especificações do produto

4.2 Projeto Conceitual

O projeto conceitual é a fase complementar às diretrizes e detalhamento da fase anterior, em que o produto será modelado funcionalmente, ou seja, de forma abstrata. O objetivo nesta fase é busca à criação de forma representativa e selecionar soluções para o problema do projeto. Diferentes conceitos e especificações são avaliados para o produto, o detalhamento de diretrizes e avaliações das melhores propostas e a tomada de decisões em continuar investindo mais ou menos recursos no detalhamento da proposta mais promissora.

4.2.1 Modelagem funcional do produto

A modelagem funcional do produto é uma etapa auxiliar do projeto de produto que visa descrever os produtos de forma abstrata, representando suas funcionalidades e desejos especificados. A técnica de análise das funções dos sistemas, o diagrama do método FAST, é uma ferramenta com método de classificações representativas das funções do produto. Este método de representação horizontal possibilita descrever de maneira organizada as questões COMO as funções poderão ser obtidas e POR QUE as funções são realizadas.

A Figura 8 representa o diagrama FAST da ferramenta.

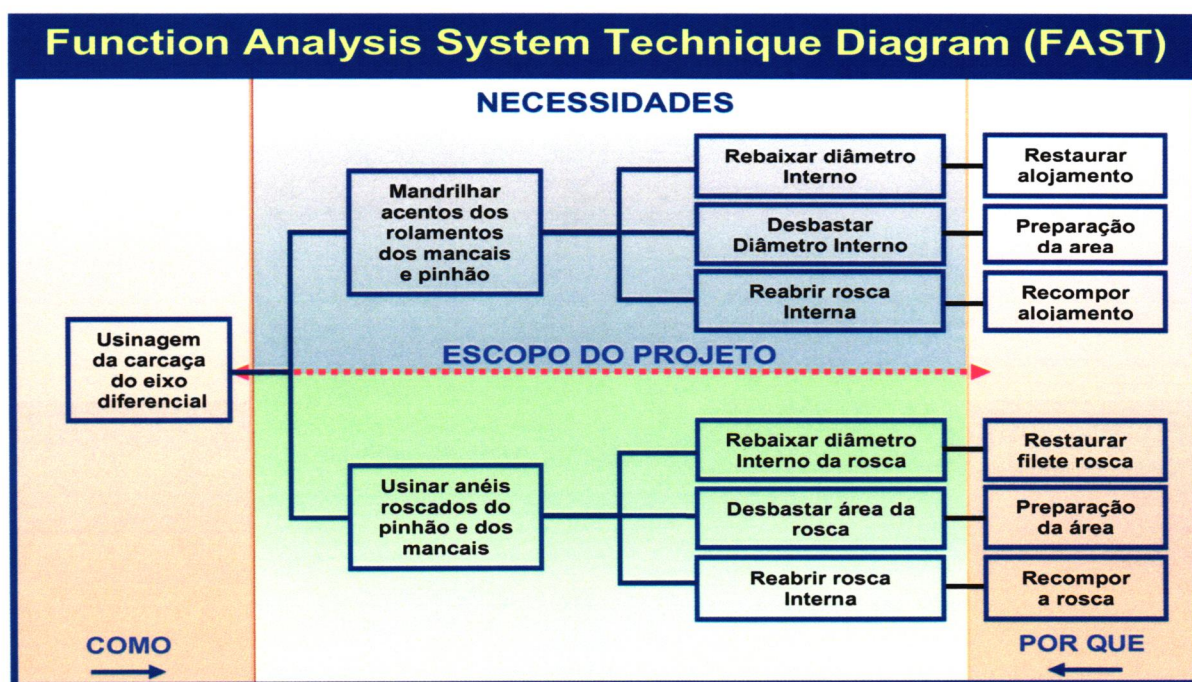


Figura 8: Modelagem funcional do novo produto

4.2.2 Desenvolvimento das alternativas de solução para o produto

Nesta etapa combinaram-se os princípios de soluções individuais para obtenção de solução total do produto. A análise morfológica foi a ferramenta utilizada no reconhecimento da estrutura formal do produto e sua composição, partindo da geometria básica até a concepção formal do produto.

A estrutura funcional do produto está representada na Figura 9.

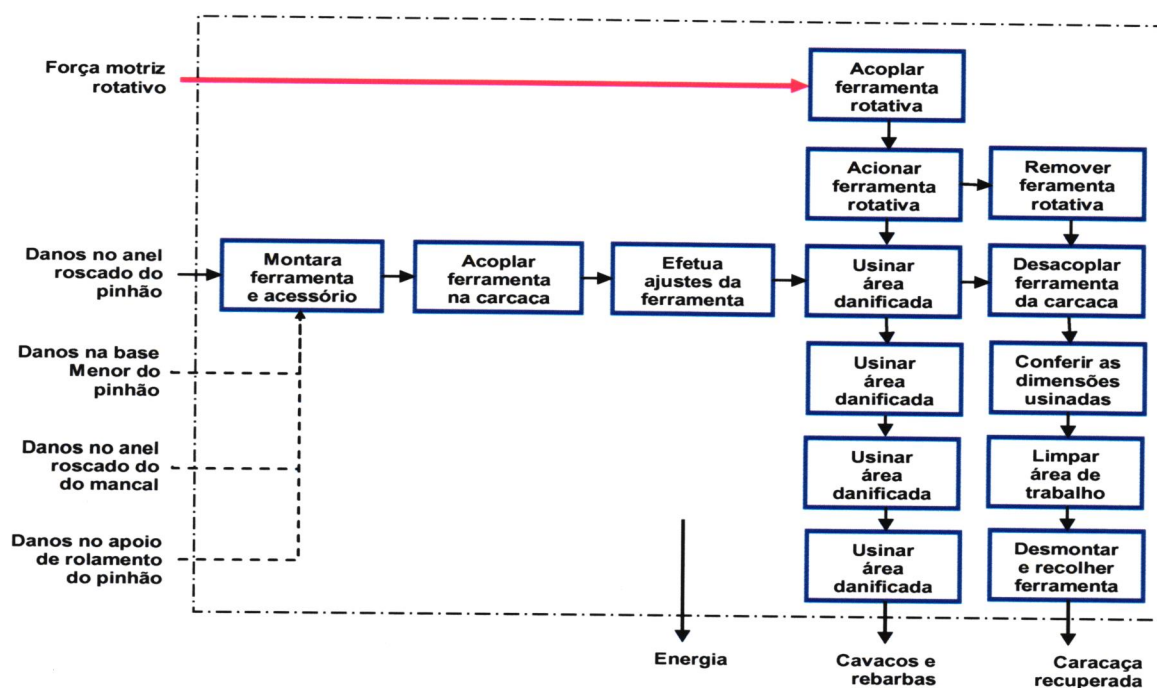


Figura 9: Estrutura funcional para o novo produto.

4.2.3 Definição da arquitetura do produto

Devido ao grande número de modelos de carcaças de eixo diferencial adotados pelas montadoras de veículos de carga, a ferramenta terá uma arquitetura modular, de forma a atender a ampla faixa dimensional das áreas com danos. Permitindo a acoplagem da ferramenta diretamente ao sistema danificado, executando o mandrilamento interno nas seções cilíndricas internas das carcaças de diferencial, produzindo a usinagem na superfície cilíndrica, re-estabelecendo a forma geométrica regular com as dimensões dentro do limite de tolerância especificado.

Os sistemas, subsistemas e componentes (SSC) que formarão a ferramenta estão descritos no Quadro 3.

Sistemas	Subsistemas
Corpo Cilíndrico	Acionamento de mandrilamento
Conjunto de acionamento	Acionamento de rosqueamento
Cabeçote mandrilador	Acoplamento elástico

Quadro 3: Sistemas, Subsistemas e Componentes

4.2.4 Análise de sistemas, subsistemas e componentes (SSC)

A análise de SSC é fundamental no processo de fabricação e montagem dos componentes. Nesta atividade foram identificadas e analisadas as condições críticas observadas no produto, que vão do funcionamento simplificado e interativo da ferramenta, a qualidade relativa, e a redução de tempo na intervenção mecânica.

4.2.4.1 corpo cilíndrico

O sistema base da ferramenta é formado por um corpo cilíndrico (01) e vazado no centro, formando uma cavidade hidráulica pelo qual através de fluido hidráulico converterá movimentos rotatórios em movimento linear. O fechamento da câmara hidráulica será feito através de tampas laterais (02) e (03) fixadas por parafusos (04) e funcionará também como mancal de apoio para o eixo de acionamento. O sistema base será dotado ainda de um ressalto retangular (05) na geratriz superior do corpo cilíndrico, que abrigará canais (06) para passagem de fluido hidráulico, com fluxo controlado por uma válvula de controle (07) perpendicular aos canais e um rebaixe (08) na parte frontal posterior o qual permitirá fixar a ferramenta na carcaça de diferencial por meio de dispositivos de acoplagem.

As formas e contornos desse sistema estão demonstrados na Figura 10.

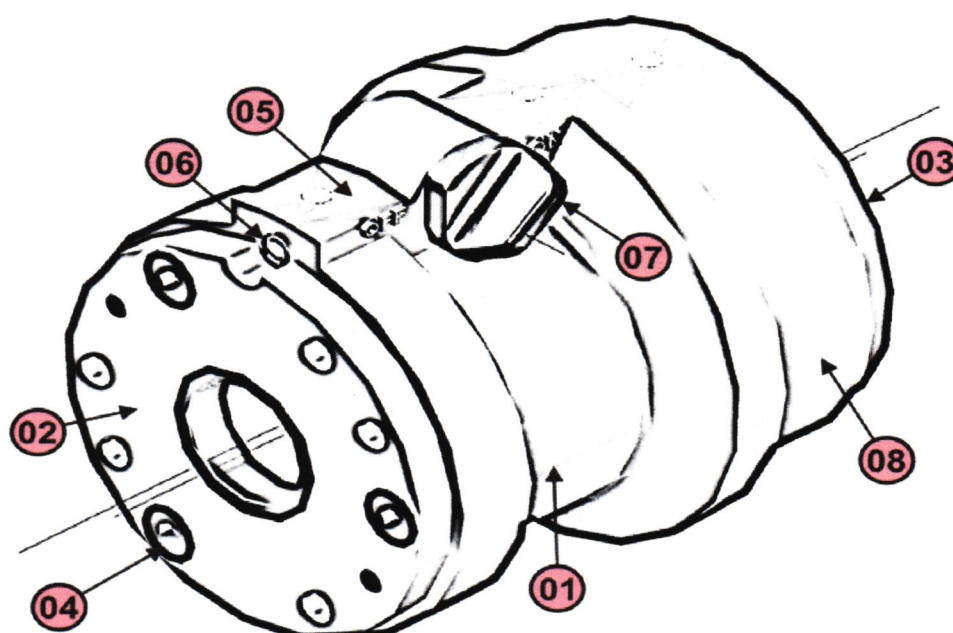


Figura 10: Corpo cilíndrico

4.2.4.2 conjunto de acionamento

O sistema de acionamento é formado por um eixo cilíndrico (01) tendo em uma das extremidades um ressalto (02) limitador de curso seguido por um rebaixo (03) para acoplamento de um dispositivo de tração rotatório. A extremidade oposta contará com um pino (04) guia e um alojamento (05) para acoplar o sistema de mandrilamento e rosqueamento interno. Na parte central do eixo será fixado um rotor (06), disco com ranhura helicoidal (07), fixado por um parafuso (08) e que através do movimento rotativo fará o bombeamento do fluido, de uma extremidade a outro da câmara hidráulica. A pressão criada na câmara será equilibrada pelo ajuste da válvula de controle de fluxo nos canais do corpo hidráulico.

As formas e contornos desse sistema estão demonstrados na Figura 11.

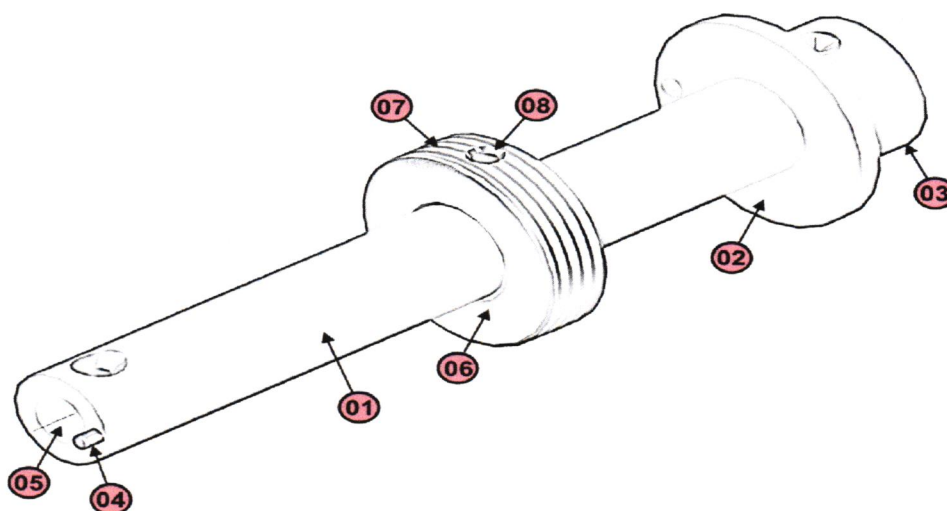


Figura 11: Sistema: Eixo de acionamento

4.2.4.3 conjunto rosqueador

O conjunto rosqueador é composto por um corpo cilíndrico (01) flangeado (02) em uma das extremidades com furos (03) na periferia para fixação no corpo cilíndrico, é vazado no centro e com rosca interna (04), e na outra extremidade, possui um eixo roscado (05) que será acoplada no centro do corpo roscado. Na extremidade do eixo serão acoplados eixos prolongadores (06) fixados através de pino guia (07) e parafusos (08), e por fim um encaixe (09) na ponta do prolongador permite a fixação do cabeçote mandrilador através de um pino de fixação (10).

As formas e contornos desse sistema podem ser visto na Figura 12.

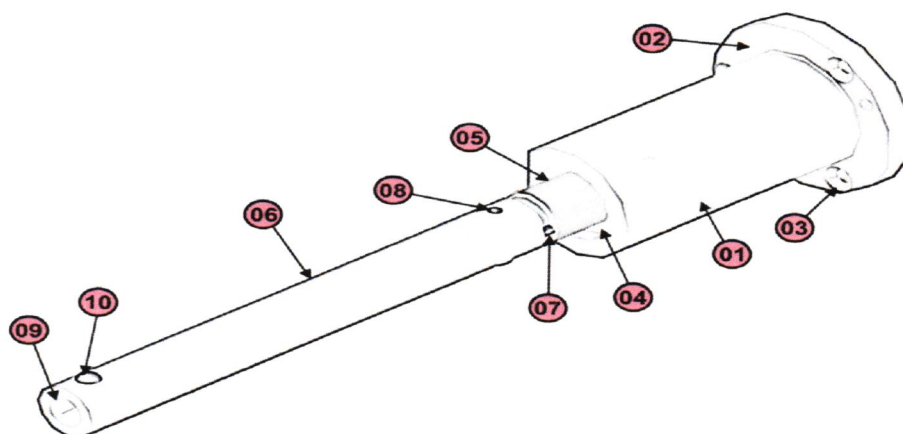


Figura 12: Conjunto rosqueador

4.2.4.4 cabeçote mandrilador

O cabeçote mandrilador consiste em um conjunto formado por um corpo cilíndrico (01), com encaixe frontal (02) para acoplagem no eixo de acionamento ou no eixo rosqueador, alinhado por um pino guia (03) e fixado por um parafuso (04). Na outra extremidade possui um alojamento cilíndrico (05) pelo qual um eixo (06) desloca-se com avanço de ajuste através de um fuso de acionamento (07) com precisão centesimal. Na sua extremidade é fixado um porta ferramenta (08) de pastilhas intercambiável de metal duro (09), com funções para usinagem de mandrilamento ou abertura de rosca interna.

As formas e contornos desse sistema podem ser visto na Figura 13.

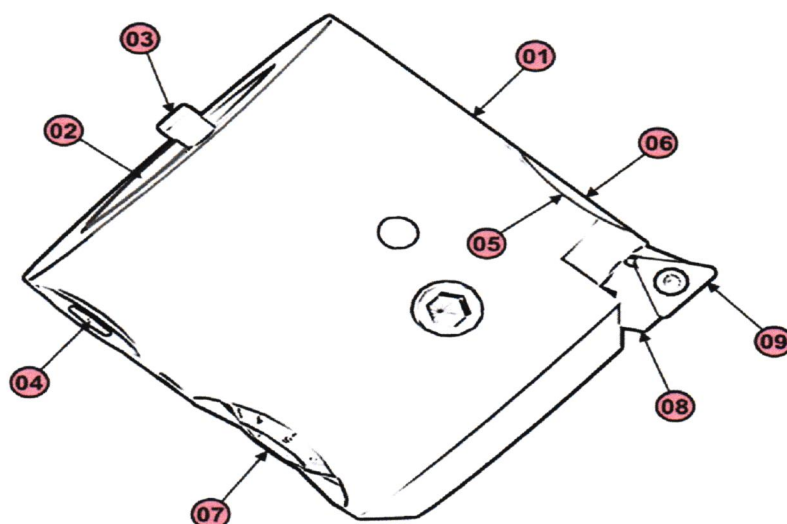


Figura 13: Cabeçote mandrilador

4.2.4.5 acoplamento elástico

O acoplamento elástico é formado a partir de uma bucha metálica (01) com dimensões interna igual ao rebaixe do corpo cilíndrico da ferramenta, a fim de fixá-lo sobre essa superfície, e externamente tem dimensões iguais aos alojamentos das carcaças de eixo diferencial, permitindo fixar o conjunto de ferramenta. Os canais regulares (02) na superfície externa e interna do anel permitirão a deformação geométrica do copo, ao aplicar força de torque nos parafusos (03) fixados pelos furos roscados na periferia das superfícies laterais. A pressão exercida através de torque controlado provocará a fixação do corpo cilíndrico na superfície interna do acoplamento e a fixação de todo o conjunto pela superfície externa do acoplamento.

As formas e contornos desse sistema podem ser visto na Figura 14.

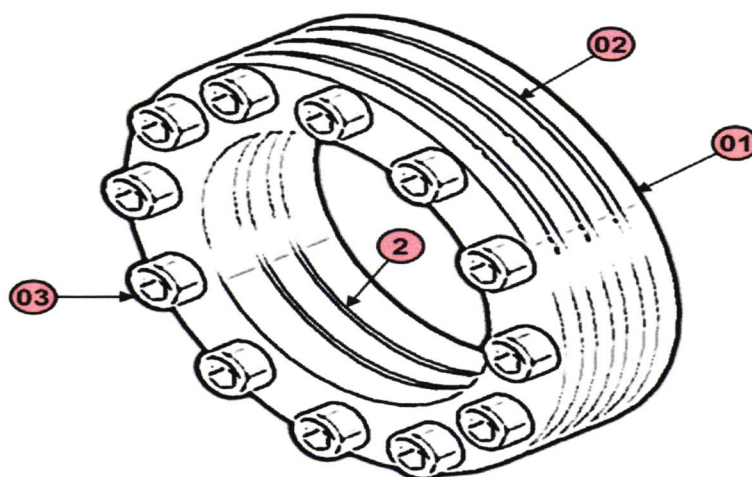


Figura 14: Acoplamento elástico

4.2.5 Análise da geometria da ferramenta

O modelo da ferramenta foi concebido a partir da definição de movimentação longitudinal de uma ferramenta de corte, a fim de permitir o mandrilamento do apoio do rolamento do pinhão. O deslocamento longitudinal será feito através de um cilindro hidráulico com um rotor preso ao eixo. O avanço da ferramenta de corte será controlado através do deslocamento do fluido hidráulico, acionado por uma força motriz rotacional externa.

A análise da geometria da ferramenta durante a sua aplicação é de extrema importância para garantir que esta exerça suas funções adequadamente ao

longo do seu processo utilização. Para que esse estudo fosse possível, utilizou-se para modelagem o software da Autodesk, Mechanical Desktop na versão 2007, aplicativo do AutoCAD, software paramétrico baseado em tecnologia parasolid que permite a construção de componentes e conjuntos mecânicos em 3D.

Por tratar-se de uma ferramenta em que o aspecto de precisão é extremamente recorrente desenvolveu-se apenas uma alternativa na qual foram incorporados os principais Sistemas, Subsistemas e Componentes. O conceito, então, foi construído a partir de um modelo virtual da ferramenta.

A orientação dos eixos x,y e z foi definida da seguinte forma: O eixo x na direção do eixo longitudinal da ferramenta, com sentido positivo a favor do movimento; O eixo y ao longo do eixo dianteiro da ferramenta com sentido positivo apontando para o lado esquerdo; e o eixo z, perpendicular ao plano formado pelos 2 eixos anteriores com sentido positivo apontando para cima. A ferramenta tem características de desenvolvimento simétrico em relação ao seu eixo longitudinal, e a análise de movimentação das peças que compõem a ferramenta foi feita nos eixo xy.

Os detalhes de orientação dos eixos no sistema de modelamento em CAD estão representados na Figura 15.

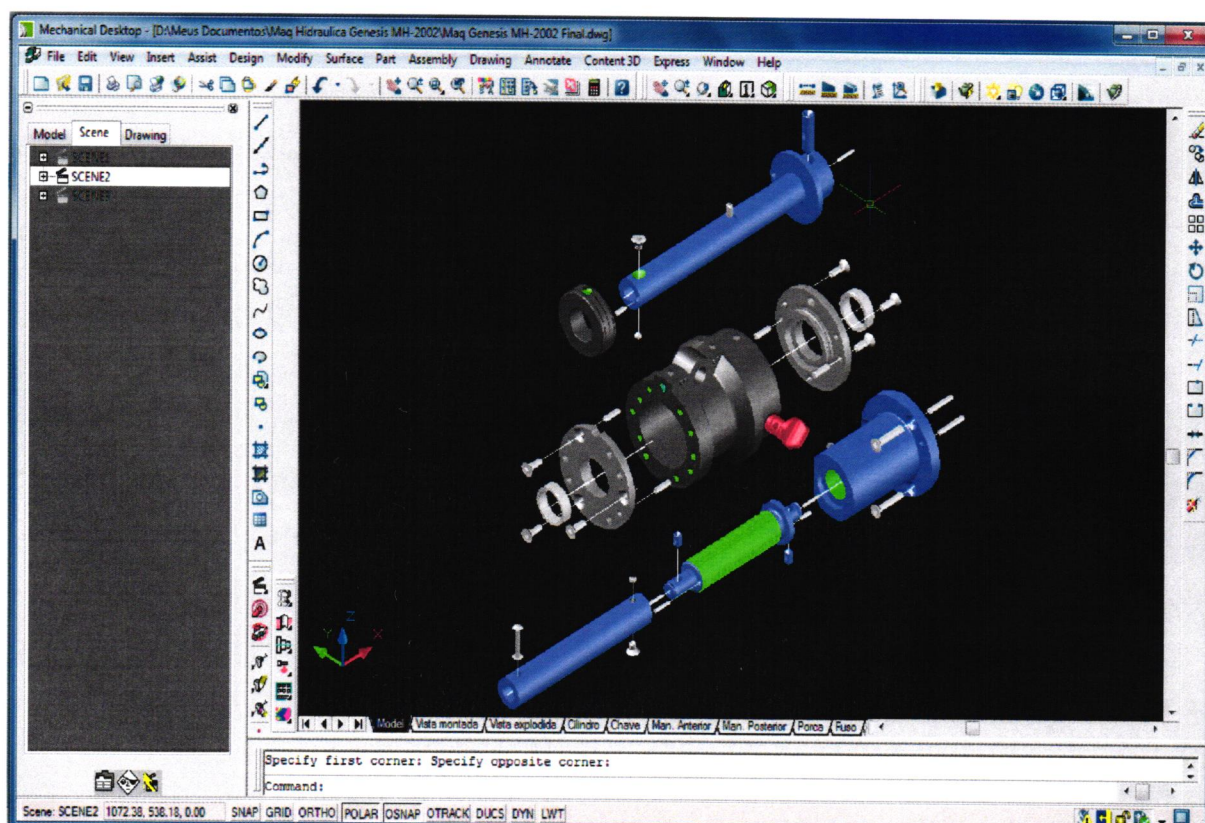


Figura 15: Visualização de orientação dos eixos no modelamento em CAD

4.2.6 Análise da geometria da carcaça de eixo diferencial

Os pontos de desgastes vulneráveis de uma carcaça de eixo diferencial em ordem em ordem alfabética, são:

Anel roscado do mancal; alojamento roscado que permite a fixação do eixo da coroa do diferencial.

Anel roscado do pinhão; orifício roscado frontal que o qual permite ajustar a folga entre os rolamentos do Pinhão, peça que recebe o movimento giratório proveniente da caixa de transmissão.

Base menor do pinhão; objeto de aplicação da ferramenta deste trabalho, orifício concêntrico e paralelo ao anel roscado do pinhão, que tem como objetivo servir mancal para o rolamento menor do pinhão.

Ponta-de-capa e meia ponta-de-capa; extremidades laterais da carcaça de diferencial onde é fixado o cubo de roda dos veículos.

Na figura 16, é possível observar os pontos vulneráveis de desgaste prematuro de uma carcaça de eixo diferencial.



Figura 16: Carcaça de eixo diferencial (vista explodida)

Fonte – Acervo MADIL (2009)

4.3 Projeto Detalhado

Essa fase dá continuidade à execução da fase anterior, sendo responsável pelo desenvolvimento final das especificações do produto.

A fase de detalhamento do projeto finalizar-se-á pela elaboração e a análise dos desenhos finais para fabricação, avaliação dos sistemas, subsistemas e componentes que formam o produto.

4.3.1 Especificação do produto (*Bill Of Material-BOM*)

A (BOM - Bill Of Material) consiste numa lista de todas as submontagens, componentes, a especificação das diversas matérias-primas empregadas e itens comprados externamente utilizados para montagem do produto. É a representação estrutural do produto, e é de fundamental importância manufatura, devido os registros de informações importantes do produtos utilizadas no processos de manufatura do produto.

A BOM é utilizada também como elemento de integração através do compartilhamento de suas informações através dos diversos setores ou departamentos das empresas.

Durante essa atividade do projeto serão detalhados os desenhos com especificações de tolerâncias, integração dos SSCs, bem como finalizar a BOM, pois servirão de base para definir entre fabricar os componentes ou comprá-los prontos, de acordo com a disponibilidade de fornecimento de itens padronizados e investimentos necessários em estruturas físicas, máquinas e equipamentos necessários para viabilizar a produção.

A BOM do produto é mostrado no Quadro 4.

Bill Of Material (BOM)						
ITEM	QT.	DESCRIÇÃO	MATERIAL/DIMENÇÕES	REF.	Peso Líquido (kg)	Peso Bruto (kg)
1	1	Cilindro hidráulico	FoFo Nod. Ø 4 1/4"x100mm	MIMAA508	5,240	7,250
2	3	Pino paralelo ISO-2338 - Ø5J5x10mm	SAE-1045 Ø 1/4"x15mm	MIMAA509	0,050	0,050
3	2	Paraf. Allen sem cabeça M6x1x10mm	DIN 7991 M6x16	MIMAA510	0,020	0,020
4	1	Porca M25x1,5 mm	SAE-1045 Ø 4"x120mm	MIMAA512	3,640	7,700
5	1	Fuso M25x1,5mm	SAE-1045 Ø 1 3/4"x155mm	MIMAA513	0,980	1,400
6	1	Eixo de tração maior	SAE-1045 Ø 1 1/4"x210mm	MIMAA514	0,860	1,320
7	3	Paraf. allen cabeça chata M6x30mm	ISO 10642 - M6x30	MIMAA515	0,030	0,030
8	2	Pino Paralelo ISO 2338 - Ø5 H8x26B	SAE-1045 Ø 1/4"x35mm	MIMAA516	0,020	0,020
10	4	Pino elastico Ø 3 x 18 mm	ISO 8752 - 3x18	MIMAA517	0,020	0,020
11	3	Bujão oscilante Ø7x12mm	SAE-1045 Ø 1/2"x20mm	MIMAA518	0,020	0,020
12	2	Parafuso conico M6 X 8 mm	DIN 7791 - M6x8	MIMAA519	0,010	0,010
13	2	Parafuso de sujeição M6 X 8 mm	ISO 4027	MIMAA520	0,010	0,010
14	2	Rebite Ø5 X 35 mm	DIN 660 - A 5x35	MIMAA522	0,010	0,010
9	1	Pino paralelo-ISO 2338-4 H8x16B	SAE-1045 Ø 1/4"x25 mm	MIMAA523	0,020	0,020
15	2	Pino paralelo-ISO 2338-4 H8x10B	SAE-1045 Ø 1/4"x20mm	MIMAA524	0,030	0,030
16	1	Chave de posição On/Off	SAE-1045 Ø 1 1/2"x45mm	MIMAA525	0,360	0,420
17	1	Eixo do rotor	SAE-1045 Ø 1 1/2"x220mm	MIMAA530	1,250	2,000
18	1	Rotor	SAE-660 Ø 2 1/2"x20mm	MIMAA531	0,380	0,620
19	1	Eixo de tração menor	SAE-1045 Ø 1 1/4"x65mm	MIMAA532	0,340	0,420
20	1	Parafuso allen sem cabeça M6x1mm	DIN 913 - M6x10	MIMAA533	0,020	0,020
21	1	Bujão oscilante Ø10x35mm	SAE-1045 Ø 1/2"x40mm	MIMAA534	0,050	0,050
22	1	Mancal anterior	FoFo SAE-5566 Ø 4"x20mm	MIMAA535	0,780	1,280
23	2	Bucha UAPM	UAPM Ø 1 1/2"x15mm	MIMAA536	0,030	0,030
24	4	Pino paralelo-ISO 2338-5 H8x16B	SAE-1045 Ø 1/4"x30mm	MIMAA537	0,020	0,020
25	6	Paraf. allen cabça chata M6x1x16mm	DIN 7991 - M6x16	MIMAA538	0,030	0,030
26	1	Mancal posterior	FoFo Nod. Ø 4"x20mm	MIMAA541	0,780	1,280
27	2	Suporte para incerto TCMT-110308	SAE 1045 Ø 7/8"x40mm	MIMAA542	0,095	0,095
28	2	Incerto TCMT-110308-KR-3015	TCMC-030308	MIMAA543	0,035	0,035
29	2	Paraf. do Incerto	ISO 10642 - M3x8	MIMAA544	0,020	0,020
30	1	Suporte regulavel L58	SAE 1045 Ø 1 1/4"x65mm	MIMAA545	0,320	0,380
31	2	Paraf. allen sem cabeça	ISO 4026 - M6x8	MIMAA546	0,016	0,016
32	1	Anel Elastico	DIN 472 - 25x1.2	MIMAA547	0,016	0,016
33	1	Paraf. de sujeição	ISO 4027 - M10x12	MIMAA548	0,042	0,042
34	1	Paraf. allen sem cabeça	ISO 4026 - M10x16	MIMAA549	0,062	0,062
35	1	Mola de compressão	DIN 17223 D-0.32x2.82x4.7	MIMAA550	0,012	0,012
36	1	Cabeçote	ASTM 6351 Ø 3"x60mm	MIMAA551	0,420	0,550
37	1	Vigilia	ASTM 6351 Ø 1/4"x10mm	MIMAA552	0,010	0,010
38	1	Paraf. conico	DIN 7991 - M10x12	MIMAA553	0,022	0,022
39	1	Esfera de aço Cromo Ø 4mm	SAE-4340 Ø 4mm	MIMAA554	0,010	0,010
40	1	Pino paralelo Ø 8x16	ISO 2338 - 5 H8x16 - A	MIMAA555	0,022	0,022
41	1	Pino Paralelo Ø 6x45	ISO 2338 - 5 M6x45 - A	MIMAA556	0,020	0,020
42	1	Anel graduado	SAE 1045 Ø 1 1/4"x45mm	MIMAA557	0,380	0,860
43	1	Acoplamento Elastico	SAE 1070 Ø 5"x35mm	MIMAA558	2,250	3,500
44	12	Parafuso Allen com Cabeça M8x1mm	ISO 10642 - M8x30	MIMAA559	0,042	0,042

Quadro 4: Bill Of Material-BOM

4.3.2 Desenhos detalhados

Nesta atividade serão apresentados os desenhos finais do projeto, com especificação de tolerância, considerando o processo de fabricação, os desenhos principais de conjuntos dos SSCs. A padronização de informações contidas nos desenhos é de fundamental importância, e questões como a codificação dos desenhos para facilitar o cadastramento em sistema de controle e classificação é imprescindível, a fim de que possa ser usada em futuros projetos, especificação de material aplicado na confecção de cada componente, as principais medidas com símbolos de acabamento e ajustes de interferência, folga e os nomes de cada componente.

A Figura 17 mostra o desenho do Cilindro Hidráulico, peça principal da ferramenta, que consiste em uma bucha cilíndrica em ferro fundido nodular, obtido a partir da fundição em moldes de areia, material que confere características físicas de alta resistência mecânica. Após a fundição a bucha passa pelo processo de usinagem em torno mecânico, e após numa fresadora mecânica, para eliminar o excesso de material e adquirir sua forma final.

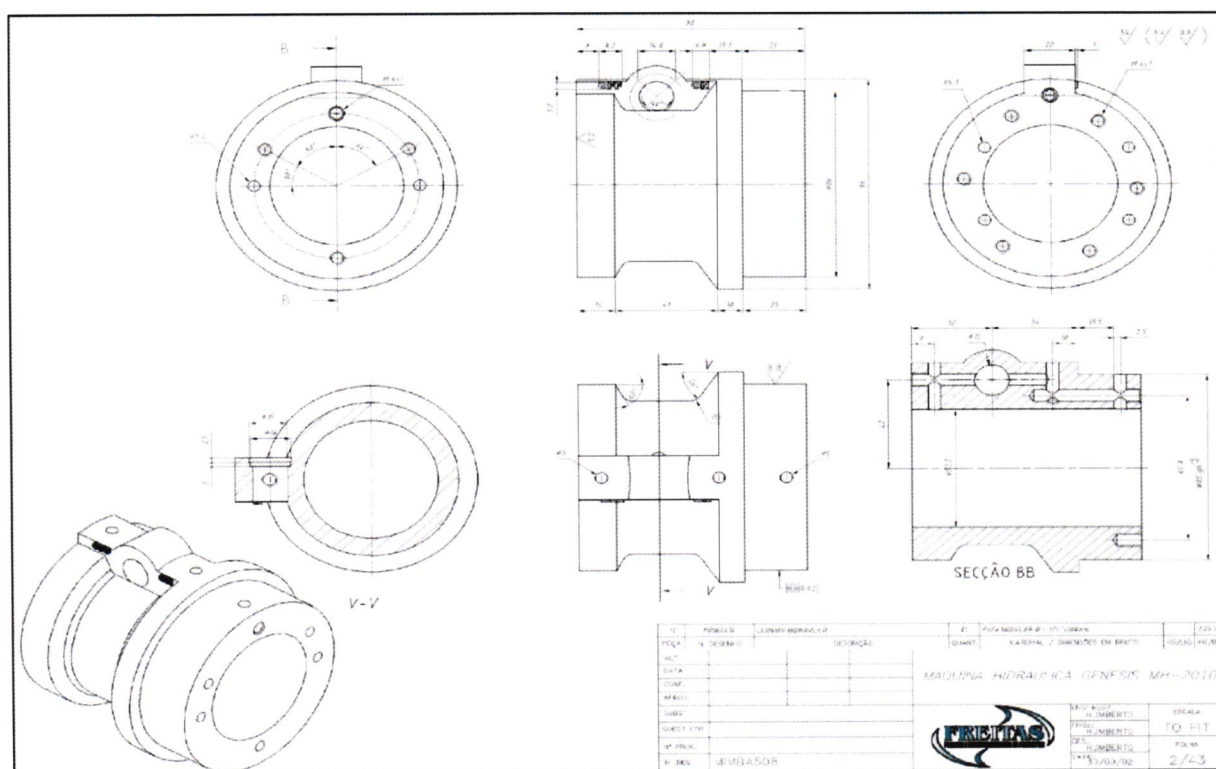


Figura 17: Desenho do cilindro hidráulico

O formato final do Cilindro Hidráulico é de uma bucha cilíndrica com alívio em uma das extremidades para acoplamento em dispositivo de fixação e na outra extremidade um ressalto retangular na geratriz superior, o qual possui furos cilíndricos horizontais e verticais que se cruzam formando canais de interligação entre os dois extremos internos, a fim de escoar fluido hidráulico, o qual tem seu fluxo controlado por uma Chave de posição Liga/Desliga (Figura 18), confeccionada a partir de uma barra redonda de aço carbono, pelo processo de torneamento e fresagem. A Figura 19 e 20 mostra o Mancal anterior e o Mancal posterior respectivamente, peças em formatos de anel metálicos, usinados em torno e fresadora a partir de barra cilíndrica de aço carbono, que possui um ressalto com furo no centro que funcionará como mancal e furos na periferia para fixação do Cilindro hidráulico.

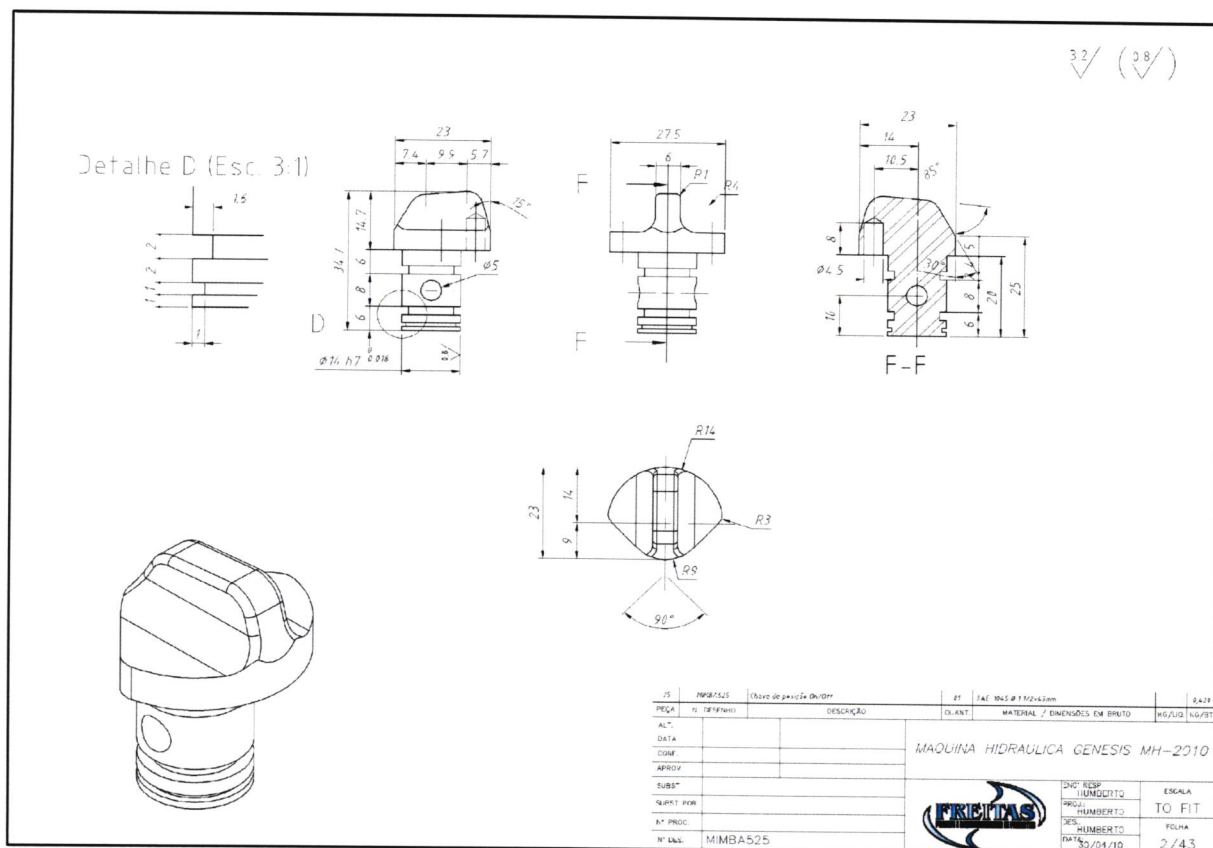


Figura 18: Desenho da chave de posição (Liga/Desliga)

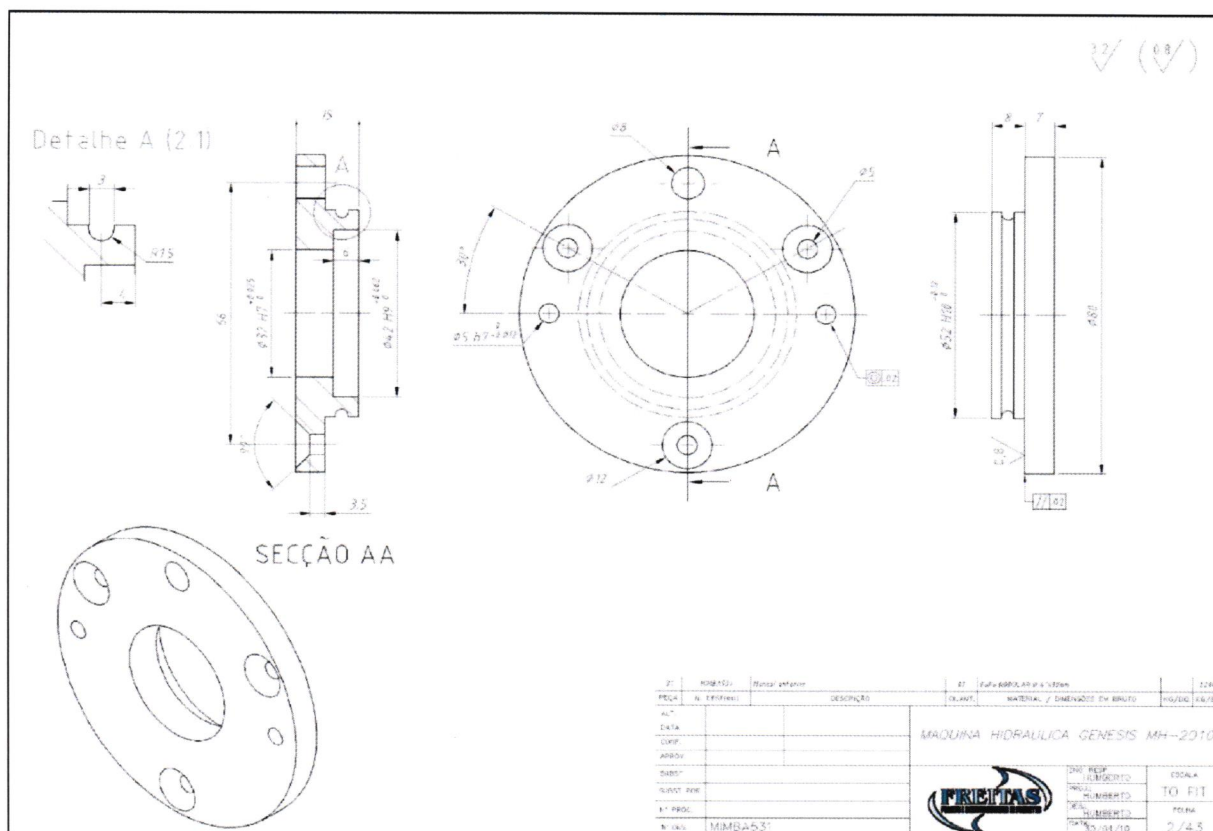


Figura 19: Desenho do mancal anterior

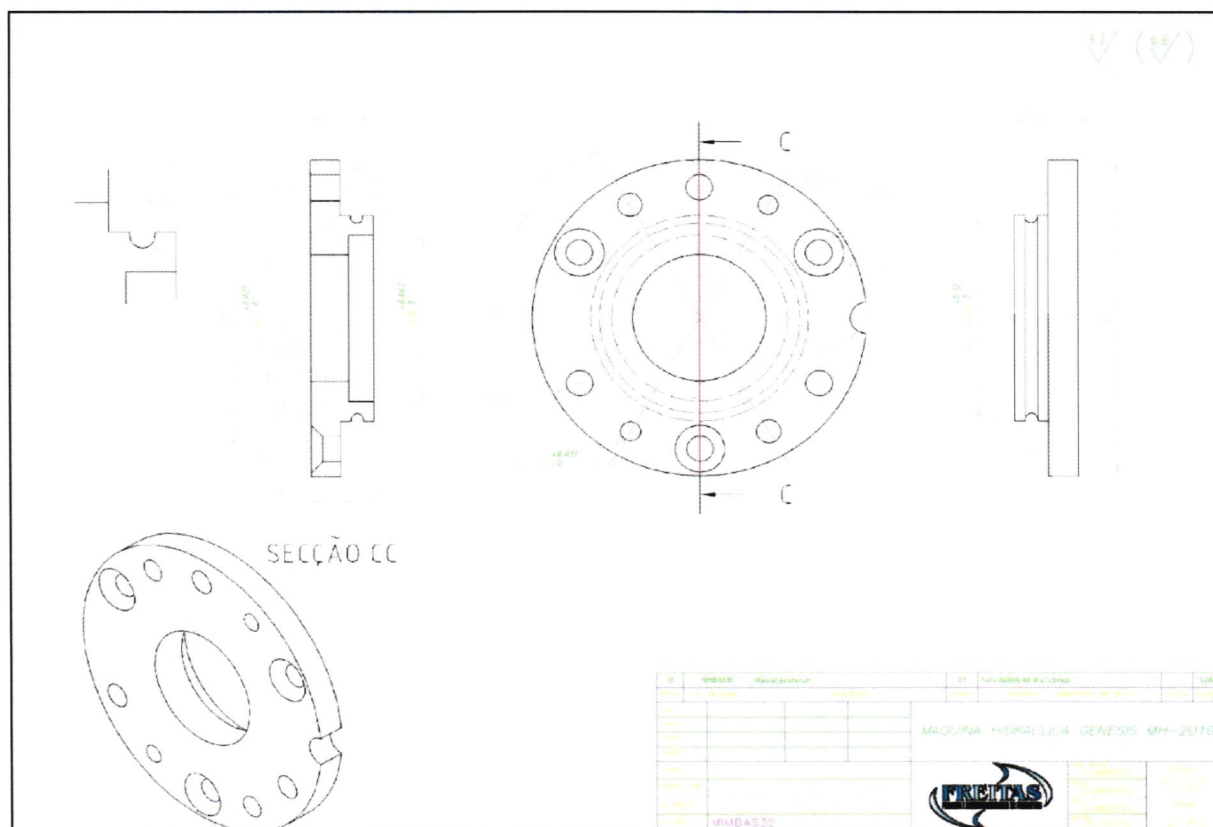


Figura 20: Desenho do mancal posterior

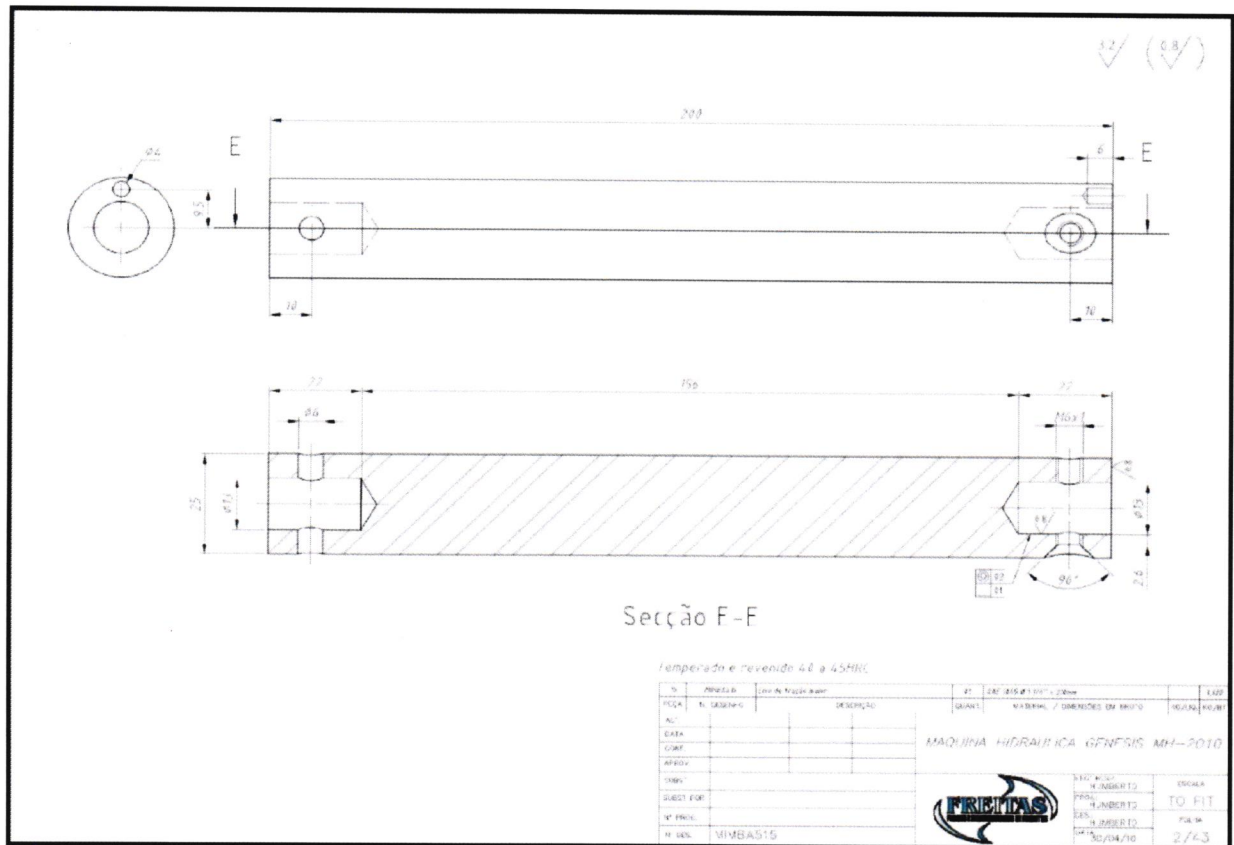


Figura 25: Desenho do eixo de tração maior

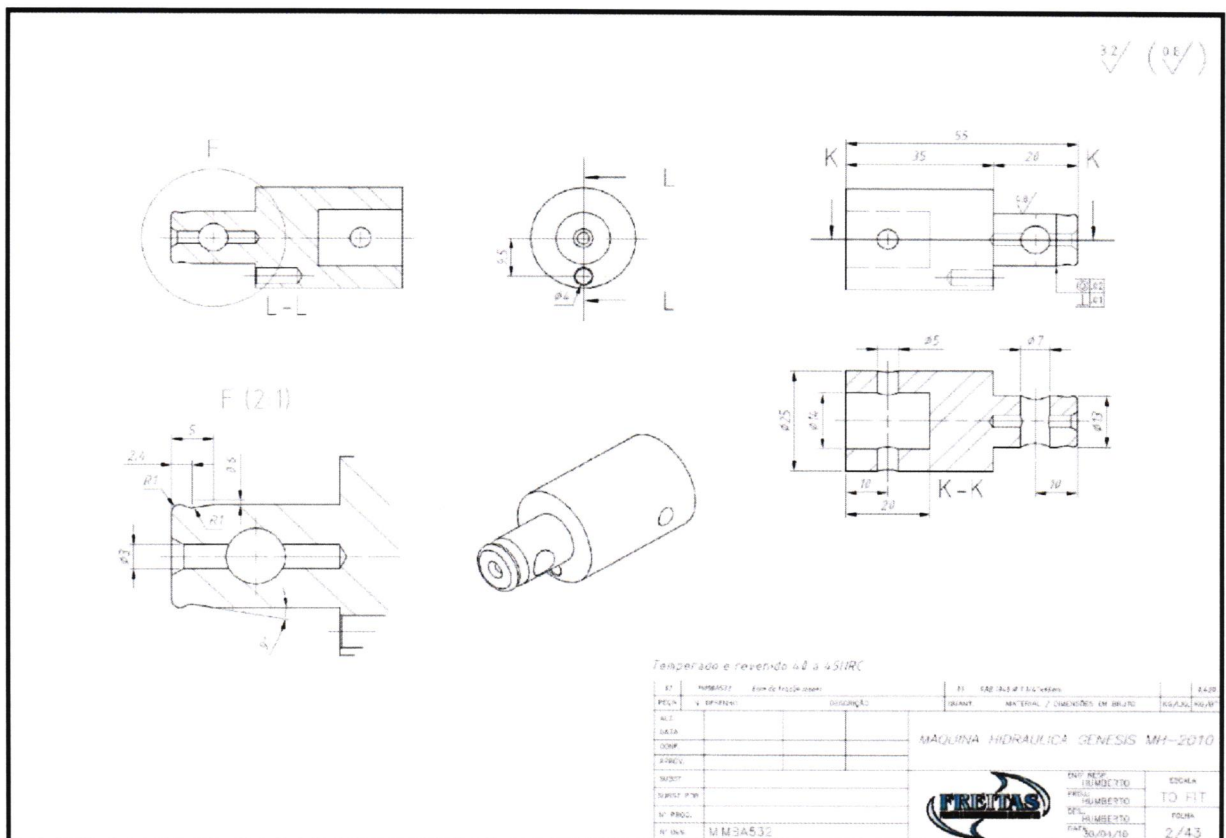


Figura 26: Desenho do eixo de tração menor

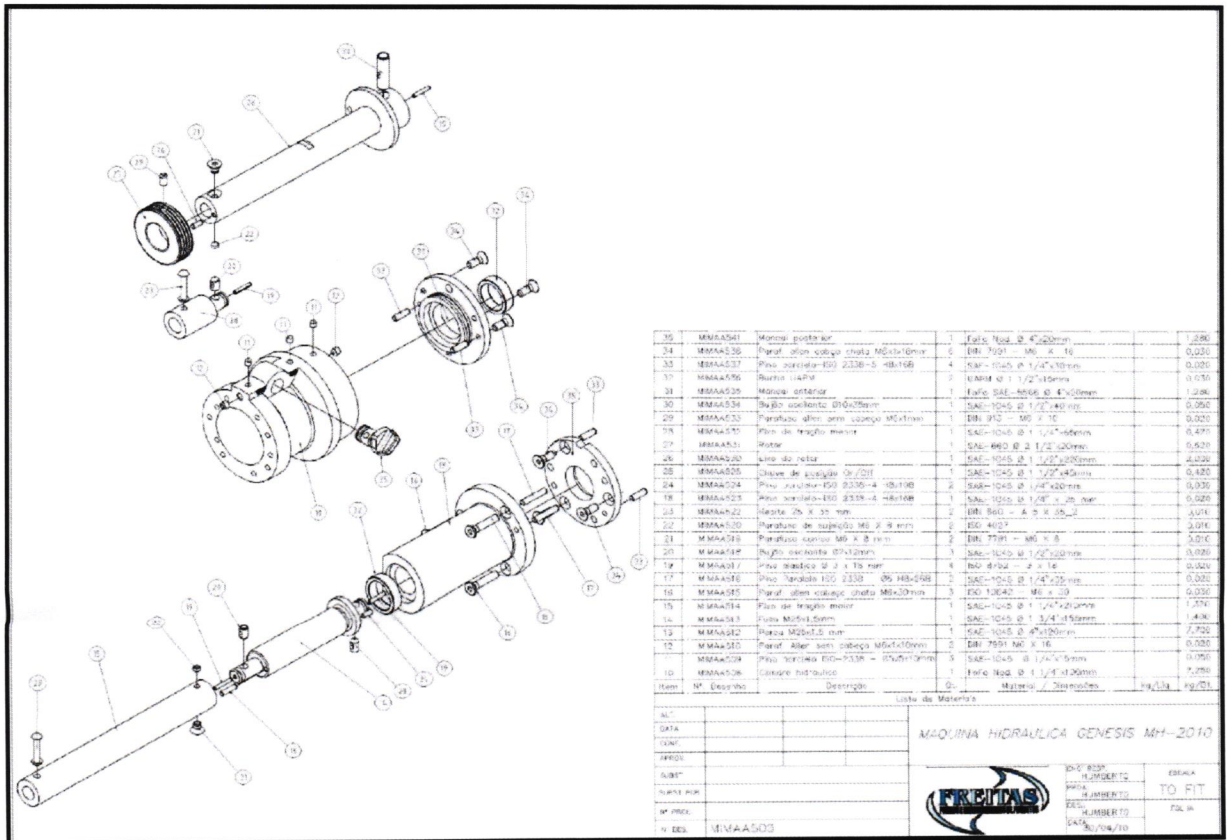


Figura 28: Desenho da Vista explodida da máquina hidromecânica

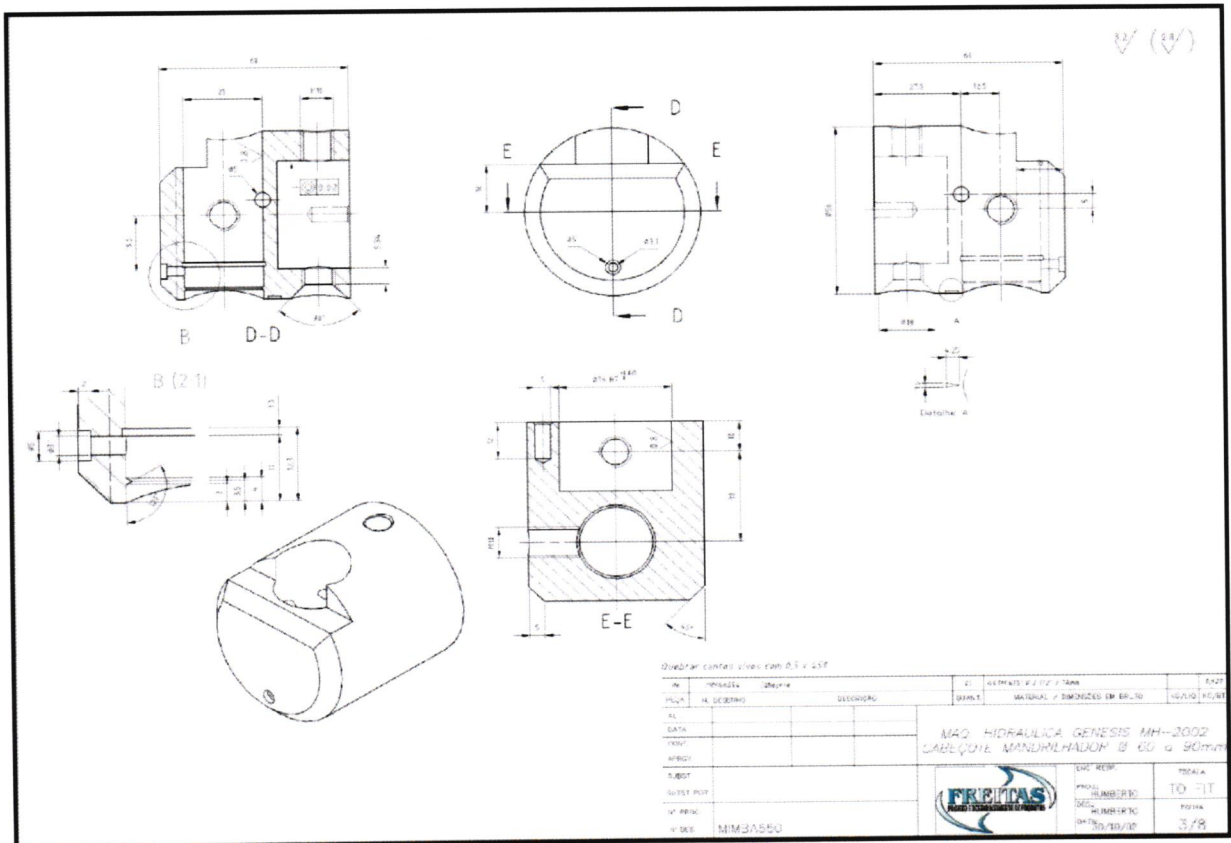


Figura 29: Desenho do cabeçote

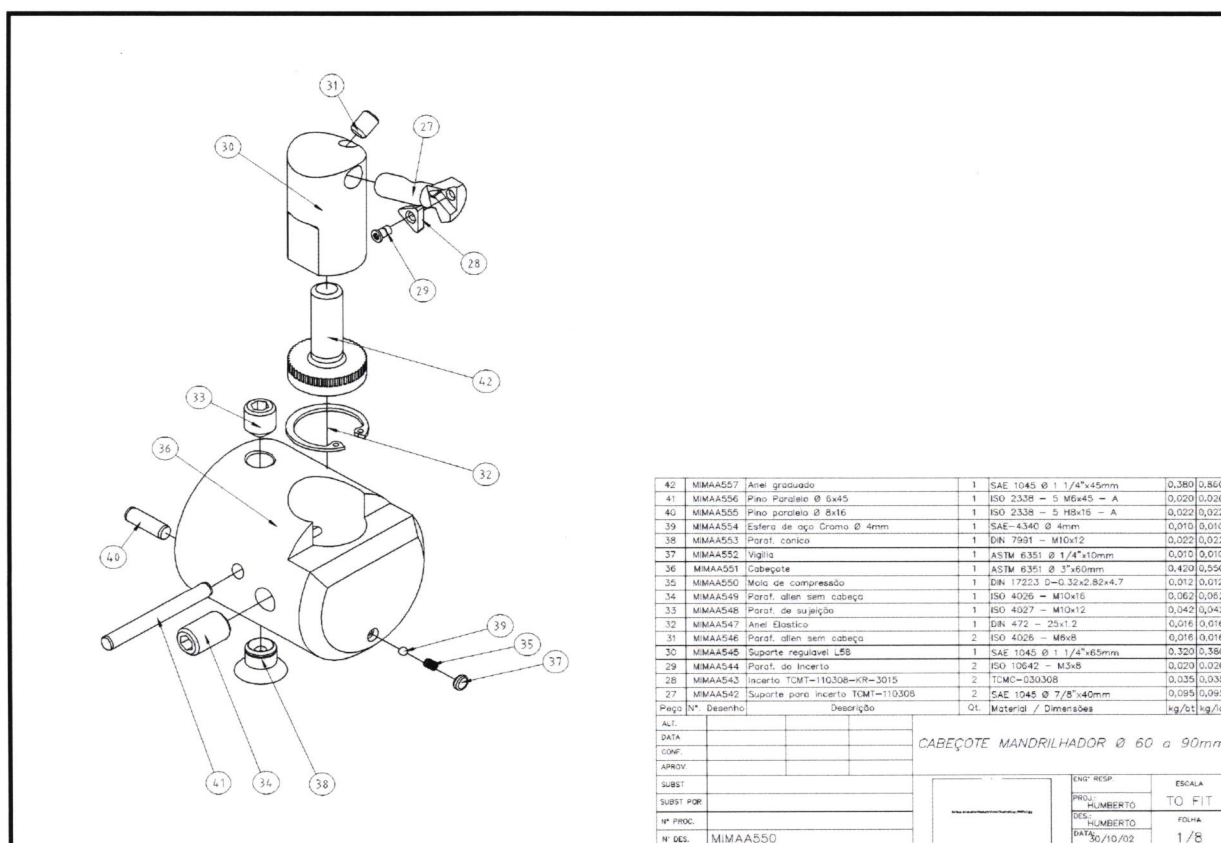


Figura 34: Desenho da vista explodida do cabeçote mandrilador

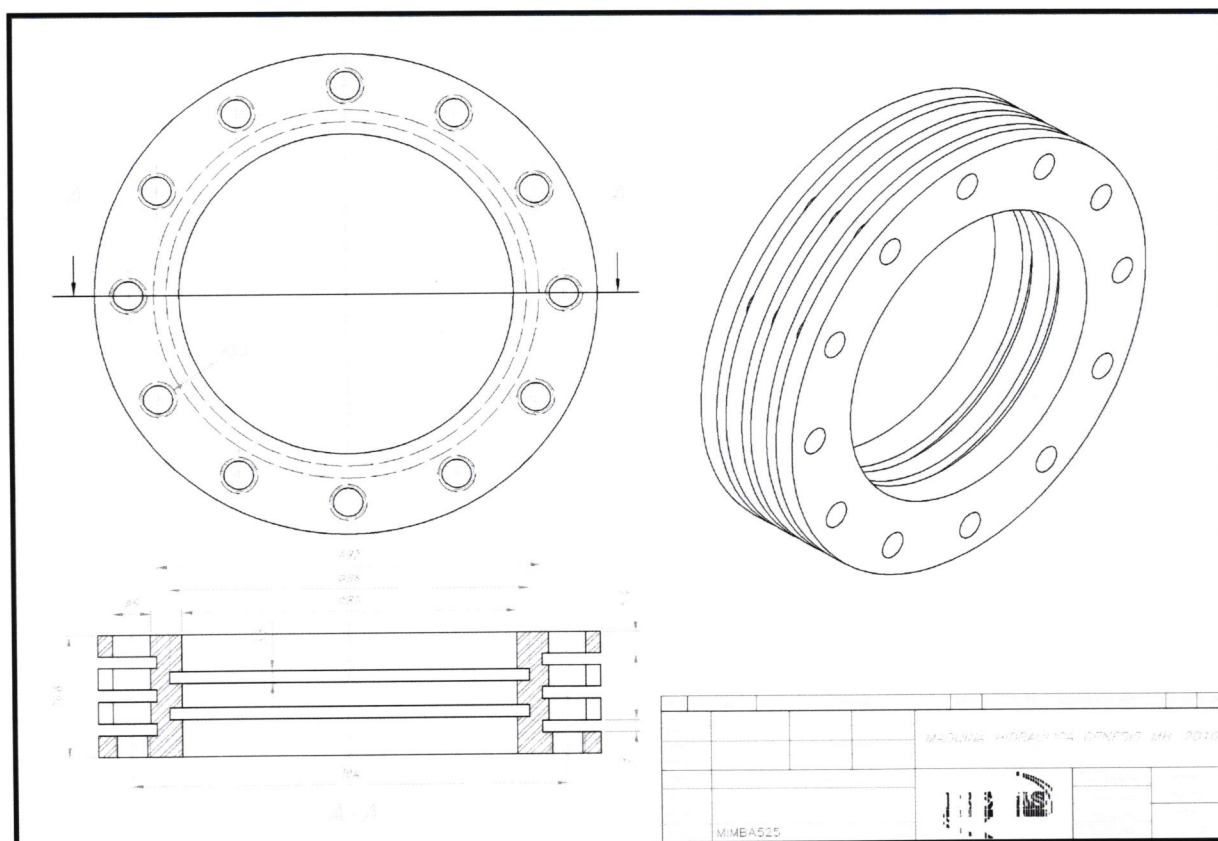


Figura 35: Desenho do anel do acoplamento elástico

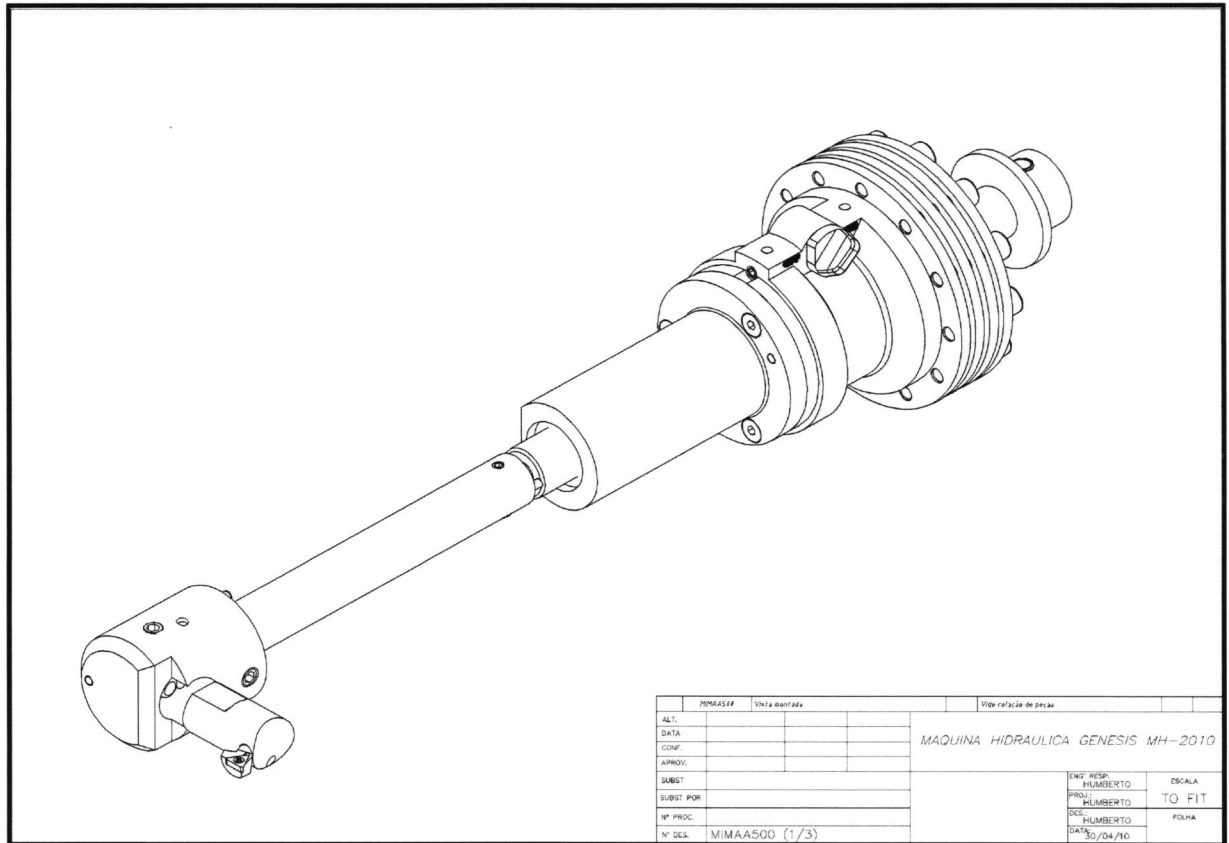


Figura 37: Desenho montado dos sistemas da ferramenta hidromecânica

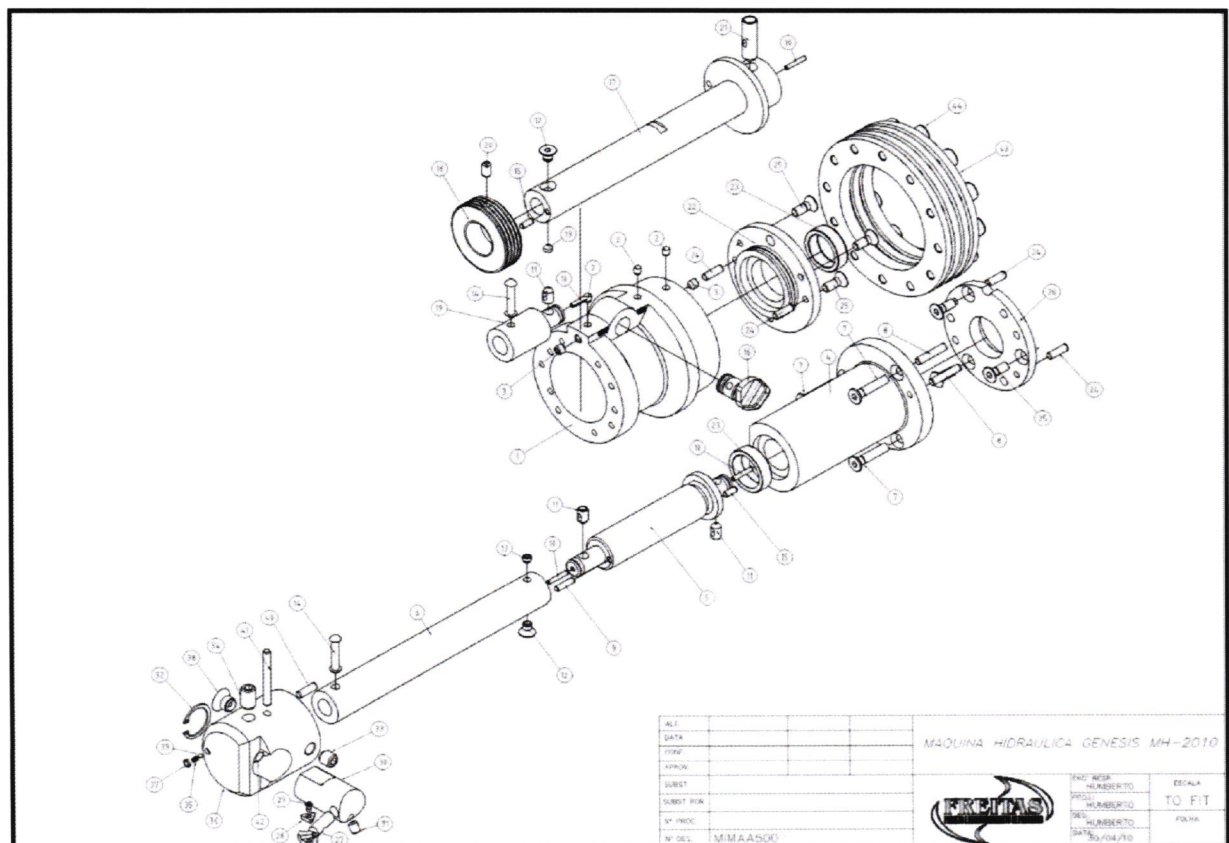


Figura 38: Desenho explodido dos sistemas da ferramenta hidromecânica

5 CONCLUSÃO

De uma maneira mais geral, este trabalho demonstrou a existência de uma prática relevante na gestão de desenvolvimento de produtos. Com embasamento na teoria vigente foi possível a obtenção de resultados expressivos no âmbito da proposta de projeto do produto. Dentro de uma perspectiva estratégica, o projetista tem a liberdade de poder aplicar os conceitos e ferramentas de PDP, com uma visão holística das reais necessidades de mercado, através da implantação de conceitos e boas práticas consolidadas. As bases dessa implantação mostraram-se viáveis sob o ponto de vista empírico, totalmente embasada em quadro teórico.

Oportunamente melhorias serão necessárias, no âmbito consolidar a aplicação das técnicas e ferramentas não abordadas neste projeto, uma vez que o desenvolvimento de produto ainda não atingiu a maturidade na adoção da gestão de desenvolvimento de produto, é imprescindível a avaliação de forma mais precisa dos ciclos do PDP, a fim de corrigir desvios e projeções que não venham a atender os resultados planejados. Nesse sentido, a experiência acumulada possibilitará a continuação desse estudo em um nível vertical por um período de médio prazo, após sua implantação.

A pesquisa contribui de forma decisiva para o direcionamento das questões propostas, fomentando o conhecimento científico dentro de uma perspectiva empírica por meio da demonstração da aplicação dos conceitos da gestão de desenvolvimento de produtos e sua aplicabilidade dentro da perspectiva operacional no desenvolvimento de novos produtos. Devido às limitações deste projeto, as possibilidades de generalização em cima dos resultados é muito reduzido. Visando a continuidade da investigação neste tema, e de modo a identificar proposições e hipóteses, o passo seguinte é a ampliação na quantidade de casos de maneira a estender a contribuição científica do estudo.

REFERÊNCIAS

Ana Paula et all, ANTROPOMETRIA UNISUL, **ANTROPOMETRIA CONCEITO**. Disponível em: <<http://antrounisul.blogspot.com/>>, Acessado em 07 mai, 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 5462**. Rio de Janeiro: 1994.

AFFINIA SPICER. **BOLETIM TÉCNICO: Transmissão 2010**. Disponível em: <<http://www.affinia1.com.br/newsletter/newsletter.php?m=Spicer&c=64>> Acesso em: 19 nov. 2010.

AFFINIA SPICER. **Eixos Diferenciais: Catalogo de Aplicações 2010**. Disponível em: <<http://www.spicer.com.br/default.asp?pt=catalogos>> Acessado em 10 abr. 2010.

ALAN KARDEC, JULIO NASCIF, TARCISIO BARONI. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. 1ª Edição. : Quality Mark, 2002

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Manutenibilidade e Confiabilidade**. Norma ABNT NBR 5462 – 1994.

BACK, N. et al. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Vol. I. São Paulo: Manole, 2008.

BAXTER, M. tradução de IIDA, ITIRO. **Projeto de Produto – Guia prático para design de novos produtos**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

CORAL, E., OGLIARI, A. E ABREU, A. FRANÇA DE (Organizadores). DIAS, ACIRES et al. **Gestão Integrada da Inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. 1ª Edição. São Paulo: Atlas, 2009.

DENIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES, 2010. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/plano-nacional-de-viacao/evolucao-da-malha-federal/>> Acessado em: 20 jun. 2010.

GURSKI, C. ALBERTO. **Planejamento estratégico em gerência de manutenção industrial**. 2007

IIDA, ITIRO. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2ª Edição – 2005: Edgard Blucher.

KARDEC, A. et al. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. 1ª Edição. : Quality Mark. 2000.

KROEMER, K. H. E. e GRANDJEAN, E. **MANUAL DE ERGONOMIA: ADAPTANDO O TRABALHO AO HOMEM**. 5ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LEONEL, C. E. L.; **Sistematização do Processo de Planejamento da Inovação de Produtos com Enfoque em Empresas de Pequeno e Médio Porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8_0200_062.pdf> Acesso em: 19 nov. 2010.

MACHADO, M. C. **Gestão do processo de desenvolvimento de produtos: uma abordagem baseada na criação de valor**. São Paulo: Atlas, 2008.

MARÇAL, R. F. **Gestão do Conhecimento: aplicabilidade prática na gestão da manutenção**. Ponta Grossa: Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP). Notas de aula, 2004. Disponível em: <http://pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/ebook/2005/E-book%202006_artigo%2054.pdf> Acessado em 28 mai. 2010

OFICINA E CIA – **Bíblia do Carro: Eixo diferencial**. Disponível em <<http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/biblia.asp?status=visualizar&cod=97>> Acessado em 25 jun. 2010.

PINTO, A. K. e RIBEIRO, H. **Gestão estratégia e manutenção autônoma**. 1ª Edição. : Editora Qualitymark, 2002

RASCH, Philip J. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**. Tradução de Marcio Moacyr de Vasconcelos. 7ª Edição. : Guanabara Koogan, 1991

ROMANO, L. N., SCALICE, R. K. e BACK, N. **A Importância do Processo de Planejamento na Gestão do Desenvolvimento de Produtos**. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos. São Carlos: UFSCar, 2000.

ROMEIRO, E. F. (Coordenação). CRISTIANO VASCONCELLOS FERREIRA. et al. **Projeto do produto**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

ROZENFELD H., et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos; uma referencia para melhoria do processo**. 1ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2006.

TOMAZINI, CELSO. **Mecânica Industrial: Métodos de Manutenção**. 1ª Edição. São Paulo: SENAI, 2003.

PINTO, A. K. e NASCIF, JÚLIO. **Manutenção - Função Estratégica**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007

PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Manutenção: Função Estratégica autônoma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

Congresso Brasileiro de Ergonomia | ABERGO 2010: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Ergonomia: III Congresso Latino- Americano de Ergonomia da ULAERGO: IX Fórum de Certificação do Ergonomista Brasileiro: IV ABERGO Jovem: IV Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ergonomia. (17.:2010: Rio de Janeiro, RJ).

Portal Ergonomia no Trabalho, **O que é Ergonomia?** Disponível em:
<<http://www.ergonomianotrabalho.com.br/ergonomia.html>, Acessado em 19 abr. 2011.