

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA MECÂNICA

RICARDO SILVA GARCIA

**PLANEJAMENTO E MELHORIA DOS CUSTOS DE USINAGEM:
MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA A DIESEL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2015

RICARDO SILVA GARCIA

**PLANEJAMENTO E MELHORIA DOS CUSTOS DE USINAGEM:
MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA A DIESEL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientador: Prof. Me. José Carlos da Cruz

CORNÉLIO PROCÓPIO
2015



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Mecânica
Curso de Engenharia Mecânica**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Ricardo Silva Garcia

Planejamento e melhoria dos custos de usinagem: motor a combustão interna a diesel

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 10:30hs do dia 12/06/2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico no programa de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Me(a). José Carlos da Cruz - Presidente (Orientador)

Prof(a). Me(a). Juvenil Teixeira da Silva - (Membro)

Prof(a). Me(a). Vitor Miranda de Souza - (Membro)

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais Sebastião e Maria pelo amor, apoio e pelo incentivo durante toda a minha vida.

Agradeço a Deus por me conceder a vida, saúde, discernimento, sabedoria e a oportunidade de estudar.

Agradeço a todos os meus professores, em especial meu orientador José Carlos Da Cruz, que com seus ensinamento e conselhos tornou possível a minha formação profissional.

Agradeço a meus amigos pelo companheirismo e por fazer parte desta etapa muito especial em minha vida.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio pelo ensinamento passado para minha formação profissional e sempre apoiar e incentivar seus discentes.

“Os grandes feitos são conseguidos não pela força, mas pela perseverança”. (Samuel Johnson).

RESUMO

GARCIA, Ricardo Silva. **Planejamento e melhoria dos custos de usinagem: motor de combustão interna a diesel**. 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procopio, 2015.

A atual concorrência de mercado faz com que empresas de usinagem busquem, constantemente, por inovações e melhorias. Devido à modernidade e elevação dos poderes de qualidade no dia a dia, as ferramentas de melhorias relacionadas aos custos de retificação de um motor estão cada vez mais em ascensão no mundo globalizado. O foco deste trabalho busca analisar os procedimentos adotados dentro de uma retífica de motores, averiguando os possíveis pontos falhos existentes e apontando as causas que acarretaram a devida falha. Apresenta-se, em seguida, uma elaboração de plano de melhoria nos setores com falhas, buscando, à todo momento, reduzir os custos da usinagem. Com os dados coletados através do estudo de caso realizado, serão implementados novos sistemas e mecanismos, apontando ao final, os resultados obtidos na pesquisa, comparando-os com os dados coletados inicialmente. O objetivo central foi voltado à elaboração de projeto de melhorias, a fim de reduzir os custos envolvidos no processo de retificação para otimizar a produção e gerar qualidade do serviço prestado.

Palavras-chave: Motor à diesel. Retificação. Planejamento. Custos.

ABSTRACT

GARCIA, Ricardo Silva. **Planejamento e melhoria dos custos de usinagem: motor de combustão interna a diesel.** 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procopio, 2015.

Nowadays, the high competition in the machining market makes the companies constantly look for innovations and improvement. As a daily consequence, the techniques to improve the costs in the rectification engines are in advance in the modern world. This way, the main point in this project is to analyze the procedures adopted inside a grinding motors, looking closer for possible failed points, and showing the causes that led to them. Furthermore, it is shown an elaboration of improvement in the project where there are the failures, searching in this way, reduce the costs in the machining. Through the collected data in the project, there will be new systems and mechanisms implemented, which will be shown in the end. Also, the acquired results in there search, will be compared to the data acquired in the beginning. The main objective is the creation of improvements, in a purpose of reducing the costs involved in the process of machining to optimize the production and generate quality to the provided work.

Keywords: Diesel engine. Rectification. Planning. Costs.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESQUEMA DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA.....	18
FIGURA 2 – ESQUEMA DE MOTOR QUATRO TEMPOS.....	20
FIGURA 3 – DIAGRAMA P-V CICLO DIESEL.....	21
FIGURA 4 – CATALOGO MALHE DE MEDIDAS DO VIRABREQUIM E BIELA	25
FIGURA 5 – ORÇAMENTO DE USINAGEM DE MOTOR.....	30
FIGURA 6 – ORÇAMENTO DE PEÇAS DE MOTOR.....	30
FIGURA 7 – MÁQUINA SEMI MANUAL RETIFICADORA DE SEDE DE VÁLVULAS.....	37
FIGURA 8 – MAQUINA FRESADORA DE ASSENTO DE VÁLVULA.....	41
FIGURA 9 – DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO REALIZADA PELA NOVA MÁQUINA.....	45
FIGURA 10 – MÉTODO ANTIGO DE ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS.....	49
FIGURA 11 – MÉTODO ATUAL DE ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – COMPARATIVO DA PRODUÇÃO DE USINAGENS CABEÇOTE.....	44
GRÁFICO 2 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO.....	47
GRÁFICO 3 – COMPARATIVO DA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS.....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PRODUÇÃO DIÁRIA DE CABEÇOTES.....	46
TABELA 2 – LUCRO DIÁRIO GERADO APÓS O INVESTIMENTO DA MÁQUINA FRESADORA.....	46
TABELA 3 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO.....	46

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA: DESCRITIVO DAS FALHAS NO SETOR DE CABEÇOTE.....	38
QUADRO 2 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA: DESCRITIVO DAS FALHAS NO SETOR ADMINISTRATIVO.....	39
QUADRO 3 – PDCA NA ÁREA DE CABEÇOTES.....	42
QUADRO 4 – PDCA NO SETOR ADMINISTRATIVO.....	43

LISTA DE SIGLAS

PDCA	Plan, Do, Check, Act
ME	Microempresa
Ltda.	Limitada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivo específico	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	16
2 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	18
2.1 MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA À DIESEL.....	19
2.1.1 Sistemas envolvidos.....	21
3 RETÍFICAS DE MOTORES À DIESEL	23
3.1 ETAPAS DO PROCESSO INTERNO DE RETIFICAÇÃO	23
3.1.1 Desmontagem e limpeza.....	24
3.1.2 Bloco	24
3.1.3 Virabrequim.....	25
3.1.4 Cabeçote.....	25
3.1.5 Biela	26
3.1.6 Montagem	26
3.1.7 Administrativo.....	27
3.2 FALHAS E CAUSAS.....	27
3.3 CUSTOS DA RETIFICAÇÃO	29
3.4 CONCEITOS E FERRAMENTAS.....	30
3.4.1 Diagrama de Ishikawa.....	31
3.4.2 PDCA	31
4 METODOLOGIA	33
5 ESTUDO DE CASO	34
5.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	34
5.2 OBJETO DO ESTUDO DE CASO	35
5.3 IDENTIFICAÇÃO DE FALHA E SUGESTÕES DE MELHORIAS	35
5.3.1 Entrevista	35
5.3.2 Diagrama de Ishikawa.....	37
5.3.2.1 Setor de cabeçote	38
5.3.2.2 Setor administrativo.....	39
5.3.3 PDCA	40
5.3.3.1 Setor de cabeçote	40

5.3.3.2 Setor administrativo.....	42
5.4 RESULTADOS DA PESQUISA	43
5.4.1 Setor de cabeçote	43
5.4.2 Setor administrativo.....	47
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A – Roteiro da entrevista	56

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido aos transportes em grandes escalas, na maioria feitos por caminhões movidos por motores de combustão interna à diesel, tem-se que a manutenção e reparação destes motores se faz extremamente necessária, eis que referido trabalho exige um investimento menor comparado à substituição completa do motor.

O funcionamento de um motor à diesel é baseado na compressão de ar no interior do cilindro, onde após elevação da temperatura e injeção de combustível, ocorre a combustão. De uma maneira geral, referidos motores podem ser classificados quanto à dois cursos ou à quatro cursos, podendo variar a quantidade de cilindros presentes em cada motor, havendo motores com 3, 4, 6, 8 ou 12 cilindros.

O sistema de um motor à diesel é composto por três etapas, sendo de combustível, refrigeração e lubrificação.

O presente trabalho irá discorrer sobre o funcionamento e sistemas envolvidos em um motor de combustão interna movido à diesel, detalhando em maior precisão o motor de ciclo Diesel, fazendo-se uma prévia comparação deste motor ao de ciclo Otto.

Em seguida será realizada uma explanação referente às retíficas de motores, abordado os componentes e custos envolvidos no processo de retificação, avaliando as principais falhas que acarretam a usinagem do motor à diesel, mais precisamente do setor de cabeçotes e setor administrativo.

A retificação de um motor é a usinagem de parte de seus componentes internos, tornando-os aptos ao funcionamento com medidas padrões, catalogadas e específicas pelo seu próprio fabricante. No entanto, a usinagem pode ser realizada apenas nas partes internas dos motores, como no bloco virabrequim, cabeçotes, bielas e bombas injetoras, eis que nas partes auxiliares do motor, a retificação não se faz possível, sendo necessária a troca da peça, como ocorre com as bronzinas de mancais, bronzinas de bielas, pistões, anéis, juntas, retentores, selos de galeria de água, camisa de água, filtros, bucha de biela, correias e óleo lubrificantes.

Assim, o objetivo da retificação é a redução de rugosidades, dando à superfície da peça a exatidão de medidas, retificando peças que tenham sido

deformadas por algum tratamento térmico, removendo assim, camadas finas de materiais.

Desta forma, após a separação e limpeza dos componentes envolvidos em um motor à diesel é realizada uma análise detalhada a fim de identificar a falha que acarretou a usinagem. Por fim, será gerado um levantamento total dos componentes avaliados em cada setor, tornando-se possível a obtenção do custo de retificação de um motor movido à diesel para posterior implementação de um novo sistema, buscando redução dos custos envolvidos em uma retificação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo retratar os processos de retificação de um motor movido à diesel, realizando análises e apontando melhoramentos nos custos relacionados à usinagem, abordando assim, o tema em seus aspectos tecnológico e financeiro.

1.1.2 Objetivo específico

A fim de alcançar o objetivo geral, será realizado:

- a) análise do funcionamento do motor de combustão interna movido à diesel;
- b) definição e compreensão das partes mais importantes envolvidas nos processos de uma retificação de motor de combustão interna movido à diesel;
- c) detalhamento das principais causas e defeitos existentes nos componentes do motor, a fim de recupera-los;

- d) implementação de ferramentas de gestão de custo relacionados a usinagem de um motor de combustão interna movido à diesel, buscando o melhoramento dos custos e aumento da produção;
- e) análise e interpretação dos métodos utilizados.

1.2 JUSTIFICATIVA

Quando um motor está em funcionamento, seus componentes permanecem em atrito constante, operando em alta temperatura e rotações. Tais fatores, após um determinado tempo de uso, influenciam diretamente no desgaste natural das peças, sendo necessária assim, sua retificação preventiva. Conseqüentemente, a inviabilidade financeira para realização da troca total de um motor resulta no aumento da procura por retíficas, fazendo assim, com que empresas desta área busquem, frequentemente, por melhorias em seus setores.

Desta forma, a importância do melhoramento do processo de retificação de um motor deve-se, principalmente, à alta competitividade das empresas que realizam este serviço, justificando assim, o fundamento do trabalho ora realizado.

A partir do estudo de caso, de coleta de dados, exemplos e situações ocorridas na empresa durante o período da pesquisa, será possível realizar uma análise e aprofundar a pesquisa avaliando os setores que necessitam de melhoria, sendo o projeto acompanhado inteiramente pelo diretor da empresa em questão.

As ferramentas de gestão que serão utilizadas durante o estudo de caso será o diagrama de Ishikawa, o qual identifica a causa da falha e a ferramenta PDCA a fim de planejar e executar os investimentos realizados na área implementada.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

O desenvolvimento do trabalho dar-se-á de acordo com a ordem cronológica da pesquisa realizada, a qual tem por finalidade buscar melhorias nos setores

envolvidos em uma retífica de motores, para tanto, foram levantados dados para posterior elaboração de projetos com o intuito de alcançar as melhorias desejadas.

Desta forma, se faz necessário a abordagem dos dois principais componentes envolvidos na pesquisa, quais sejam: o motor de combustão interna à diesel e a empresa que realiza a retificação destes.

Nesta linha, primeiramente será feita uma explanação sobre os motores de combustão interna, formando uma comparação entre os motores de ciclo Otto e ciclo Diesel. Porém, será explicado, com maior precisão, o funcionamento dos motores movidos à diesel.

Em seguida será relatado o trabalho realizado pelas retíficas de motores, retratando as etapas envolvidas no processo de retificação do motor de ciclo Diesel, apontando, ao final do tópico, as falhas e causas mais habituais deste setor e os custos compreendidos para execução da retificação.

Após a explanação sobre tais componentes, o trabalho irá descrever as ferramentas que serão utilizadas na pesquisa.

O quinto capítulo fará referência à metodologia aplicada no início, meio e fim da pesquisa, bem como, da elaboração do presente texto.

Posteriormente, será elucidado o estudo de caso operado na empresa Retífica Garcia, descrevendo o histórico e funções de tal empresa, passando-se em seguida, à interpretação do objeto do estudo de caso, o qual apontará as falhas existentes em determinados setores da empresa.

Superada a identificação das falhas existentes, o trabalho irá dissertar sobre o planejamento elaborado para obtenção de melhorias, esclarecendo as metas traçadas e a forma de aplicação e execução do projeto.

Por fim, a parte final no capítulo de estudo de caso apontará os resultados atingidos com a pesquisa e planejamento elaborados, fazendo-se uma exposição comparativa dos dados obtidos antes e depois da concretização do projeto.

2 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Os primeiros motores a combustão interna surgiram no século XIX, onde o combustível era queimado dentro do próprio motor e, seu surgimento, provocou um rápido desenvolvimento mecânico. A partir de então, passou a substituir as máquinas alternativas à vapor. Os motores de combustão interna são “aqueles em que se utiliza a combustão rápida ou lenta de um combustível, como processo de produzir a energia mecânica que se pretende” (BEIRES, 1977, p. 21), onde seu funcionamento é baseado no movimento oscilatório do pistão dentro do cilindro e transformado em movimento rotativo através da biela e do virabrequim.

Os motores atuais são derivados dos construídos por Otto e Diesel, os quais foram construídos nos anos de 1861 e 1893, respectivamente.

Os motores de ciclo Otto utilizam a gasolina e o álcool como combustível, por serem de baixa volatilidade, necessitando de centelha para sua ignição. Sua estrutura geralmente é mais leve comparada ao ciclo Diesel, devido ao fato de sua taxa de compressão ser de 6 a 12:1.

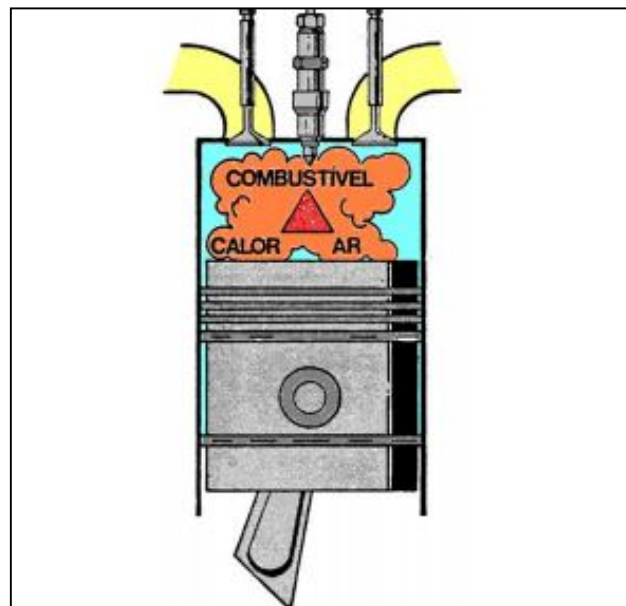


Figura 1 - Esquema de motor de combustão interna
Fonte: (APOSTILA..., 2013, p. 5).

2.1 MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA A DIESEL

O funcionamento do motor Diesel, mais conhecido como motor com ignição por compressão é “o ar comprimido até uma pressão e temperatura elevadas o suficiente para que a combustão ocorra espontaneamente quando o combustível for injetado” (MORAN, 2008, p. 302). O motor Diesel se refere à transformação de energia química em mecânica por meio de combustão.

Comparativamente aos motores de ciclo Otto, os motores do ciclo Diesel, por possuírem maior taxa de compressão, apresentam maior eficiência térmica. Ainda, dispõem de um grande torque, tornando-se ideal para o transporte de cargas e trabalhos mais pesados.

O motor Diesel é composto por partes auxiliares e partes internas. As partes auxiliares mais utilizadas em um motor podem ser apontadas como a bronzina de mancais, bronzina de biela, pistões, anéis, juntas, retentores, selos de galeria de água, camisa de água, filtros, bucha de biela e correia, componentes estes que não são reutilizáveis. Quanto “as principais partes internas são: bloco, virabrequim, cabeçote, biela” (MARTINS; GARCIA, 2010), sendo estes os responsáveis pela sustentação do motor.

O principal componente de sustentação do motor é o bloco, o qual, em regra, é construído de ferro fundido e possui tubos removíveis que constituem as paredes dos cilindros. Tais paredes são chamadas de “camisas” e podem ser úmidas ou secas, dependendo de seu contato com a água de refrigeração do motor.

Na parte superior do bloco está acoplado o cabeçote, que são ligados através de juntas de vedação e fixado por parafusos, sendo que normalmente é fabricado pelo mesmo material do bloco.

O virabrequim, também conhecido como girabrequim, é responsável pela transformação do movimento linear dos pistões que encontram-se em movimento rotativo. É produzido em aço forjado ou fundido, possuindo mancais do tipo excêntrico ou de centro, sendo o primeiro ligado aos pés das bielas e o segundo responsável pela sustentação do virabrequim ao bloco.

As bielas, por sua vez, são fabricadas por aço forjado e servem de ligação do pistão ao virabrequim. O óleo lubrificante circula pela folga existente entre a biela e o virabrequim, na qual estão fixadas as bronzinas.

Os motores normalmente são feitos com mais de um cilindro e sua potência está relacionada ao volume de combustível injetado no cilindro. Para alcançar potências elevadas é necessário o aumento de combustível no cilindro, diretamente alocados no virabrequim, porém, geraria pancadas bruscas no motor e, dessa forma, necessitaria de um reforço. A solução prática seria criar motores com variação no número de cilindros, podendo chegar à 3, 4, 6, 8 ou 12, com bloco no formato em “linha” ou em “V”.

Quanto à classificação do motor à diesel, tem-se que o mesmo funciona em 4 tempos, podendo ocorrer em 2 ou 4 cursos. O funcionamento do ciclo Diesel em 4 cursos ocorre com as fases de admissão, compressão, explosão e exaustão.

No primeiro tempo de funcionamento do motor ocorre a fase da admissão, onde a válvula de admissão fica aberta permitindo com que o ar entre no interior da câmara de combustível, enquanto a válvula de escape permanece fechada e o pistão se move aumentando o espaço no interior da câmara.

Durante a segunda etapa, o pistão sobe e, como as válvulas de escape e admissão estão fechadas, o ar é comprimido no interior da câmara de combustão de forma que a temperatura se eleva e, após a injeção do combustível ocorre a inflamação, iniciando-se a combustão.

Na terceira fase, como as válvulas de escape e de admissão permanecem fechadas, a explosão faz com que a força dos gases empurre o pistão até a biela e desta ao virabrequim, provocando assim, o movimento de rotação no motor.

Por fim, devido à válvula de admissão estar fechada, o pistão sobe e elimina gases da combustão pela válvula de escapamento, ocorrendo a exaustão.

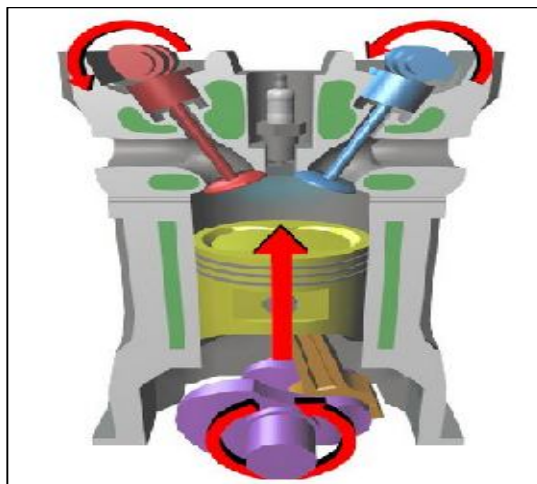


Figura 2 – Esquema de motor quatro tempos

Fonte: Apostila de motores a combustão interna (2013, p. 13).

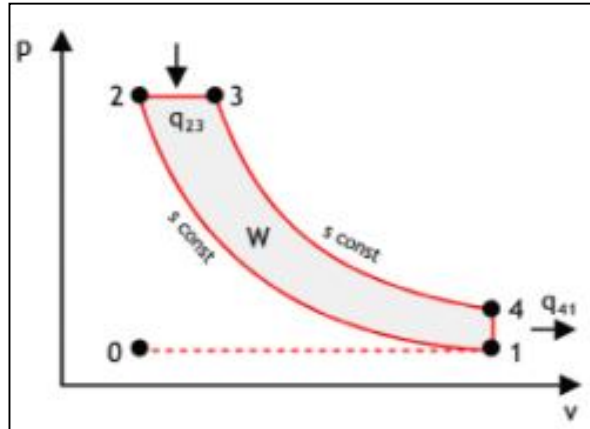


Figura 3 – Diagrama P-V Ciclo Diesel
Fonte: Martins (2010, p. 3)

No motor à diesel de 2 cursos a admissão e a exaustão ocorrem simultaneamente à compressão e explosão.

Em primeiro tempo, o pistão desce dando entrada ao ar que será comprimido por um soprador. Com a entrada do ar, os gases queimados são expulsados através da passagem aberta pelas válvulas de escape.

Após, durante o segundo tempo de funcionamento, o pistão sobe, fazendo com que as válvulas de admissão e de escape se fechem ao mesmo tempo. Desta forma, o ar limpo admitido é submetido à compressão.

2.1.1 Sistemas envolvidos

O motor Diesel necessita de componentes que auxiliem em seu funcionamento ideal, proporcionando as condições necessárias para que o processo de transformação de energia possa se realizar de maneira eficiente e contínua. Tais componentes são: o combustível, a lubrificação e a refrigeração.

O sistema de combustível é preenchido pelo óleo diesel, o qual devido à dificuldade de queima, deve ser pulverizado de forma limpa e segura a fim de acelerar o processo de queima do mesmo. Desta forma, o processo de injeção do combustível é extremamente importante, sendo responsável por dosar quantidades muito pequenas de combustível e, ainda, repetindo a injeção em até meio milhão de vezes por hora.

A finalidade do sistema de lubrificação é a redução do desgaste de seus componentes quando em operação. Quando um motor não recebe a devida lubrificação, o mesmo se desgasta e reduz sua durabilidade. Os elementos mais importantes no sistema de lubrificação são: o óleo lubrificante, o cárter, a bomba de óleo, os filtros e as tubulações.

O cárter possui função de reservatório do motor, estando localizado na parte inferior do motor e acoplado ao bloco. Assim, é responsável pelo reservatório de óleo lubrificante, possuindo uma vareta com a finalidade de averiguar o nível do óleo em seu reservatório.

A bomba, por sua vez, possui a responsabilidade de fazer com que o óleo lubrificante circule nos componentes internos do motor, fazendo a transmissão de um componente ao outro.

Tratando-se dos filtros, estes podem referir-se aos filtros de óleo lubrificante, de óleo combustível ou filtros de ar, sendo que, como o próprio nome diz, refere-se à filtragem de tais elementos.

As tubulações é o percurso pelo qual o óleo é transportado, ou seja, a região pela qual o óleo percorre para transmissão de um componente ao outro.

O funcionamento do motor ocorre em temperaturas elevadas permitindo com que ocorram deformações dos metais que o constitui, ocasionando assim, o travamento do mesmo.

Conforme a diferença de temperatura não controlada, o motor pode apresentar trincas em seus componentes, por isso a necessidade do sistema de refrigeração, que pode ser composto por água, na hipótese de ser realizado pelo radiador, ou por ar quando for realizado através da turbina.

“O sistema de refrigeração deve retirar o calor excessivo das peças de metal, fazendo com que elas, e todo motor, trabalhem a uma temperatura mais ou menos constante, que pode ser de 92 e 94 graus centígrados” (RACHE, 2004, p. 208).

3 RETÍFICA DE MOTORES A DIESEL

A retificação é um processo de usinagem por abrasão, e suas principais características são as “possibilidades de obtenção de tolerâncias apertadas, baixa rugosidade, baixa remoção cavaco” (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2008, p.241).

A finalidade da retificação é reduzir as rugosidades e dar exatidão de medidas, retificando as partes internas que apresentem deformações sofridas por determinado tratamento térmico, removendo assim, as finas camadas de material existentes.

Após um elevado tempo de uso, o desgaste natural das peças do motor faz com que seja necessária a retificação preventiva do mesmo.

A retificação de um motor é a realização de usinagem em determinada parte de seus componentes internos (bloco, virabrequim, cabeçote e biela), eis que estes são os únicos componentes passíveis de usinagem, tornando-os aptos ao funcionando com medidas padrões, catalogadas e especificadas.

O processo de retificação se dá através de máquinas do tipo tornos, fresas, plainas e retificadoras, as quais permitem a precisão adequada da usinagem.

Há ainda, os componentes do motor que não permitem a usinagem ou reutilização dos mesmos, sendo necessário realizar a troca da peça. Tais peças referem-se aos componentes auxiliares do motor, sendo a bronzina de mancais, a bronzina de biela, os pistões, os anéis, as juntas, os retentores, os selos de galeria de água, a camisa de água, os filtros, a bucha de biela e as correias.

3.1 ETAPAS DO PROCESSO INTERNO DE RETIFICAÇÃO

O processo de retificação é dividido em setores a fim de analisar detalhadamente qual a falha existente e o procedimento necessário para usinagem de cada setor.

3.1.1 Desmontagem e limpeza

A desmontagem é a operação de retirada do motor do veículo e desintegrando todos os seus componentes.

Para realização da limpeza em componentes de aço, é necessária a execução de um banho químico de um composto de água e solvente químico. No caso de componentes de alumínio a limpeza se dá à frio.

A etapa de limpeza é essencial para que sejam cumpridas as demais etapas de retificação, eis que através desta é feito um exame visual antes de se usinar qualquer superfície.

3.1.2 Bloco

Os principais processos para retificação do bloco de sustentação são: a plaina da base, a retificação do cilindro e a retificação dos colos de mancais.

A plaina da base corrige as imperfeições provocados pela dilatação térmica irregular. O procedimento é executado por profissionais capacitados, comparando a altura do cabeçote com catálogos de seu fabricante, onde, através do relógio comparador, se busca verificar se a peça está plana e se há necessidade de retificação. A máquina responsável por tal operação é a fresadora de base.

A retificação do cilindro corresponde à retirada do material existente sobre a camisa, com variação de medidas de acordo com a falha existente, que vai de 0,25 à 1,00 mm, permitindo assim, o contato perfeito entre o sistema do pistão, bloco e anéis, sempre conforme o catalogo do fabricante. A máquina que realiza este procedimento é a fresadora de cilindro.

Para retificação dos mancais, utiliza-se a mandrilhadora de mancais, a qual retira o material na peça com tolerância entre 0,25 e 1,00 mm, variando de acordo com a falha existente, devendo as bronzinas e o virabrequim estarem na mesma medida que foi usinado os mancais, afim de garantir o funcionamento correto do sistema.

A seguir é mostrado um catálogo Mahle com três modelos de motores.

MOTOR / APLICAÇÃO	MAHLE	OM 314	OM314A	OM 352	OM 352A	OM 355	OM 355A	
BLOCO CILINDROS	Pistão MH	E48100 (A) E48130 (B) E48101 (C) E48131	E48250 (D) E48270 (E) E48300	E48100 (A) (I) E48130 (B) E48101 (C) E48131	E48250 (D) (I) E48270 (E) E48300	E48600	E48700	
	Quantidade dos cilindros		4		6	5 e 6	6	
	Diâmetro dos cilindros, mm		97		97		128	
	Curso, mm		128		128		150	
	Folga Pistão / Cilindro, mm		0,11		0,11		0,105 a 0,115 (B) 0,115 a 0,125	0,125 a 0,135 (B) 0,135 a 0,145
	Saliência da camisa no bloco							
ÁRVORE DE MANIVELAS	Saliência do Pistão acima ou abaixo do bloco/camisa, mm		-0,07 a +0,30		-0,07 a +0,30		-0,10 a +0,30	
	Jogo Bronzina de Biela MH		B48174	B48134	(I) B48237	B48166 (5 cil) B48167 (6cil)		
	Diâmetros moentes mm		59,985 a 60,015		59,995 a 60,015		77,980 a 78,000	
	Folga Radial mm		0,041 a 0,100		0,041 a 0,109 (I) 0,041 A 0,104		0,064 A 0,136	
	Raio de concordância (moentes) mm		3,5 a 4,0		3,5 a 4,0 (I) 3,65 a 4,00		5,5 a 6,0	
	Jogo Bronzina Central MH		M48173 M48273		M48135 (F + 1,00 c/ canal) (I) M48333 M48215 (F + 1,00 c/ canal) M48275 (F. Std. c/ canal) M48327 (F. Std. s/ canal)		M48176J (5 cil) M48177J (6 cil)	
	Diâmetro dos munhões (colo) mm		87,990 a 88,010		87,990 a 88,010		94,980 a 95,00	
	Folga radial mm		0,042 a 0,108		0,036 a 0,102		0,060 a 0,132	
	Raio de concordância (munhões) mm		Colos 1,2,3,4 e 5 - 3,5 a 4,0 Colo nº 2 - 4,0 a 4,5		Colos 1,2,3,5 e 7 - 3,5 a 4,0 Colo nº 4 - 4,0 a 4,5		5,50 a 6,00	
	Diâmetro do alojamento mm		93,000 a 93,022		93,000 a 93,022		100,000 a 100,022 102,000 a 102,022 (mancal de ajuste)	
	Folga axial mm		0,190 a 0,322		0,190 a 0,292 (I) 0,190 a 0,322		0,19 a 0,38	

Figura 4 – Catálogo mahle de medidas do virabrequim e biela
Fonte: Catálogo Mahle.

3.1.3 Virabrequim

A fim de garantir o correto funcionamento do sistema no caso excêntrico que é composto pelas bielas, virabrequim e bronzinas, bem como, do sistema de centro que é formado por mancais, virabrequim e bronzinas de mancais, o conjunto tem que ser ajustado na mesma medida na qual foi retificado. Tal processo é realizado pela máquina retificadora de virabrequim.

3.1.4 Cabeçote

Sendo o setor de cabeçote o setor de maior volume de produção dentro de uma retífica, é realizada diversas formas de verificação a fim de retificar os mesmos, tais como:

- a) Teste de pressão realizado com gesso para identificar possíveis trincas e rachaduras, soldando-as quando necessário;
- b) Medição da altura do cabeçote a fim de corrigir empenamentos ou imperfeições, realizando o fresamento do topo do cabeçote;
- c) Retificação ou substituição das válvulas de admissão e escape;
- d) Retificação ou substituição das sedes e válvulas;
- e) Regulagem das pastilhas;
- f) Verificação da elasticidade das molas, folgas dos tuchos hidráulicos, fixação das roscas de velas e folga das guias, substituindo-as quando necessário.

As inspeções e operações são realizadas por mão de obra qualificada e catalogadas conforme seu fabricante.

3.1.5 Biela

A retificação das bielas são operações realizadas pela máquina mandrilhadora de biela, as quais são retificadas a partir de sua medida inicial (*standard*), onde o processo é usinado na faixa de 0,25 mm à 1,00 mm. As bielas necessitam estar na mesma medida do pino de pistão na parte inferior e na mesma medida do virabrequim em sua parte superior, pois tais componentes fazem parte de um acoplamento entre pino, biela, pistão e virabrequim. Existem bielas que não necessitam de buchas devido ao fato do pino ser prensado diretamente no alojamento inferior da biela.

3.1.6 Montagem

O setor de montagem é de extrema importância no processo de retificação de um motor, eis que exige intenso cuidado e atenção para concretização do procedimento. Este setor requer ainda, a devida limpeza e organização dos componentes para que a ligação dos mesmos seja realizada de forma correta.

Pequenos ajustes incorretos nos torques de parafusos de cabeçotes, bielas e mancais podem resultar em trincas no cabeçote, queima de juntas e até mesmo travamento do virabrequim, o que, conseqüentemente, provoca a fusão do mesmo com as bronzinas, causando desperdício de peças e retrabalho da usinagem. Desta forma, é preciso que se tenha extrema atenção no momento da montagem de um motor, pois a ocorrência de erros neste setor é frequente no dia a dia.

3.1.7 Administrativo

A parte organizacional da empresa é envolvida pelo setor administrativo, sendo este responsável pelos equipamentos de segurança, sistemas de notas fiscais, impostos e tributos, compra e venda de peças, pagamentos e recebimentos, controle da produção e dos orçamentos, marketing e propaganda, planejamento de manutenções dentro do centro de usinagem e nos termos de garantia, atendimento ao cliente e cotações e controle de fluxo de caixa da empresa toda.

De forma geral, a manutenção e reparação de falhas e danos presentes no âmbito administrativo de uma empresa se dá através de implementos de *software*, programas, capacitação de funcionários e elaboração de planejamentos, organização, direção e controle de todos os projetos elaborados em cada área e setor da empresa, objetivando soluções rápidas e eficientes.

3.2 FALHAS E CAUSAS

Devido ao desgaste natural dos componentes do motor, após elevado tempo de uso, geralmente em torno de 300.000 km, as falhas começam a aparecer, fazendo-se necessária a retífica preventiva do motor, a fim de corrigir imperfeições e evitar maiores danos que gerariam um gasto superior.

É possível identificar diversas falhas distintas em um motor, sendo geralmente detectadas pelo alto consumo de óleo lubrificante, pela redução de compressão do

cilindro, pelo excesso de fumaça expelida pelo escapamento, pela baixa potência, alto consumo de combustível e superaquecimento do motor.

O momento de detecção das falhas interfere diretamente na retificação, eis que quanto antes o problema for identificado, menor será o processo de usinagem, acarretando desta forma, na recuperação somente das peças necessárias, o que reduzirá o custo final da retificação.

Como mencionado anteriormente, uma das principais falhas identificadas no motor é o alto consumo de óleo lubrificante, o que é ocasionado devido ao desgaste gerado pelo constante atrito entre o pistão, cilindro e anéis, eis que o atrito faz surgir folgas entre tais componentes, folgas estas que são preenchidas por óleo lubrificante, justificando assim, seu elevado consumo.

Outra falha frequente é o excesso de fumaça produzida pelo motor. Refere-se ao mesmo processo do consumo excessivo de óleo lubrificante, porém, nesta o óleo consumido em excesso é o óleo combustível, sendo que a injeção elevada do combustível no interior do cilindro de compressão aumenta a queima de combustível, expelindo maior quantidade de fumaça.

A vibração excessiva do motor é também um sinal de existência de falha em algum dos componentes do motor. O efeito de vibração é ocasionado pelos solavancos que a biela transfere na árvore de manivela. Tal procedimento ocorre devido à falta de água no motor resultante de mangueira furada, radiador com vazamento ou selos de água estourados, gerando assim, um superaquecimento do motor.

O motor pode apresentar ainda, a falha popularmente conhecida como “motor fundido”, o que ocorre quando o motor dilata, derrete e cola as partes móveis devido à falta de lubrificação ou refrigeração do mesmo. Porém, importante mencionar que nem sempre o motor chega a atingir este nível de falha, podendo apresentar apenas sinais de superaquecimento e, no caso de continuidade de seu uso, poderá ocasionar o derretimento de determinados componentes e conseqüente travamento do motor.

O superaquecimento do motor causa grandes prejuízos às suas partes de alumínio, em especial aos pistões, anéis e bronzinas. Tal falha pode acarretar também no vazamento de óleos presentes no motor.

No caso de superaquecimento do motor e posterior fundição do mesmo, acaso seu uso não seja interrompido, poderá acarretar em danos extremos, gerando

fraturas expostas e prestes a estourar, podendo estes componentes serem da parte interna ou auxiliar.

3.3 CUSTOS DA RETIFICAÇÃO

Analisar os custos de retificação é seguir uma ordem cronológica atendendo a cada processo envolvido nos setores dentro de uma retifica de motor. Tratando-se de definição “os custos correspondem aos gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens e serviços. Portanto estão associados aos produtos ou serviços produzidos pela entidade” (BRUNI, Adriano Leal, 2010, p. 26). Os custos podem ser compreendidos devido aos preços de retificação serem executados por mão de obra qualificada, grande variação de ferramentas e máquinas com ótimo acabamento superficial, operando com tolerâncias muito pequenas, na casa de 0,2 à 0,5mm.

Através das falhas citadas no tópico anterior, verifica-se a necessidade de diversos tipos de retificações, pois só após de desmontados e limpos são realizados diagnósticos completos através de um orçamento. Ademais, havendo diversidade de fabricantes para cada modelo de motor diesel, o custo deste pode variar gradativamente de um fabricante para o outro.

Outro fator que pode acarretar na variação do custo de uma retificação é a quantidade de válvulas existentes no motor, eis que a mesma pode variar de motor para motor. Assim, sendo projetados de forma diferente, justificando-se a necessidade de catálogos do fabricante.

Na figura 5 é dado um exemplo de orçamento realizado pela empresa em pesquisa referente à um motor Scania, onde a empresa analisou as falhas existentes e elaborou um orçamento para retificação do motor.

Linha Pesada **RETÍFICA GARCIA** Fone (34)3411-2430 / (34)3411-0746

Nome: MAREGA DO CARMO ALVES - ME Data: 12/05/2015
 Endereço: R. ALAGÓAS PARQUE DAS CAUSAS n.º: 1818
 Cidade: Campina Grande Fone: (34)3424-3333 152980
 CPF ou CNPJ: 14.689.931/0001-02 Insc Est / Prod:
 Veículo: Scania 2123 H 800 94 Motor: 360
 Mecânico: 89160 Nº MOTOR:

Serviços a Executar					
Quant	Usinagem	Qtz	Usinagem	Qtz	Vr. Total
01	Retificar Virabrequim	586,00	0,6	Facear Pistões	300,00
	Polir Virabrequim			Plainar Radiador de Óleo	
	Desempenar Virabrequim			Plainar Tampa de Válvula	
	Encamisar Bloco			Plainar Tubagem	
	Retificar Bloco			Revisar Bomba D'água	
	Brunir Bloco			Revisar Bomba de Óleo	
01	Plainar Bloco	310,00	0,6	Ajustar Biela	76,00
02	Mandrihar Berço de Mancal	530,00	02	Ajustar Mancal	102,00
0,6	Regular Altura das Camisas	310,00	01	Ajustar Comando	64,00
	Retificar Cilindro Comp. Ar			Ajustar Biela do Comp. Ar	
	Brunir Cilindro Comp. Ar			Limpeza Química Parcial	
	Embuchar Carcaça		01	Limpeza Química Completa	398,00
	Mandrihar Carcaça			Montagem de Motor Parcial	
01	Retificar Comando	86,00	01	Montagem Motor Completa	1.304,00
01	Embuchar Comando	86,00	01	Pintura do Motor	149,00
01	Mandrihar Buchas Comando	362,00		Remoção e Instalação do Mot	
0,6	Embuchar Bielas	153,00		Remoção e Instalação do Cab	
0,6	Mandrihar Buchas de Biela	312,00		Varetar Radiador	
0,6	Mandrihar Berço de Biela	462,00	08	Colocar Rosca Helicoid	200,00
	Embielar Pistões			Balançar Conjunto	
02	Descarbonizar Cabeçote	86,00		Soldar Cabeçote	
	Testar Cabeçote			Dar Passo Volante	
02	Plainar Cabeçote	140,00		Soldar Bloco	
	Adaptar Sedes				
12	Retificar Sedes	144,00			
12	Retificar Válvulas	144,00			
12	Trocar Guias	144,00			
12	Esmerlar, Lavar, Montar molas	144,00			
	Esmer. Lav. Mont. canos e bicos				
	Esmer. Lav. Mont. e Regular				
TOTAL					6.536,00

Figura 5 – Orçamento de usinagem de motor
 Fonte: Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

Quant	Descrição	Vr. Total
16	Kit do Motor	43,00,00
	Pistão com anel	
	Camisas de cilindro	
	Jogo de anéis	
01	Jogo de bronzina de mancal	305,00
01	Jogo de bronzina de biela	215,00
	Bronzina central	
01	Jogo de aruelas de encosto	130,00
	Jogo de buchas de comando	38,00
01	Buchas de biela	678,00
01	Jogo de juntas	852,00
	Retentor da polia	
	Retentor do volante	
	Retentores de válvula	
	Sece de Válvulas	
12	Guias de válvula	436,00
	Válvulas de escape	
	Válvulas de admissão	
	Pistão com anel do compressor de ar	
	Jogo de anéis do compressor de ar	
	Bronzina de biela do compressor de ar	
	Reparo do Compressor de ar	
01	Filtro de Óleo Lubrificante	25,00
01	Filtro de Combustível	35,00
	Elemento Filtro Ar Externo	
	Elemento Filtro Ar Interno	
12	Balde de Óleo	315,00
	Aditivo para radiador	
01	Tubo de cola	100,00
01	Bomba de Óleo	1.552,00
	Bomba d'água	
	Tuchas de válvula	
	Varetas de válvula	
01	Válvula de alívio da bomba de óleo	65,00
	Válvula de alívio da bomba injetora	
04	Bicos de mancal	24,00
	Pinos de biela	
	Pinos guia do cabeçote ao bloco	
01	Parafusos, porcas e aruelas diversos	60,00
10	Abragaçoiras p/mangueiras	350,00
	Polia Virabrequim	
	Selo D'água	
	Cano Injetor	
	Mangueira Diversas	
01	Mangueira para óleo	30,00
01	Mangueira para água	49,00
01	Mangueira para óleo	49,00
01	Mangueira para água	49,00
TOTAL		9.091,00
Total Peças		9.091,00
Total Usinagem		6.536,00
TOTAL		15.627,00

Figura 6 – Orçamento peças de motor
 Fonte: Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

3.4 CONCEITOS E FERRAMENTAS

Para análise de setores de empresas como as retíficas de motores é necessário que sejam traçadas metas a serem cumpridas visando o levantamento de dados e informações decorrentes no dia a dia na empresa.

Para este fim, a pesquisa irá realizar coleta de dados que serão apresentados através de questionário elaborado com perguntas abertas e o diagrama de Ishikawa, apontando o tipo de falha e correlacionando possível investimento no setor para que o mesmo seja entregue ao diretor da empresa, buscando sua aprovação para concretização do planejamento.

Posteriormente, visando a implementação do projeto a ser elaborado, será empregada ferramenta PDCA a fim de buscar a efetiva realização do projeto e consequente obtenção de resultados positivos.

3.4.1 Diagrama de Ishikawa

Criado por Kaoru Ishikawa, o diagrama, também conhecido como diagrama de causa e efeito, “é uma ferramenta de representação das possíveis causas que levam a um determinado efeito” (MARSHALL JUNIOR, 2010, p. 107).

A estrutura do diagrama de Ishikawa aponta as prováveis causas da falha, baseando-se em:

- a) Método: análise de todas as causas envolvidas no processo que estava sendo executado;
- b) Mão-de-obra: apontamento das atividades que envolvem atitudes de profissionais (procedimentos inadequados devido à pressa, imprudência e atos inseguros);
- c) Máquina: detalhamento de toda causa envolvendo a máquina a ser operada.

O diagrama tem por finalidade identificar as causas e prováveis razões que deram início à determinado problema.

Deste modo, o diagrama será utilizado a fim de organizar o projeto desenvolvido e discutir as causas das falhas existentes nos setores da empresa em que será efetuado o estudo de caso.

Para execução da ferramenta, primeiramente será analisado o problema do qual se busca as causas, em seguida, elaborasse a estrutura do diagrama através do agrupamento de informações, classificando assim, as causas geradoras do problema.

3.4.2 PDCA

A pesquisa será explorada através da ferramenta PDCA, eis que este é uma ferramenta de melhorias, servindo tanto para implementação de novas ideias, como também para resolução de problemas já existentes.

O PDCA, criado por Walter A. Shewart, “é um método gerencial para a promoção de uma melhoria continua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia do melhoramento contínuo” (MARSHALL JUNIOR, 2010, p. 94).

O PDCA constitui-se das seguintes etapas:

- a) PLAN (planejamento) - refere-se ao planejamento baseado no estabelecimento dos objetivos, do caminho a ser percorrido para alcance dos objetivos e definição do método que deve ser utilizado para alcançá-los;
- b) DO (execução) – refere-se à execução do planejamento, seu desenvolvimento, treinamento e métodos envolvidos;
- c) CHECK (verificação) – realiza análise e verificação dos resultados obtidos e dados coletados, comparando-os com as metas desejadas;
- d) ACTION (ação) – refere-se à realização dos processos corretivos, a fim de corrigir as falhas apontadas, bem como, prevenir a repetição dos efeitos indesejados, ou adotar como padrão quando o resultado seguir os objetivos do planejamento.

O ciclo de PDCA refere-se à obtenção de previsibilidade nos processos envolvidos, a fim de aumentar a competitividade organizacional.

A previsibilidade nesta ferramenta é decorrente do cumprimento de todos os padrões, eis que, quando há sucesso na elaboração e obtenção das melhorias, o método planejado é adotado e realiza a padronização do sistema, caso contrário, retorna-se ao padrão original e inicia-se novamente o processo da ferramenta.

Para que a ferramenta seja implementada e devidamente elaborada em uma empresa, é necessário que, devido ao fato de estar insatisfeita com o desempenho apresentado, a administração da empresa tenha interesse e coragem para mudar seu estilo de trabalho.

Assim, a ferramenta será utilizada com o intuito de definir métodos para alcance das metas anteriormente traçadas, educando e treinando os setores necessários a fim de que a tarefa seja executada de forma efetiva, chegando-se ao resultado corretivamente.

4 METODOLOGIA

O método utilizado para abordagem do tema no trabalho será o qualitativo, eis que a pesquisa realizada não empregou o uso de estatísticas para análise dos dados desejados, tendo sido elaborado um planejamento para definição do problema e geração de hipóteses para solução dos mesmos.

Quantos aos meios para realização da pesquisa serão aplicados os métodos de estudo de caso e bibliográfico. Com efeito, será realizada pesquisa através de estudo de caso por envolver um profundo estudo de objetos, permitindo seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2010). O objetivo principal do estudo de caso consiste na pesquisa aprofundada de uma empresa retificadora de motores, onde foi analisado e especificado os métodos usados na retificação de um motor. A pesquisa do estudo de caso foi desenvolvida através de perguntas abertas, identificando assim, o setor que necessitava de melhoria.

O trabalho será realizado por pesquisas bibliográficas, buscando por conhecimento e baseando-se em livros e artigos acadêmicos, ou seja, será “desenvolvido com base em material já elaborado constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2004, p. 44).

No tocante às finalidades da pesquisa, o presente trabalho abordará os métodos descritivo e exploratório.

O procedimento metodológico descritivo deve ser utilizado “quando se registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos, sem manipulá-los” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 79). Assim, esta pesquisa envolverá o uso de técnicas padronizadas de coletas de dados relacionadas a custo de retificação de um motor de combustão interna à diesel.

Por fim, a pesquisa será exploratória, onde “se restringe por definir objetivos e explorar informações sobre determinado estudo” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 61).

A pesquisa exploratória tem como base o funcionamento do motor de combustão interna à diesel, seus componentes, tipos de usinagem envolvidas e análise das causas e defeitos para eventual recuperação e posterior implementação do PDCA, mecanismo este utilizado para exploração da pesquisa.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso busca encontrar um problema mal estruturado dentro de determinada empresa, a fim de elaborar questionamentos, esclarecer as incertezas constantes, identificando assim, a necessidade de tomada de decisões para realizar projetos e obter melhorias no setor necessitado.

5.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Em 1989, Sebastião Garcia Pinto, fundou a empresa Recabeçotagem Garcia - ME. Foi dado o nome de recabeçotagem por se tratar de usinagem de um componente específico, o cabeçote, e o nome Garcia, por tratar do sobrenome do proprietário.

A criação da empresa, que contava com o amplo conhecimento adquirido durante anos de experiência por parte do proprietário, possuía poucos funcionários e tinha como intuito recondicionar cabeçotes com qualidade e preços acessíveis, entrando desta maneira no mercado de trabalho e expandindo-se até os dias atuais.

Devido a região não possuir outra empresa que realizava o serviço, o sucesso e credibilidade da empresa ficaram em alta, fazendo com que o volume de serviço elevasse gradativamente.

Com o passar do tempo a empresa investiu em maquinários e mão-de-obra especializada afim de recuperar o motor como um todo, não mais realizando a usinagem de um único componente específico. Desta forma, devido à sua expansão, passou-se à retificar motores à álcool, gasolina e diesel, alterando o nome da empresa para Retífica Garcia.

Atualmente, a empresa é destaque no ramo de recuperação de motores à álcool, gasolina e diesel, contando com profissionais qualificados e máquinas com alta precisão. A empresa é dirigida por Gilberto e Luiz, os quais contribuiram com as informações e disponibilidade de dados para o efetivo desenvolvimento desta pesquisa.

5.2 OBJETO DO ESTUDO DE CASO

Foram realizadas visitas à uma retífica de motores com o intuito de aprender na prática os componentes dos motores e como é realizada a verificação das falhas, afim de recuperá-los.

Refere-se a uma pesquisa envolvendo uma retífica de motores, nomeada como Retífica Garcia – L&G Ltda., localizada em Iturama–Minas Gerais, na Avenida Prefeito Juca Pádua, nº 817, Jardim Eldorado.

O estudo de caso neste trabalho é realizar uma análise dos processos envolvidos no setor de retificação de motores, buscando, através do diagrama de Ishikawa, identificar com profundidade e detalhamento as principais falhas presentes no motor, apontando as causas que acarretaram devidas falhas para, em seguida, ser elaborado um projeto de melhoramento, a fim de reduzir os custos da retificação, eliminar o retrabalho, aumentar a produção, reduzir o tempo de elaboração de orçamentos, agilidade no atendimento ao cliente e controle de estoque.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS E SUGESTÕES DE MELHORIAS

5.3.1 Entrevista

A pesquisa trata-se de entrevistas com elaboração de perguntas abertas com os diretores da empresa e funcionários de alguns setores, com objetivo de buscar informações sobre o tipo de falha, lentidão da produção e outros pontos onde seja necessário efetuar melhoramentos. As perguntas são mostrados abaixo:

- 1) O planejamento pode levar a melhoria na organização dos setores?
- 2) Qual setor que gera mais falha?
- 3) Qual falha decorrente do setor?
- 4) Um funcionário motivado gera uma produtividade maior?
- 5) Quais os principais erros que resultam na insatisfação do cliente?

6) O retorno para reparação do serviço realizado acontece frequentemente?

7) Acredita que o investimento em máquinas mais modernas e com alta tecnologia, elimina o retorno de serviços?

8) Eliminando o retrabalho a empresa ganha a confiança do cliente?

9) Pressa e falta de atenção pode gerar serviços inadequados?

10) Como são elaborados os orçamentos?

11) Qual o motivo da demora na elaboração de orçamentos?

12) Como é realizado o controle de produção?

13) Existe algum controle de qualidade para componentes já retificados?

14) As ferramentas de corte quebram com frequência?

Através das respostas das perguntas foi possível relatar e montar um descritivo, apontando os setores da empresa que apresentavam pontos negativos, necessitando assim, de melhoramento.

No setor de cabeçotes foi realizada uma abordagem especial devido ao fato deste setor ser o de maior volume de produção da empresa. Houve identificação na principal usinagem do setor, sendo a retificação de sedes operada por uma máquina semi manual com acabamento realizado por pastas esmeriladeira. Por tratar de uma máquina semi manual, o serviço não era altamente seguro, gerando alguns retornos e ocasionando retrabalho, prejuízo e insatisfação do cliente, conseqüentemente, resultava na perda significativa da produção.

A produção caminhava lentamente no setor de retificação de cabeçotes, havendo a necessidade de investimento de uma máquina mais rápida, com equipamentos e tecnologia afim de entregar o serviço em perfeitas condições, com alta precisão e qualidade, eliminando o retorno do serviço realizado. Verificou-se a extrema importância em atender o volume produtivo, garantir a qualidade do serviço, ganhando assim, a confiança do cliente.

Conforme a figura 7, o processo de fresamento das sedes de válvulas é operado de forma semi manual, através de pneumática e rebolos com pedra, não contendo medidor de vazão nas saídas de escapamento e admissão.



Figura 7 – Máquina semi manual retificadora de sedes de válvulas
Fonte: Página da Monte Diesel.

No setor administrativo foram encontrados os erros mais frequentes dentro da empresa, apontando diversas falhas, pois possuía sistema de orçamentos manual, no qual o erro humano na execução das somatórias era apresentado com frequência. Assim, a alteração do valor de orçamento, após ser repassado ao cliente, gerava muita insatisfação.

O sistema de controle de cotações de pedidos de compra, venda e balanço patrimonial encontrava-se desatualizado, gerando muita demora no prazo das cotações de peças e orçamentos e desorganização quanto ao balanço patrimonial. Desta forma, concluiu-se pela necessidade de implementar um software mais moderno e rápido a fim de garantir a qualidade de tais processos.

5.3.2 Diagrama de Ishikawa

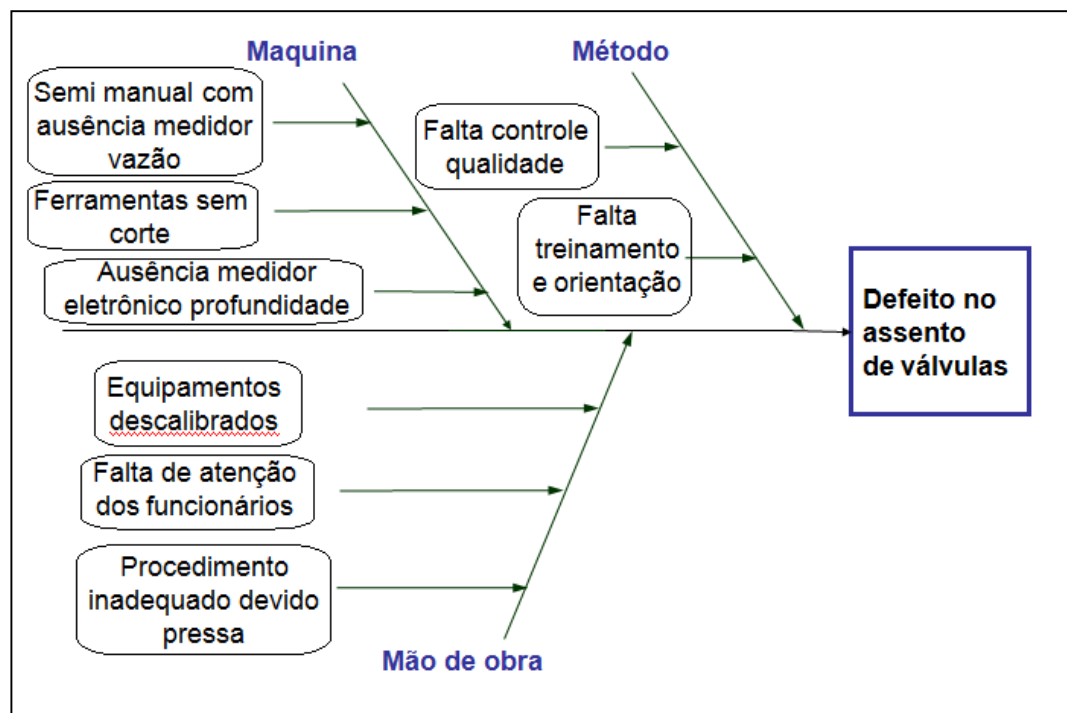
A necessidade de comprovar a falha envolvida no estudo de caso é melhor abordada no diagrama de Ishikawa e, como o objetivo da pesquisa trata-se de planejar melhorias em determinados setores, onde constem variações no custo, o tempo para pesquisa é um fator fundamental. Neste sentido, o planejamento e implementação de melhorias será focado apenas nos setores de retificação de cabeçote e administrativo, apontando assim, através do diagrama de Ishikawa as principais falhas ocorrentes em cada um destes setores.

O diagrama de Ishikawa apontou falhas nos setores de cabeçote e administrativo.

5.3.2.1 Setor de cabeçote

No setor de cabeçotes, o diagrama de Ishikawa apresentou operações realizadas de forma inadequadas durante o trabalho de retificação, fatos estes que acarretaram no defeito presente no assento de válvulas.

Abaixo, segue diagrama com descrição das operações e etapas que acarretaram na falha apontada pelo descritivo.



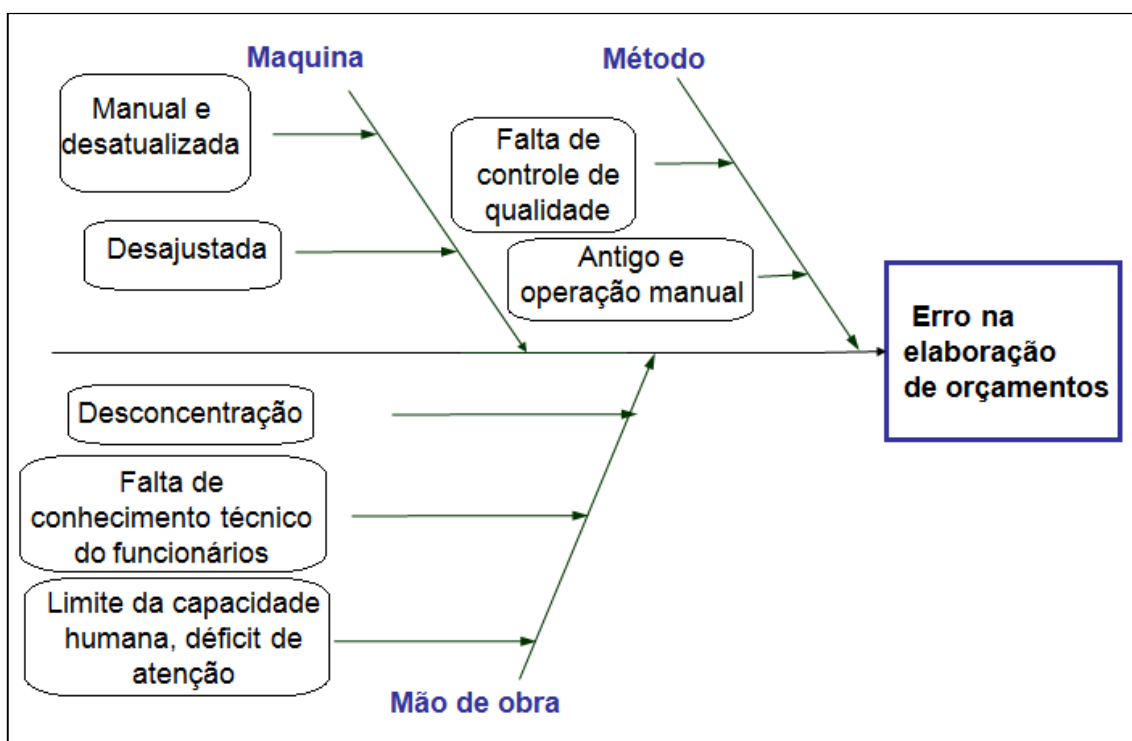
Quadro 1 – Diagrama de Ishikawa: descritivo das falhas no setor de cabeçote
 Fonte: Fonte própria

Através do diagrama é possível verificar as causas que acarretam a ocorrência do erro no assento de válvulas, mostrando assim, a necessidade de aplicação de melhorias em referido setor.

5.3.2.2 Setor administrativo

Quanto ao setor administrativo, o diagrama indicou falha na elaboração de orçamentos, tendo sido apontadas as principais causas que resultaram em tal falha.

Na imagem a seguir é possível verificar os procedimentos envolvidos em cada etapa presente no setor, procedimentos estes que encontravam-se sendo realizados de forma inadequada.



Quadro 2 – Diagrama de Ishikawa: descritivo das falhas no setor administrativo
 Fonte: Fonte própria.

Diante das causas apontadas, nota-se a necessidade de melhoria no setor a fim de organizar o setor de emissão de notas e orçamentos, elaboração de cálculos com atualização dos sistemas utilizados.

5.3.3 PDCA

Neste tópico será detalhado o planejamento elaborado em cada setor em que foi identificado falha.

5.3.3.1 Setor de cabeçote

O planejamento no setor de retificação de cabeçotes foi elaborado após a devida análise do funcionamento e rendimento da máquina responsável pelo processo de retificação.

Ao ser verificado que o processo de retificação era realizado de forma semi manual, eis que a máquina não possuía um medidor de pressão na saída do escapamento, concluiu-se pela necessidade de uma nova máquina mais ágil e moderna.

Neste intuito, fora proposto no planejamento a aquisição de uma máquina moderna, objetivando assim, a aceleração da produção, redução de erros, eliminação do retorno dos serviços realizados e obtenção da qualidade do serviço para garantia de confiança do cliente.

O planejamento prevê ainda, a parte organizacional do setor de retificação de cabeçotes, determinado a verificação de limpeza e do local onde a máquina será instalada, bem como, treinamento operacional aos funcionários envolvidos no setor e, finalmente, melhoramento do volume de produção.

Após a constatação das falhas e identificação da necessidade de investimento, o planejamento para aquisição de uma nova máquina foi inteiramente aprovado pelos diretores e responsáveis da empresa.

Com a aprovação do planejamento, foi realizada a compra da fresadora de assento de válvulas FAV 1500 da RIOMAQ, exemplificando abaixo as qualidades técnicas da mesma:

- a) Eliminação da operação de assentar válvula com pasta de esmerilhar;
- b) Fixação do cabeçote do motor em suporte tipo morsa;
- c) Velocidade do eixo árvore variável eletronicamente com display digital;

- d) Usinagem com medidor de profundidade;
- e) Sistema de teste de vedação da válvula à vácuo, aferida através do vacuômetro;
- f) Ampla variedade de pastilha de corte e afiador da mesma.

A seguir, imagem da máquina fresadora de assento de válvulas adquirida pela empresa a fim de executar os objetivos traçados no planejamento.

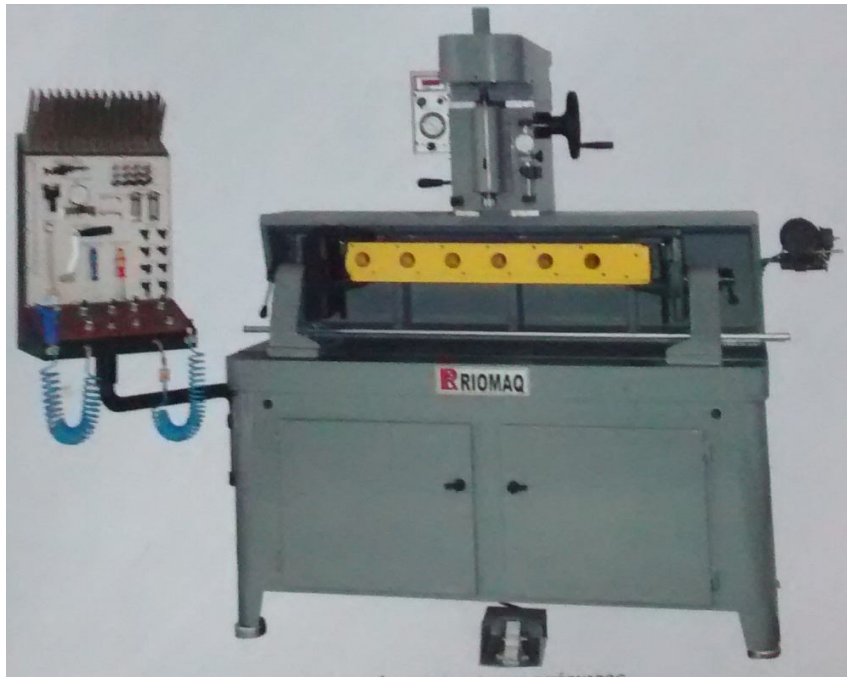


Figura 8 – Máquina fresadora de assento de válvula
Fonte: Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

O desenvolvimento do planejamento referente ao setor de retificação de cabeçotes, realizou-se através de treinamento do profissional da área para operação da máquina, atendendo aos requisitos de manutenções preditivas, preventivas e utilização correta dos equipamentos, descrevendo o volume de peças produzidas semanalmente.

Deste modo, o controle do plano elaborado foi realizado através do indicativo de produção semanal do setor envolvido, sendo que tais dados eram indicados através de tabelas preenchidas pelo operador da respectiva máquina, sempre com supervisão do responsável.

A ação completa do plano de monitoramento foi realizada diretamente pelo supervisor do setor, sendo que durante todo o período da análise, fora realizado,

frequentemente, comparativos entre o volume de produção anterior à aquisição da máquina e o atual.

O quadro a seguir mostra o planejamento elaborado no setor de cabeçotes, exibindo o seu desenvolvimento e retratando o controle e ação do processo.

PDCA	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	Responsável
Investimento	55.000,00						L & G Ltda.
Espaço físico (instalação)							L & G Ltda.
Treinamento operacional							RIOMAQLtda.
Operador de máquina							Luiz
Supervisão da produção							Danilo
Quantidade na produção		35	39	42	39	45	

Quadro 3 – PDCA na área de cabeçotes

Fonte: Fonte própria.

5.3.3.2 Setor administrativo

No setor administrativo, o planejamento direciona-se à instalação de um software a fim de alcançar os objetivos de agilidade e diminuição dos erros de orçamento, controle de estoque, praticidade na emissão de notas fiscais e qualidade no atendimento ao cliente.

Com o apontamento das falhas e identificação da necessidade de investimento, o planejamento para instalação de um novo software foi inteiramente aprovado pelos diretores e responsáveis da empresa.

Na área administrativa o desenvolvimento se deu com a instrução e treinamento dos funcionários envolvidos no setor para utilização do software, tendo sido analisado o tempo gasto para elaboração de orçamentos após a implementação, bem como, sido observadas as mudanças apresentadas no controle de estoque.

O controle do planejamento foi realizado por planilhas, sendo observado o tempo de elaboração de orçamentos semanais.

Neste setor, assim como no setor de cabeçote, a ação foi realizada pelo supervisor da área através de comparativos ao antigo sistema.

Desta forma, o planejamento elaborado para o setor administrativo, encontra-se retratado abaixo, o qual apresenta o seu desenvolvimento, a realização de seu controle e o processo de execução.

PDCA	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	Responsável	Obs.
Investimento	800adesão +1/2salario mínimo						L & G Ltda.	Contrato anual
Espaço físico instalação							L & G Ltda.	
Treinamento operacional							Hypersoft	
Operador de maquina							Luiz Felipe	
Supervisor de produção							Danilo	
Quantidade de elaboração orçamentos		3	3,5	4	3	3,5		

Quadro 4 – PDCA no setor administrativo
Fonte: Fonte própria.

5.4 RESULTADOS DA PESQUISA

5.4.1 Setor de cabeçote

No setor dos cabeçotes, o investimento obteve sucesso, trazendo efeitos positivos à empresa.

Quanto ao setor de produção foi apresentado um aumento significativo de retificação de cabeçotes, eis que, antes da aquisição da nova máquina a empresa retificava, em média, seis cabeçotes por dia e, após o investimento da máquina, esta produção subiu para oito cabeçotes usinados diariamente.

Com dados obtidos através do PDCA no setor de cabeçotes é possível visualizar o aumento da produção de usinagem de cabeçotes através do gráfico a seguir:

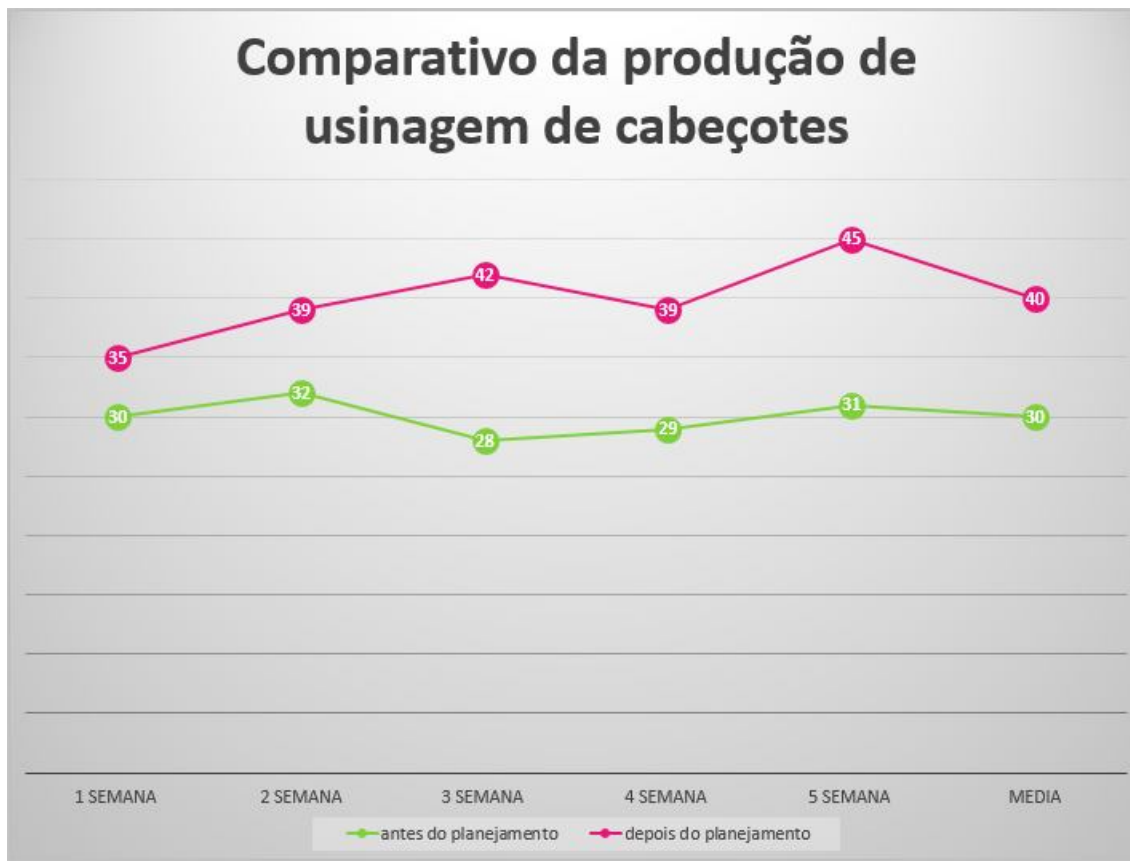


Gráfico 1 – Comparativo da produção de usinagens cabeçote
Fonte: Empresa Retifica Garcia – L&G Ltda.

Ainda, o investimento proporcionou a eliminação do retorno de serviços, evitando a ocorrência de dois pontos altamente negativos encontrados na empresa em que a pesquisa foi realizada, ou seja, reduziu o retrabalho da usinagem e a insatisfação do cliente. Tais fatos foram reflexos de uma das qualidades presentes na nova máquina, qual seja, um medidor de pressão na saída do escapamento, tornando possível a leitura da pressão envolvida após o processo de retificação, comparando-a ao catálogo do fabricante, o que garante a qualidade do serviço.

A melhoria apresentada na garantia do serviço gerou o aumento da confiança dos clientes, fazendo assim, com que o número de clientes aumentasse ao tomarem conhecimento do serviço prestado.

A seguir é mostrado um orçamento com destaque no tipo de usinagem envolvendo a máquina investida, no qual é possível comprovar o preço da retificação de sedes para um cabeçote, do modelo Ranger 2.5.

RETIFICA GARCIA				Orçamento	
L.G RETIFICA DE MOTORES E COMERCIO DE PEÇAS					
AV PREFEITO JUCA PADUA				(0xx34)3411-2430	
Cliente :	642	CONSUMIDOR		Data :	14/05/2015
Endereço :	AV. ALEXANDRITA		N. 2243	VILA PADUA	Controle : 68
Fone :	(0xx34)3411-5592	Duplicatas			Vend. : 1 - DANILLO
Código	Descrição	Serial	Quantidade	Vr Unitário	Vr Total
Produtos					
5752	HS051 JOGO JUNTA SUPERIOR HSD 2.5 3PK		1	316,11	316,11
Serviços					
523	DESCARBONIZAR CABEÇ. PERKINS 4		1	46,00	46,00
524	PLAINAR CABEÇOTE PERKINS 4C		1	92,00	92,00
525	RETIFICAR SEDE PERKINS 4C		8	12,50	100,00
501	RETIFICAR VALVULAS PERKINS 4CI		8	11,50	92,00
526	ESMERILAR.MONTAR PERKINS 4C		8	12,30	98,40
708	REMOÇÃO CABEÇOTE PERKINS 4C		1	350,00	350,00
Total a Pagar ...					1.094,51
RANGER 2.5 HSD					

Figura 9 – Descrição da operação realizada pela nova máquina
Fonte: Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

Diante dos dados cedidos pela empresa e dos obtidos no decorrer da pesquisa, é possível elaborar um descritivo a fim de comparar a anterior produção diária do setor de retificação de cabeçotes com a atual.

Para isto, se faz importante mencionar os dados e valores referentes à antiga e à atual máquina de produção.

Desta forma, a pesquisa mostrou que o custo da retificação de cada uma das oito sedes de válvulas constante no cabeçote é de R\$ 12,50, independente da máquina que encontrava-se em operação. Porém, a diferença entre as máquinas se deu na quantidade de cabeçotes retificados diariamente.

Neste sentido, a tabela abaixo detalha a produção e lucro diário de ambas as máquinas, retratando o custo envolvido na operação e apontando.

Tabela 1 –Produção diária de cabeçotes

Período	Quantidade de cabeçote	Sedes por cabeçote	Valor unitário de sede	Valor da usinagem
Antes do investimento	6	48	R\$12,5	R\$ 600,00
Após investimento	8	64	R\$12,5	R\$ 800,00

Fonte Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

Isto posto, através do comparativo a seguir, o qual relaciona a produção diária realizada pelas máquinas anterior e atual, consegue-se verificar uma razoável diferença de rendimento entre ambas, eis que a máquina adquirida resultou em um lucro de R\$ 200,00 acima da anterior.

Tabela 2 – Lucro diário gerado após o investimento da máquina fresadora

Período	Produção diária de cabeçotes	Rendimento
Antes do investimento	6	R\$ 600,00
Após o investimento	8	R\$ 800,00
Lucro com investimento	-	R\$ 200,00

Fonte Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

Conseqüentemente, comparando a quantia de retificação produzida por cada uma das máquinas em foco, nota-se que no período de 275 dias, ou seja, aproximadamente um ano, a empresa obterá o retorno do valor investido na nova máquina, eis que a mesma opera, em média, 22 dias por mês.

Tabela 3 – Tempo de retorno do investimento

Descrição	Rendimento
Investimentos	R\$ 55.000,00
Lucro diário	R\$ 200,00
Tempo para retorno do investimento	275 dias

Fonte Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

Considerando que a máquina opera 22 dias mensais, gerando um rendimento de R\$ 4.400,00, o gráfico mostra que a partir do décimo quarto mês a máquina adquirida estará gerando lucro.

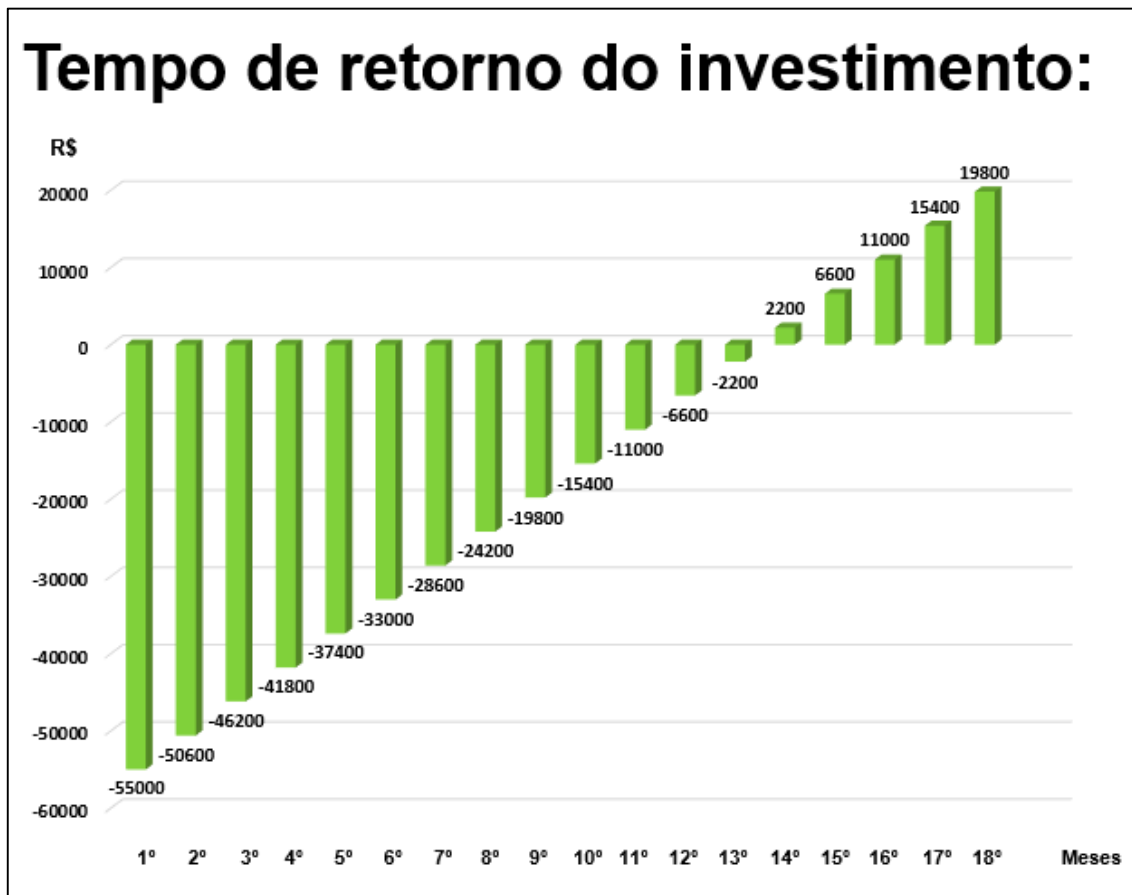


Gráfico 2 – Tempo de retorno do investimento
Fonte: Empresa Retífica Garcia – L&G Ltda.

No setor de cabeçotes o investimento mostrou sua eficiência em dados, onde conseguiu obter aumento de sua produção diária, eliminando o retorno de serviços e reforçando a confiança do cliente diante da garantia do serviço realizado.

5.4.2 Setor administrativo

No setor administrativo a instalação do software Hypersoft resultou na alteração do tempo de elaboração do orçamento, sendo que o mesmo era realizado no prazo médio de dois dias e, após a instalação do software, este prazo reduziu para aproximadamente um dia e meio.

De acordo com os dados fornecidos pela empresa, o antigo sistema elaborava em média 2,5 orçamentos por semana, sendo esta ação elevada para aproximadamente 3,5 orçamentos, havendo também extinção dos erros de somatória.

O gráfico a seguir demonstra, com maior precisão, os dados explanados anteriormente, realizando o comparativo do antigo sistema com o atual através de dados extraídos do PDCA do setor administrativo.

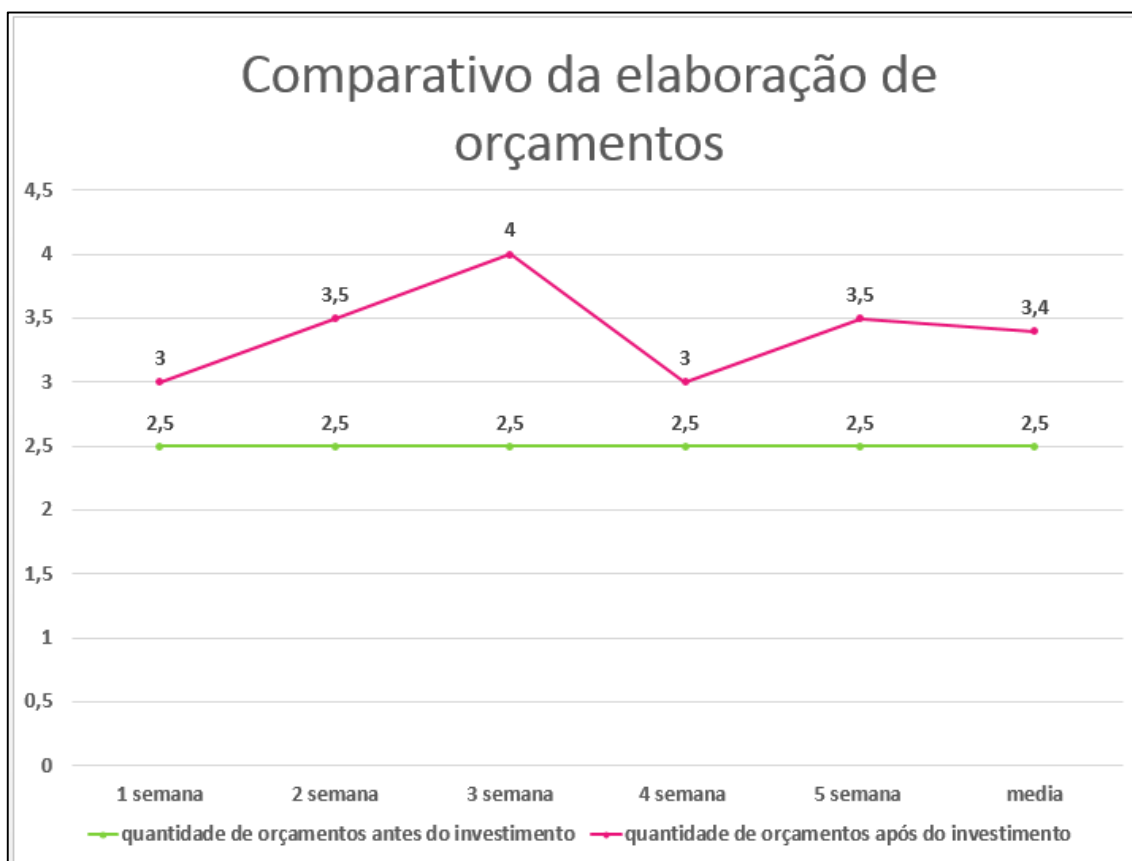


Gráfico 3 – Comparativo da elaboração de orçamentos

Fonte Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

Outro ponto positivo gerado pela instalação do novo software foi a agilidade do novo sistema de orçamento, onde os preços para elaboração do mesmo ficam armazenados diretamente no banco de dados do programa, o qual realiza a somatória eletronicamente, minimizando assim, os erros de somatória que anteriormente eram realizados de forma manual.

Diante do levantamento executado pela pesquisa, verificou-se também que no antigo sistema que o controle de estoque se mostrava lento, eis que era realizado através de preenchimento manual de fichas que ficavam arquivadas na empresa.

A figura abaixo mostra o modelo do sistema antigo que era realizado manualmente, constatando que as somatórias eram realizadas com utilização de calculadora simples.

Linha Pesada		RETÍFICA GARCIA		Fone: (34)3411-2430 / (34)3411-0746		
Nome	Rafaela De Castro Alves - ME			Data	24/05/2015	
Endereço	R. A. C. S. 90.001, Rua Caieira			n°	100	
Cidade	Campana - RS			Fone: ()	90.00-399 (A. S. S.)	
CPF ou CNPJ	16.083.951/0001-03			Insc. Est. / Prod.		
Veículo	Fiat 7000 H 1000 cc			Motor	1600	
Mecânica	SOLDO			N° MOTOR		
Serviços a Executar						
Quant	Descrição	Qtz	Valor	Qtz	Valor	
01	Retificar Virabrequim	06	576,00	06	360,00	
	Polir Virabrequim					
	Desempenar Virabrequim					
	Encamisar Bloco					
	Retificar Bloco					
	Brusar Bloco					
01	Planar Bloco	06	310,00	06	36,00	
01	Mandrihar Berço de Mancal	01	520,00	01	100,00	
06	Regular Altura das Camisas	01	310,00	01	64,00	
	Retificar Cilindro Comp. Ar					
	Brusar Cilindro Comp. Ar					
	Embuchar Carcaça			01	298,00	
	Mandrihar Carcaça					
01	Retificar Comando	01	86,00	01	1404,00	
01	Embuchar Comando	01	86,00	01	149,00	
01	Mandrihar Buchas Comando	01	269,00			
06	Embuchar Bielas	06	153,00			
06	Mandrihar Buchas de Biela	06	212,00			
06	Mandrihar Berço de Biela	06	142,00	01	300,00	
	Embielar Pistões					
02	Descarbonizar Cabeçote	02	86,00			
	Testar Cabeçote					
02	Planar Cabeçote	02	190,00			
	Adaptar Sedes					
12	Retificar Sedes	12	149,00			
12	Retificar Válvulas	12	142,00			
17	Trocar Guias	17	145,00			
12	Esmerlar, Lavar, Montar molas	12	144,00			
	Esmer. Lav. Mont. canos e bicos					
	Esmer. Lav. Mont. e Regular					
					TOTAL	6.536,00

Figura 10 – Modelo antigo de elaboração de orçamentos
Fonte: Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

O software Hypersoft passou a realizar o controle de estoque de forma eletrônica, mantendo todos os preços armazenados no sistema de banco de dados, proporcionando maior agilidade no tempo de elaboração do orçamento, conforme verifica-se na imagem de orçamento disponibilizada pela empresa.

RETIFICA GARCIA				Orçamento	
L.G. RETIFICA DE MOTORES E COMERCIO DE PEÇAS					
AV. PREFEITO JUCA PADUA				(0xx34)3411-2430	
Cliente:	642 LAERTE BARBOSA DE OLIVEIRA-ME	Data:	14/05/2015		
Endereço:	AV. ALEXANDRITA N. 2243 VILA PADUA	Controle:	72		
Fone:	(0xx34)3411-5592 Duplicatas	Vend:	1 - DANILLO		
Código	Descrição	Serial	Quantidade	Vr Unitário	Vr Total
Produtos					
237	030448REF RETENTOR VALVULA AT8V/FIRE 1.0/1.3		16	2,00	32,00
7537	709070 GUIA VALVULA FIAT PALIO 1.6 16V		16	8,00	128,00
4855	VA0250165 VALVULA ADMISSAO FIAT PALIO 1.6 16V		8	28,50	228,00
4854	VE0250164 VALVULA ESCAPE FIAT PALIO 1.6 16V		8	29,51	236,08
Serviços					
8	DESCARBONIZAR CABEÇOTE L. LEVE		1	40,00	40,00
9	PLAINAR CABEÇOTE LINHA LEVE		1	80,00	80,00
11	RETIFICAR SEDE LINHA LEVE		16	5,63	90,08
84	RETIFICAR VALVULA LINHA LEVE		16	5,50	88,00
12	TROCAR GUIA LINHA LEVE		16	5,63	90,08
86	ESMERILAR,LAVAR,MONTAR GAB L.L		16	12,13	194,08
Total a Pagar ...					1.206,32

Figura 11 – Modelo atual de elaboração de orçamentos
Fonte: Empresa Retífica Garcia - L&G Ltda.

Conforme os resultados apontados neste tópico, verifica-se que ocorreu a diminuição dos erros de elaboração de orçamentos, bem como, agilidade para confecção dos mesmos. A evolução do sistema eletrônico corroborou ainda, com a praticidade do controle de estoque e emissão de notas fiscais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho buscou elaborar uma pesquisa a fim de exercer melhorias dentro da empresa abordada, porém, nada impede que o planejamento aqui elaborado, seja aplicado em outras empresas do mesmo setor.

Apresentado durante o desenvolvimento desse trabalho, foram identificados dois setores da empresa que apresentavam falhas, sendo o administrativo, com erro de elaboração de orçamento, e o setor de cabeçotes, o qual apresentava erro no assentamento de válvulas. Tal análise apenas se concretizou devido às técnicas de pesquisa implementadas serem eficientes e de boa absorção.

Os dados foram coletados através de entrevistas feitas com funcionários e diretor da empresa, bem como, através de pesquisa exploratória, onde foi possível aplicar e expandir os conhecimentos pessoais através da pesquisa.

Através dos dados obtidos e levantados na pesquisa, aplicou-se o diagrama de Ishikawa, o qual identificou os setores da empresa em que apresentava-se falhas, relatando as causas de cada uma. Conforme descrito no diagrama, os erros foram apontados no assento de válvulas e na elaboração de orçamentos, presentes, respectivamente, no setor de retificação de cabeçotes e setor administrativo.

Com a conclusão do diagrama de Ishikawa, elaborou-se um plano com minuciosos objetivos, a fim de executá-los de forma eficaz e produtiva, apontando como recurso o investimento em uma nova máquina de retificação de cabeçotes e instalação de um software moderno no setor administrativo da empresa.

Os métodos delimitados foram seguidos com a devida cautela, observando constantemente a adaptação do novo sistema e máquina adquirida. Após a concretização do planejamento, foram comprovados, pelos resultados obtidos, que a pesquisa foi altamente satisfatória, eis que resultou em melhorias à empresa.

O projeto obteve êxito em reduzir o tempo de elaboração de orçamentos, o qual antes era realizado no prazo médio de 2 dias e passou a ser feito no período de aproximadamente um 1,5 dias.

No setor administrativo também foi identificada melhorias no que se refere as somatórias realizadas durante o processo de elaboração do orçamento, sendo que as mesmas eram feitas através de serviço manual com uso de calculadora comum e

passaram a ser realizadas através de sistema eletrônico, eliminando assim, as falhas que anteriormente ocorriam com frequência na empresa.

A eficiência do software foi comprovada nos resultados apontados, pois auferiu aumento da produção de orçamentos, sendo que esta passou de 10 para 14 orçamentos mensais, dados esses fornecidos pela empresa e obtidos com o estudo realizado.

Efetivamente, o planejamento gerou aumento da produção no setor de retificação de cabeçotes, sendo que antes do investimento realizado, a empresa retificava, em média de 6 cabeçotes por dia e, após o investimento, a produção elevou-se para 8 cabeçotes.

Ilustrando através de dados, verifica-se que com o aumento do volume de produção de 6 para 8 cabeçotes, gerando um lucro de R\$ 200,00 por dia de operação da máquina, gerando assim lucro mensal de R\$ 6000,00 reais. Assim, considerando que o custo para retificação de cada sede de válvula do cabeçote corresponde a R\$ 12,50, observa-se que a empresa terá retorno do valor investido para compra da nova máquina após aproximadamente um ano.

Ainda, nota-se que o investimento gerou a efetiva otimização correta nos assentos de válvulas, evitando desta forma o retorno do serviço e retrabalho quanto ao mesmo.

Conclui-se assim, que a pesquisa alcançou um resultado positivo, tendo cumprido inteiramente os requisitos do planejamento elaborado.

REFERÊNCIAS

BEIRES, J. Sarmiento de. **Motores de explosão e diesel**. 1.ed. São Paulo: Egéria, 1977.

BERVIAN, Pedro A.; CERVO, Amado Luiz; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

BRUNI, Adriano L. **A administração de custos, preços e lucros**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna**. São Paulo: E. Blucher, 2012.v. 1.

DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemes. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 6.ed. São Paulo: Artliber, 2008.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MAHLE; METAL LEVE. **Manual técnico**: curso MAHLE Metal Leve: motores de combustão interna. Disponível em:<[http://www.mahle.com.br/C1256F7900537A47/vwContentByKey/W28HPJTN971STULDE/\\$FILE/Manual_mahle_brochura%20-%2001-98_primeira%20parte.pdf](http://www.mahle.com.br/C1256F7900537A47/vwContentByKey/W28HPJTN971STULDE/$FILE/Manual_mahle_brochura%20-%2001-98_primeira%20parte.pdf)> Acesso em: 15 fev. 2015.

MARSHALL JUNIOR, Isnard et al. **Gestão da qualidade**. 10.ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.

MARTINS, Vitor Alexandre Carlesse; GARCIA, Ezio Castejon. **Estudos sobre motores diesel**. São Jose dos Campos: ITA, 2010.

MONTE, Diesel. **Retífica de Motores**. Disponível em:<<http://www.montediesel.com.br/equipamentos.htm/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

OBERT, Edward F. **Motores de combustão interna**. Porto Alegre: Globo, 1971.

RACHE, A. M. **Mecânica Diesel**. São Paulo: Hemus, 2004.

VILANOVA, Carolina. Como recondicionar um motor diesel. **Portal O Mecânico**, Osasco, n. 157, 2014. Disponível em: <<http://www.omecanico.com.br/modules/revista.php?recid=16&edid=2>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

APÊNDICE A – Roteiro da Entrevista

Roteiro de Entrevista

1- Identificação Pessoal:

Nome: Gilberto Bebem dos Santos

Nacionalidade: Iturama – MG

Sexo: Masculino

Idade: 40 anos

A seguir é mostrado as perguntas realizadas com o diretor da empresa:

- 1) O planejamento pode levar a melhoria na organização dos setores?
- 2) Qual setor que gera mais falha?
- 3) Qual falha decorrente do setor?
- 4) Um funcionário motivado gera uma produtividade maior?
- 5) Quais os principais erros que resultam na insatisfação do cliente?
- 6) O retorno para reparação do serviço realizado acontece frequentemente?
- 7) Acredita que o investimento em máquinas mais modernas e com alta tecnologia, elimina o retorno de serviços?
- 8) Eliminando o retrabalho a empresa ganha a confiança do cliente?
- 9) Pressa e falta de atenção pode gerar serviços inadequados?
- 10) Como são elaborados os orçamentos?
- 11) Qual o motivo da demora na elaboração de orçamentos?
- 12) Como é realizado o controle de produção?
- 13) Existe algum controle de qualidade para componentes já retificados?
- 14) As ferramentas de corte quebram com frequência?