

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

GUSTAVO DAL'COL ZANDER

**PROPOSTA DE UM PLANO DE GESTÃO SIMPLIFICADO PARA A
MANUTENÇÃO DE MOTORES A DIESEL VEÍCULARES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2021

GUSTAVO DAL'COL ZANDER

**PROPOSTA DE UM PLANO DE GESTÃO SIMPLIFICADO PARA A
MANUTENÇÃO DE MOTORES A DIESEL VEÍCULARES**

**Proposal of a simplified management plan for the maintenance of vehicle
diesel engines**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campus Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Davi Fusão.

PONTA GROSSA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE UM PLANO DE GESTÃO SIMPLIFICADO PARA A MANUTENÇÃO DE MOTORES A DIESEL VEICULARES

por

GUSTAVO DAL'COL ZANDER

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 20 de agosto de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Davi Fusão
Orientador

Prof. Dr. André Hekermann Buss
Membro Titular

Prof. Me. José Roberto Okida
Membro Titular

Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares
Responsável pelos TCC do Curso de
Engenharia Mecânica

Prof. Dr. Roger Navarro Verastegui
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Dedico este trabalho para toda minha
família a qual me orientou e me incentivou
para realização desse grande projeto em
minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em especial, agradeço muito minha mãe Zila Angelina Dal'Col por todo esforço e por toda sua dedicação que fez com que eu chegasse até este momento, sempre me instruindo e me fazendo seguir em frente. Agradeço muito em especial também o meu pai Antenor Carlos Zander pelos conselhos e pelo ensinamento de vida os quais me lançam sempre na busca pelos saltos de qualidade e na busca de minha melhoria ética e moral. Expresso meu sentimento de gratidão a todos os familiares e amigos que depositaram sua confiança em mim ao longo de todos esses anos, sempre me amparando e me incentivando.

Foi com muito prazer que fui orientando do professor André Buss, o qual fico muito feliz por ter sido meu primeiro orientador. Sou grato a ele devido a parceria e pela confiança em mim depositada para realização desse trabalho e também por todo o embasamento que me direcionou para a realização do mesmo. Demonstro minha gratidão por ser orientando do professor Davi Fusão, o qual me orientou de forma espetacular e concordou em seguir junto comigo a caminhada para a conclusão deste trabalho de grande importância para mim.

E por fim, agradeço a todos que direta e indiretamente contribuíram para que tudo isso acontecesse. Deixo expresso minha gratidão a todos. Muito obrigado!

Um planejamento cuidadoso é capaz de
vencer quase todas as dificuldades.
(MARCELINO, Amiano, 380 D. C.)

RESUMO

ZANDER, Gustavo Dal Col. **Proposta de um plano de gestão simplificado para a manutenção de motores a diesel veiculares.** 2021. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia mecânica, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021.

A manutenção atual sai da esfera da simples correção, para um planejamento sistematizado dentro das empresas. A manutenção de motores da linha diesel veicular em oficinas, as vezes não são precedidas de um planejamento e isto pode gerar transtornos e retrabalho dentro do estabelecimento. A criação de um sistema simplificado de gestão, pode contribuir para que os serviços sejam realizados de forma mais eficiente, faz com que se facilite um monitoramento dos serviços que foram prestados, gera confiabilidade, gera fidelização do cliente com o estabelecimento e evitam retrabalhos desnecessários, muitas vezes caros e danosos. O objeto de estudo deste trabalho consiste na formulação de um sistema de gestão simples, que auxilie as oficinas de motores a diesel na gestão dos serviços realizados em seu estabelecimento, utilizando como ferramentas métodos de gestão de manutenção, manuais de diagnóstico de montadoras e outras fontes de pesquisa, para detalhamento dos sintomas observados e para identificação de falhas e avarias. Após análise dos sintomas é feita a intervenção para solução do problema e depois o monitoramento global do motor por meio das visitas a oficina seguindo uma ficha de manutenção onde constam os históricos de serviços. O estudo realizado nesse trabalho mostrou que é possível adaptar sistemas de gestão, para o meio das oficinas mecânicas de motores a diesel.

Palavras-chave: Gestão da manutenção. Gerenciamento de serviços. Pós serviços. Ficha de manutenções. Motores a diesel.

ABSTRACT

ZANDER, Gustavo Dal Col. **Proposal of a simplified management plan for the maintenance of vehicle diesel engines.** 2021. 72 p. Work of Conclusion Course (Graduation in mechanical engineering) - Federal Technology University of Paraná - Paraná. Ponta Grossa, 2021.

The current maintenance leaves the sphere of simple correction, for a systematic planning within the companies. The maintenance of vehicular diesel line engines in workshops is sometimes not preceded by planning and this can lead to inconvenience and rework within the establishment. The creation of a simplified management system can contribute to services being performed more efficiently, facilitates monitoring of the services that have been provided, generates reliability, generates customer loyalty with the establishment and avoids unnecessary rework, often expensive and harmful. The object of study of this work consists in the formulation of a simple management system, which helps diesel engine workshops in the management of services performed in their establishment, using as tools maintenance management methods, assembler diagnostic manuals and other sources research, to detail the symptoms observed and to identify failures and malfunctions. After analyzing the symptoms, the intervention is made to solve the problem and then the global monitoring of the engine is carried out through visits to the workshop, following a maintenance sheet containing the service history. The study carried out in this work showed that it is possible to adapt management systems to the environment of diesel engine mechanic workshops.

Keywords: Maintenance management. Service management. After services. Maintenance sheet. Diesel engines.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparação que mostra a vida útil e o tempo de duração de um componente e a atuação da manutenção	24
Figura 2 – Teste de infravermelho para detecção de possível superaquecimento....	25
Figura 3 – Componentes principais de um motor a diesel	29
Figura 4 – Coletor de admissão e descarga.....	30
Figura 5 – Cabeçote de um motor a diesel quatro cilindros	30
Figura 6 – Árvore do comando de válvulas	31
Figura 7 – Bloco do motor 4 cilindros	32
Figura 8 – Camisa de cilindro.....	33
Figura 9 – Árvore de manivelas ou virabrequim de um motor 4 cilindros.....	33
Figura 10 – Virabrequim e denominações de suas partes	34
Figura 11 – Volante do motor.....	34
Figura 12 – Conjunto pistão, biela e anéis de segmento ou vedação	36
Figura 13 – Cáster do motor	37
Figura 14 – Esquema de operação de um motor a diesel.....	38
Figura 15 – Detalhe da câmara de combustão e o bico injetor	38
Figura 16 – Modos de ocorrência das falhas	40
Figura 17 – Fluxograma do plano de gestão.....	55
Figura 18 – Legenda adotada no questionário.....	56

LISTA DE PLANILHAS

Planilha 1 - Modelo de ficha de manutenções.....	49
Planilha 2 - Modelo de orçamento	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – resposta número 1	56
Gráfico 2 – resposta número 2	57
Gráfico 3 – resposta número 3	58
Gráfico 4 – resposta número 4	58
Gráfico 5 – resposta número 5	59
Gráfico 6 – resposta número 6	60
Gráfico 7 – resposta número 7	60
Gráfico 8 – resposta número 8	61
Gráfico 9 – resposta número 9	62
Gráfico 10 – resposta número 10	62
Gráfico 11 – resposta número 11	63
Gráfico 12 – resposta número 12	63

LISTA DE ABREVIATURAS

AC - Ar condicionado

cc - Cilindrada cúbica

incp - Intervenções corretivas não planejadas

it - intervenções totais

η - eficiência global do ambiente de manutenção de motores a diesel

LISTA DE SIGLAS

TPM - Total productive maintenance (Manutenção produtiva Total)

MCC - Manutenção centrada na confiabilidade

TIG - Tungstênio inerte gás

GNV - Gás natural veicular

PMI - Ponto morto inferior

PMS - Ponto morto superior

EPI – Equipamento de proteção individual

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

V – Disposição dos cilindros dentro do motor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVO GERAL	19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.3 JUSTIFICATIVA	19
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	20
2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO	20
2.1.1 Manutenção corretiva ou reativa	20
2.1.2 Manutenção preventiva	22
2.1.3 Manutenção preditiva	23
2.1.4 Manutenção detectiva	24
2.2 GESTÃO DA MANUTENÇÃO	26
2.2.1 Manutenção produtiva total (TPM)	27
2.2.2 Manutenção centrada na confiabilidade (MCC)	28
2.3 COMPONENTES DE UM MOTOR A DIESEL E SEU FUNCIONAMENTO	28
2.3.1 Cabeçote	29
2.3.2 Árvore do comando de válvulas	30
2.3.3 Bloco e camisa de cilindro	31
2.3.4 Árvore de manivelas ou virabrequim e volante do motor	33
2.3.5 Pistão, anéis de segmento e biela do motor	35
2.3.6 Cáster	36
2.3.7 Funcionamento do motor	37
2.4 PRINCIPAIS SINTOMAS DE FALHAS E DIAGNÓSTICOS NO MOTOR A DIESEL	39
2.4.1 Sintoma de emissão de fumaça branco azulada ou preta	40
2.4.2 Sintoma de baixa pressão de óleo e alta pressão de óleo	41
2.4.3 Sintoma de consumo de combustível elevado	41
2.4.4 Sintoma de consumo de óleo lubrificante	42
2.4.5 Sintoma de fluido de radiador no óleo	42
2.4.6 Sintoma de superaquecimento	42
2.4.7 Motor com rotação disparada	43
2.4.8 Sintoma de perda de potência	43
3 MATERIAIS E MÉTODOS	44
3.1 DESCRIÇÃO INICIAL DA PROPOSTA DO PLANO DE GESTÃO	44
3.2 PLANO SIMPLIFICADO DE GESTÃO DO TRABALHO DE MANUTENÇÃO	44
3.2.1 Plano de revisões	46
3.2.2 Pesquisa de opinião da proposta do plano de gestão	47
3.2.3 Proposta da medida de eficiência do plano de gestão	47
4 RESULTADOS OBTIDOS	49
4.1 MODELO DE FICHA DE MANUTENÇÕES	49

4.2 MODELO DE ORÇAMENTO	50
4.3 PROPOSTA DO LOCAL DOS SERVIÇOS	50
4.3.1 Escritório e depósito ou almoxarifado	51
4.3.2 Boxes	51
4.3.3 Seção de montagem e desmontagem de cabeçotes	52
4.3.4 Seção de montagem e desmontagem de motores	52
4.3.5 Lavador	53
4.4 EQUAÇÃO PARA MEDIDA DE EFICIÊNCIA	53
4.5 FLUXOGRAMA DA PROPOSTA SIMPLIFICADA DO PLANO DE GESTÃO	54
4.6 RESULTADOS DA PESQUISA COM O QUESTIONÁRIO	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO	70

1 INTRODUÇÃO

A manutenção de equipamentos é algo que demanda estudos e aperfeiçoamentos. Com a criação da máquina a vapor por James Watt em 1765, houve uma imensa revolução em termos de equipamentos e máquinas e o tipo de manutenção que se praticava até então era somente corretiva (POÓR, 2019).

Nos anos que se sucederam, as técnicas de manutenção avançaram e as revoluções industriais tem mostrado que a manutenção passou de uma fase de simples reparos em máquinas para, atualmente, sistemas mais avançados de gestão em manutenção.

A manutenção mecânica vem de um avanço de máquinas superdimensionadas nas quais sua manutenção era necessariamente corretiva, para máquinas muito precisas, onde a manutenção torna-se mais especializada. (PULZ, 2019). Em conjunto com essa evolução, o planejamento estratégico do setor da manutenção também evoluiu criando-se novos conceitos a respeito da gestão de manutenção.

A ocorrência de falhas mecânicas provenientes do uso de máquinas, em geral são oriundas de diversos fatores como por exemplo: severidade do uso e/ou ambiente onde é usado o equipamento que falhou e/ou a falta de manutenção.

A severidade de uso se caracteriza pela demanda de solicitação do equipamento; ou seja, se o equipamento está sendo utilizado em carga máxima o que pode provocar falhas prematuras. O ambiente é onde esse equipamento está sendo operado, e se esse ambiente é apropriado para o bom uso e funcionamento do equipamento.

Porém para prevenção de falhas da máquina, mesmo com a utilização e ambiente adequados, a manutenção é o que mais previne contra falhas.

A manutenção visa o controle e o retorno do equipamento ao estado original de operacionalidade, e pode ser definida como um conjunto de atividades realizadas durante a vida útil do equipamento (ISO 19901-7, 2013).

Em sistemas de motores de veículos a diesel, existem também esses controles, como por exemplo, o manual do proprietário. Porém as montadoras não

fornece informações mais precisas a respeito da manutenção do motor que equipa o veículo, o que torna mais difícil a manutenção (SILVA, 2014).

Com essa falta de informações, as visitas às oficinas se tornam frequentes e mal planejadas, fazendo com que não haja total solução dos problemas do veículo, gerando custos altos tanto para o dono do equipamento quanto para o dono do estabelecimento responsável pela manutenção.

Existem também, alguns fatores externos que podem ser descritos como: distância em que o veículo se encontra até a oficina para poder ser feito o reparo, custo dos reparos, problemas de diagnóstico, falta de equipamentos e ferramentas, profissionais não habilitados, falta de um histórico de revisão e a falta de organização do ambiente de trabalho.

Sempre existirão fatores que são mais fundamentais para o bom desenvolvimento de um sistema de gestão para o reparo desses motores. Porém cada situação de reparo requer uma análise dos encarregados para melhor operacionalização e consolidação dos serviços e a análise do que é vantajoso e desvantajoso em termos de manutenção desses motores (SILVA, 2014).

Este trabalho visa a formulação de um sistema de gestão simples com uma ficha de manutenções, que serve como ferramenta para mapeamento e histórico dos serviços. Nessa ficha deve constar todas as revisões do motor, seu cronograma de revisões posteriores e peças que foram trocadas. Para seu preenchimento, a equipe de manutenção deve avaliar o motor usando de ferramentas e conceitos da manutenção preventiva, detectiva e preditiva. Sendo a manutenção preventiva aquela que visa a prevenção de falhas, detectiva, aquela que detecta falhas ocultas e a preditiva é aquela que busca a qualidade do serviço prestado usando-se de técnicas eficazes de análise e inspeção (PULZ, 2019), (ABNT – NBR 5462).

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um plano de gestão da manutenção simplificado capaz de organizar e mapear os serviços que serão feitos em um motor a diesel veicular, com o intuito de mostrar quando deverá ser feito os próximos serviços.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A – Propor um modelo de inspeção do motor mediante relato dos sintomas.
- B – Propor uma ficha de plano de manutenções e reparos (ficha de manutenções).
- C – Propor uma organização da oficina em setores principais como: boxes, lavador, seção de montagem e desmontagem de cabeçotes, seção de montagem e desmontagem de motores, depósito e escritório.
- D – Propor uma forma de medição de eficiência do plano de gestão proposto.

1.3 JUSTIFICATIVA

A elaboração desse plano de gestão de manutenção, se deve ao fato de que as operações em algumas oficinas, as vezes podem ser desorganizadas no sentido da coleta de dados do motor, ambiente e nível de capacitação dos operadores. Esses fatores são essenciais para a equipe de manutenção poder agir com mais eficiência no antes e pós serviços. Conseqüentemente, a falta de um plano de manutenção pode afetar uma rotina de serviços prestados, gerando situações como: ferramental inadequado, profissional menos capacitado para aquele tipo de serviço e desorganização do setor.

O desenvolvimento desse trabalho tem por objetivo gerar melhorias na manutenção do motor e conseqüentemente no setor de motores a diesel veiculares. Visando esse objetivo, a aplicação de um sistema de gestão da manutenção, no qual utilizam-se ferramentas de gestão no seu desenvolvimento, melhoraria os serviços de manutenção referentes ao motor.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO

A manutenção é um termo que possui inúmeras definições como por exemplo: Todas as operações realizadas para o retorno do equipamento para suas condições originais ou como o conjunto de todos os procedimentos técnicos necessários para o bom funcionamento e também ao reparo de máquinas e equipamentos (XENOS, 1998), (ALMEIDA, 2014).

Porém esses conceitos, assim como toda a parte de manutenção, sofrem modificações e aprimoramentos no decorrer dos tempos. A manutenção atual controla todo um sistema de extrema relevância dentro de pequenas e grandes corporações. Pode-se afirmar que atualmente existe a manutenção como um setor dentro da indústria onde têm-se uma gerência, estudos de métodos e teorias, cronogramas, regras e procedimentos. A manutenção saiu da esfera da simples “arrumação e correção” para um método de controle total de um setor de equipamentos. Pode-se afirmar que esse controle total, que atualmente é altamente informatizado, faz parte do sistema de gestão da manutenção (PULZ, 2019).

Uma das definições sugeridas para gestão da manutenção é: as implementações das melhores e mais confiáveis práticas de trabalho dentro de uma planta de uma indústria. Essa “filosofia” de manutenção faz com que o trabalho seja bem orientado gerando resultados muito satisfatórios (PULZ 2019).

Quando volta-se a esfera do motor a diesel, o qual uma de suas principais aplicações é no setor de caminhões para transporte, os objetivos da manutenção desses motores são: a geração de confiabilidade para o cliente e o mantimento das configurações originais de fábrica em termos de consumo de combustível, força e desgaste prematuro de peças (LUCAS 2014).

2.1.1 Manutenção corretiva ou reativa

No início das grandes revoluções industriais, a manutenção corretiva ou reativa era a única utilizada, pois os estudos e avanços de outras sistemáticas de

manutenção ainda não existiam. A manutenção corretiva é um conjunto de procedimentos executados para que se possa reparar imediatamente o equipamento que parou de executar a sua tarefa ou segundo a norma NBR 5462 é aquela que é executada após a pane no equipamento (ALMEIDA, 2014), (ABNT, 1994).

Tudo é feito para que haja o retorno do equipamento as condições originais para poder operar novamente. Quando isso acontece, ou seja, quando o equipamento quebra, ou para de forma imprevista, são feitos os reparos de categoria corretiva, onde é denominado de manutenção corretiva.

O fato de uma máquina apresentar falhas imprevistas, pode gerar alguns transtornos dentro da linha de produção como por exemplo, tirar um operador da sua função e colocar para fazer a manutenção do equipamento. Por mais que a lógica contribua para essa escolha, deve-se levar em consideração alguns aspectos como: Capacitação do operador para executar a manutenção, disponibilidade do operador, presença de ferramental e peças, estado psicológico do operador e a avaliação da prioridade e urgência do serviço (ALMEIDA, 2014).

Tais problemas relacionados a questão corretiva, fizeram com que houvesse um planejamento para minimizar os danos causados pela parada de um equipamento. Os prejuízos são maiores quando algo inesperado acontece, portanto, foram padronizados e estudados intervalos de manutenção para fazer inspeções mais detalhadas e evitar quebras indesejáveis. Existem algumas vertentes que comentam a respeito da manutenção corretiva planejada, porém ela apenas torna-se vantajosa quando os equipamentos são de baixa criticidade, ou seja, equipamentos que não geram eventos catastróficos quando param seu funcionamento (PULZ 2019).

Muitas vezes por decisões gerenciais esse tipo de correção planejada é adotada. Porém peças, custos e mão de obra, seja ela terceirizada ou não, já estão contabilizados quando a quebra do equipamento ocorre. O setor que adota a manutenção corretiva planejada possui uma política preditiva, pois esse mesmo setor se planeja e tem ciência de qual o período que irá ocorrer o evento de falha. Isso previne que a produção, recursos humanos e outros setores dentro da empresa sejam comprometidos (PULZ 2019).

2.1.2 Manutenção preventiva

Diferentemente da manutenção corretiva onde não havia um planejamento de manutenção, na manutenção preventiva esse planejamento existe. Na manutenção corretiva planejada, existe uma forma de se programar quando acontecer o evento, porém ela não previne contra falhas prematuras que podem ocorrer antes do evento de falha. A manutenção preventiva visa uma manutenção mais global do equipamento e um monitoramento superior e mais adequado.

A manutenção preventiva pode ser definida como um conjunto de intervenções, de estudos de vida útil de componentes e procedimentos, os quais evitam paradas inesperadas de máquinas e linhas produtivas (ALMEIDA, 2014). Esses conceitos fazem parte de uma manutenção sistemática que é a definição e estudo das horas de uso, quilometragem e ciclos de operação (NASCIMENTO, 2017).

A avaliação sistemática da vida útil de componentes, modo de uso da máquina e tempo de operação, faz com que seja gerado um diagnóstico mais preciso gerando menos transtornos e mais tempo para que haja programação do setor de manutenção. Todo esse diagnóstico é registrado em uma ficha de planejamento, nas quais constam peças, serviços, lubrificantes, datas e outras informações. Esse tipo de manutenção tem pontos de desvantagens que podem ser o custo alto, troca prematura e o tempo para execução. Segundo Pulz (2019), sem uma boa estratégia do setor, muitos operadores perdem tempo resolvendo pequenos problemas diários ao invés de seguir com o cronograma de manutenção.

Algumas corporações adotam-na na parada de seus equipamentos, porém nem sempre se evita que um componente possa falhar após a revisão. No entanto, ela torna-se vantajosa a longo prazo, pois como a vistoria sendo contínua e programada, é evitado que componentes mais críticos possam falhar, gerando assim menores índices de falhas imprevistas e menos adoção de métodos corretivos (NASCIMENTO, 2017).

2.1.3 Manutenção preditiva

Com a evolução de equipamentos de inspeção e tecnologias de máquinas, muitas empresas passaram a adotar uma maneira de diagnóstico que em partes prevê uma falha. A manutenção preditiva é aquela associada a obtenção de dados referentes a regulagens, incremento de temperatura, ruído e vibração. É um processo que pressupõe um tempo de vida útil de componentes de um equipamento (SANTOS, 2018).

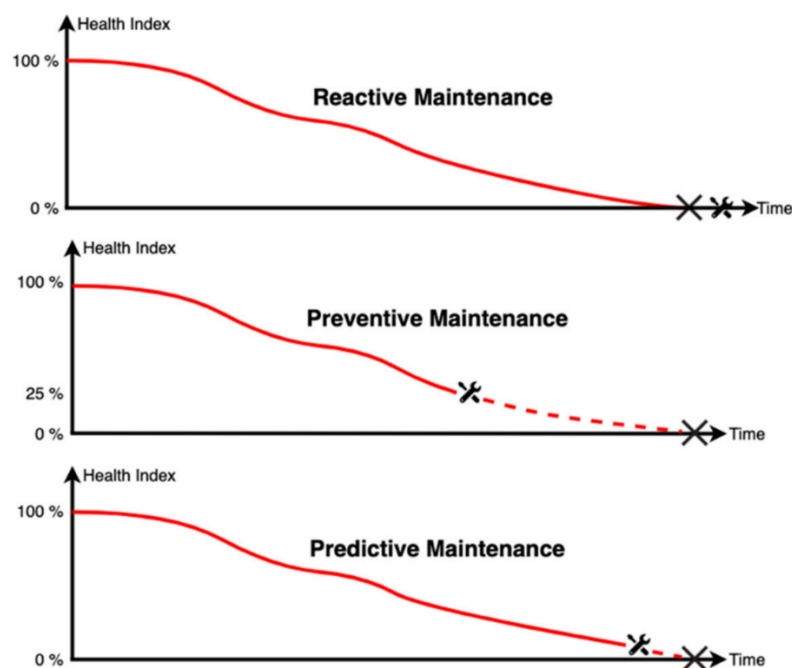
Conforme os dados são interpretados, os mesmos podem indicar sinais e sintomas que darão base de quando o setor de manutenção deve programar-se para realizar o trabalho na máquina (ALMEIDA, 2014).

Esse tipo de manutenção utiliza vários métodos para obtenção de dados essenciais como ensaios, monitoramentos presenciais e monitoramentos online (NASCIMENTO, 2017). Os objetivos e as vantagens alcançadas com esse tipo de manutenção adotada são: máximo aproveitamento de um componente, podendo prever sua falha; eliminação de desmontagens desnecessárias; aumento do tempo de disponibilidade do equipamento; queda do número de emergências e transtornos; impedimento de defeitos graves; redução de tempo e custos (ALMEIDA, 2014).

Esse tipo de manutenção promove a qualidade do produto final e reduções de bastante relevância para o meio ambiente devido a redução dos insumos descartados. Como está sendo tratado de uma manutenção mais minuciosa no sentido de controle do equipamento, é necessário um ferramental e instrumentos apropriados e também uma mão de obra mais especializada que saiba fazer a detecção e a utilização desses equipamentos (SANTOS, 2018).

Na figura 1 a representação pela letra X significa a vida útil do componente. Pode-se observar com mais clareza como a intervenção da manutenção pode ser mais precisa quando temos um banco de dados mais robusto, o qual mostra o tempo máximo de duração de um componente antes da troca.

Figura 1 – Comparação que mostra a vida útil e o tempo de duração de um componente e a atuação da manutenção



Fonte: Hoffmann e Wildermuth (2020)

Esse banco de dados mais robusto é diretamente proporcional ao refinamento da análise de comportamento e uso do equipamento, ou seja, quanto mais refinada as análises, mais será possível utilizar-se da vida útil dos componentes do equipamento que é o que mostra o gráfico da figura 1.

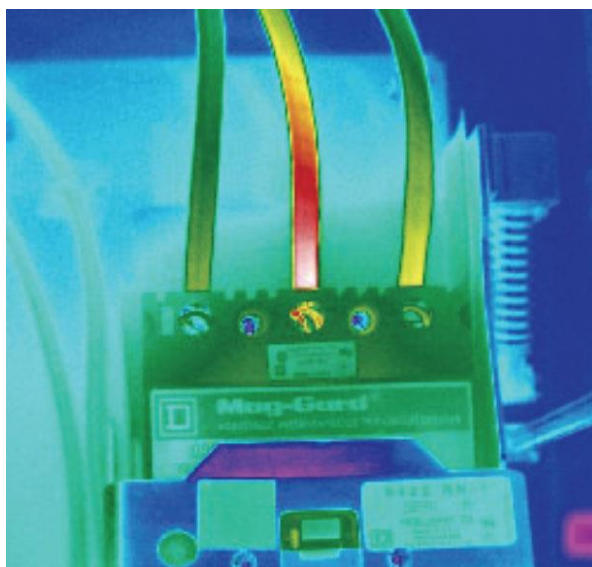
2.1.4 Manutenção detectiva

A manutenção detectiva é aquela responsável por atuar na detecção das falhas não aparentes nos equipamentos. Diferentemente da manutenção preditiva a manutenção detectiva possui um nível maior de automação (SANTOS 2018). Algumas das falhas não aparentes são as falhas que não demonstram os sintomas de imediato, seriam como um “vírus” em processo de incubação no equipamento. No entanto, nos motores a diesel essa detecção pode atuar mais como um sistema de proteção que avisa o operador de possíveis falhas. Quando alguns sintomas não aparentes não são detectados, a falha acontece e a manutenção torna-se corretiva, gerando transtorno para o setor operacional e de manutenção (PULZ, 2019).

Tratando de motores a diesel, existem diversos testes para fazer a detecção de possíveis falhas não aparentes, como: sondas que a partir de leituras mostram algumas margens numéricas aceitáveis, instrumentos mecânicos como manômetros que indicam se a pressão de óleo dentro do motor está dentro dos limites aceitáveis, *softwares* de diagnóstico de sistemas de injeção eletrônica que possibilitam ver todo mapa de injeção e os seus possíveis erros, dispositivos de emissão de raios infravermelhos para diagnósticos de temperatura, aparelhos de ultra som entre outros (SILVA, 2014).

Conforme a figura 2, que exemplifica um circuito, o fio com tonalidade avermelhada do circuito pode estar com sintomas de superaquecimento e isso nos remete as seguintes indagações: qual pode ser a temperatura? há tempo, ferramental e recursos humanos para a troca? quanto custa? é necessária a troca imediata?

Figura 2 – Teste de infravermelho para detecção de possível superaquecimento.



Fonte: reliabilityweb.com/articles/entry/from-a-different-angle-a-perspective-predictive-maintenance-or-detective-ma - acessado em 04/06/2020

Essa mensuração entre a troca imediata, programação dos recursos físicos e humanos e o uso até o último “suspiro” é o diferencial de um setor de manutenção. Pois isso reduz muito os custos, protege o meio ambiente de descartes de peças ainda utilizáveis, o cliente pode se programar para a troca do componente, promove a confiabilidade do setor e por consequência promove satisfação do cliente. Para

esse tipo de manutenção, a capacitação e habilitação dos operadores e técnicos, especificação precisa da falha, instrumental adequado e o plano de ação do setor, constituem parte de toda uma sistemática de normas e métodos que podem fazer parte do programa de gestão da manutenção adotada e elaborada pelo setor (PULZ, 2019), (SANTOS, 2018).

2.2 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

No contexto atual da manutenção, cada empresa possui sua maneira e seu método para a programação da manutenção de seus equipamentos.

Segundo a norma que define a terminologia da manutenção, a gestão da manutenção “compreende todas as atividades da gestão que determinam os objetivos, as estratégias e as responsabilidades respeitantes à manutenção, e que os implementam por meios tais como o planejamento, o controle e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspectos econômicos” (COSTA ALMEIDA, 2019, p. 28).

Cada empresa ou setor responsável pela manutenção, deve avaliar a melhor forma de aplicação de um sistema de gestão, para realizar a manutenção de equipamentos de forma mais eficiente. Com a evolução dos motores a busca por uma engenharia de manutenção fez-se necessária pois haveria o melhoramento de padrões, quebra de paradigmas, *feedback* das operações, intervenção direta no corte de gastos e aplicação de técnicas modernas (PULZ, 2019).

Grande parte das oficinas de motores veiculares a diesel tradicionais não adotam nenhum sistema de gestão da manutenção, pois em grande parte somente corrigem os problemas dos veículos de seus clientes. Elas também pecam no pós serviço por não possuir um controle que garanta qualidade e que evite retrabalho, devido ao não detalhamento das atividades.

Para o melhoramento do setor de manutenção de motores veiculares, os gerentes de manutenção devem definir os objetivos do sistema de gestão, os funcionários devem receber um treinamento para seguir a sistemática e o setor que gerencia a oficina deve fazer cumprir todas as normas e requisitos passados nos treinamentos (COSTA ALMEIDA, 2019).

2.2.1 Manutenção produtiva total (TPM)

Esse conceito de gestão da manutenção utilizado no Japão pós segunda guerra que tem por sigla *TPM (Total Productive Maintenance)*, abrange os conceitos da manutenção preditiva, preventiva e também inclui um programa de treinamento para ajuste, manutenção e monitoramento de máquinas. Possui pontos principais baseados na eficiência, auto reparo, planejamento, treinamento e ciclo de vida. Esses pontos dão a diretriz de como construir um programa baseado na TPM (LUCIANO, 2020), (ALMEIDA, 2014).

Segundo Pulz (2019) e Luciano (2020), o objetivo principal da TPM é a quebra zero, ou seja, a eliminação de grandes perdas e paradas na linha produtiva.

... os objetivos podem ser definidos em cinco pontos, a saber: Criar uma organização que maximize a eficiência dos sistemas produtivos; Gerenciar a planta como uma organização que minimize as perdas, por meio do estabelecimento de metas orientadas a “zero acidentes” e “zero defeitos”, ao longo do ciclo de vida dos elementos produtivos; Envolver todos os departamentos na implantação do TPM, incluindo o desenvolvimento de novos produtos, vendas e administração; Envolver todos os funcionários desde a alta gerência até os operadores de chão de fábrica; Orientar as ações visando atingir a meta de “zero perdas”, utilizando-se das atividades de pequenos grupos de trabalho. (LUCIANO, Erick Leonel, 2020).

A aplicação das técnicas da TPM, gera um sistema global mais eficiente, ou seja, o engajamento dos operadores com os gerentes da manutenção, planejamento das manutenções, aplicação do conhecimento, incentivo a novas ideias, geração de segurança no trabalho, minimização das perdas, obediência das normas, utilização mais precisa dos recursos da empresa e preservação do meio ambiente (LUCIANO 2020).

Esse programa é muito eficaz dentro das grandes empresas trazendo grandes benefícios. Porém, trazendo algumas aplicações e utilizando alguns conceitos como a geração da organização, treinamento e capacitação dos operadores, manutenção planejada a qual dá ênfase na confiabilidade e a melhoria dos processos administrativos, a TPM pode ser uma ferramenta que ajude na estruturação de um planejamento mais sistemático no ambiente das oficinas de manutenção de motores a diesel (LUCIANO 2020).

2.2.2 Manutenção centrada na confiabilidade (MCC)

A definição de confiabilidade, pode ser descrita de forma geral como a capacidade de um equipamento operar em plenitude durante um período de tempo. Segundo a norma NBR 5462 a confiabilidade em equipamentos, é a capacidade do equipamento em desempenhar por completo sua função em condições específicas em um determinado tempo. Logo após, a mesma norma NBR 5462 sugere utilizar essas condições de função e tempo como medidas de desempenho para geração de confiabilidade (PULZ, 2019).

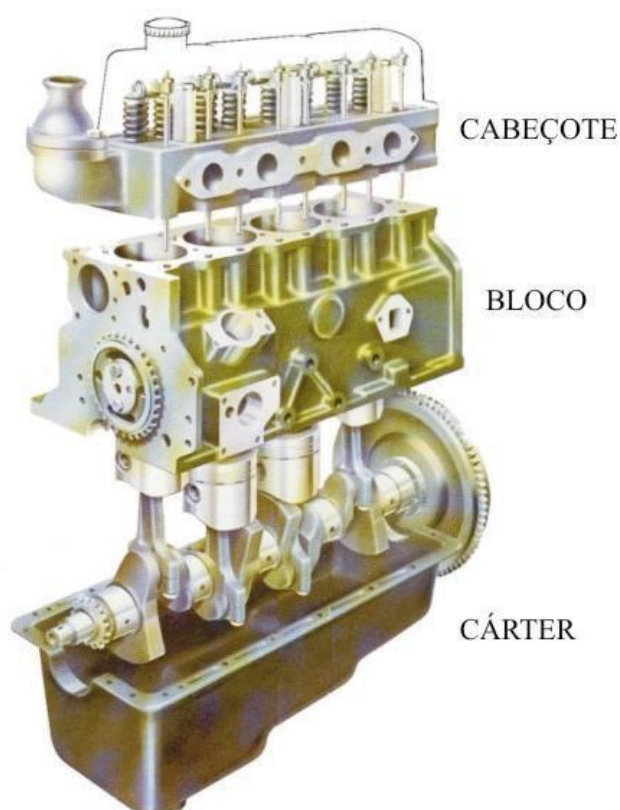
A manutenção centrada na confiabilidade tem por objetivos a detecção de falhas, estudo de como ocorrem as falhas e a busca pelos motivos que fizeram com que ocorresse a falha no equipamento. Detectando e resolvendo esses problemas, são preservadas as funções do sistema, são definidas as tarefas e é definida a importância da falha (NASCIMENTO, 2017).

É importante que toda vez que a falha ocorre, a mesma seja listada para que se possa indicar a sequência dos eventos que fizeram com que a falha ocorresse. Vale ressaltar que algumas falhas podem ser oriundas de falhas humanas e de projeto, as quais também devem ser registradas e estudadas, para que sejam solucionadas, seguindo assim um ciclo para geração da confiabilidade (NASCIMENTO, 2017).

2.3 COMPONENTES DE UM MOTOR A DIESEL E SEU FUNCIONAMENTO

O engenheiro alemão Rudolf Diesel foi o criador do motor a combustão por combustão espontânea ou autoignição. Em 1893 ele recebe a patente para o motor que até hoje é certamente um dos motores mais utilizados no mundo em todos os setores (rodoviário, náutico, ferroviário, geração de energia) que é o motor movido a diesel. Na figura 3 tem-se o exemplo de um motor a diesel 4 tempos com disposição dos cilindros em linha e seus componentes principais como: bloco, cabeçote, árvore de manivelas, cárter, entre outras peças fundamentais para seu pleno funcionamento. Existem diversas disposições desses motores, como disposição em V, em linha, radial entre outras configurações (VARELA, SANTOS, 2010).

Figura 3 – Componentes principais de um motor a diesel



Fonte: Varela e Santos (2010)

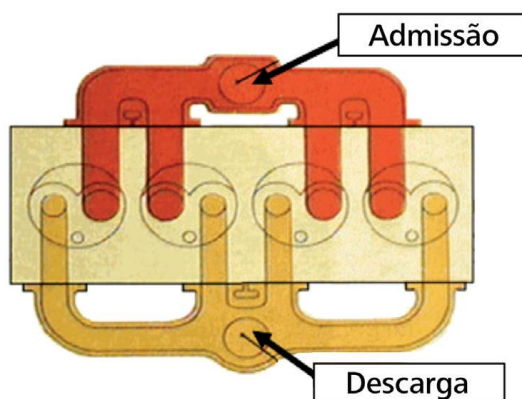
2.3.1 Cabeçote

O cabeçote exemplificado na figura 5, é uma peça localizada acima do bloco e é responsável pela admissão de ar e pela exaustão dos gases resultantes da queima da mistura e possui componentes móveis menores como chapéus, molas, tuchos, travas e válvulas (MWM, 2008).

Essa peça é unida ao bloco por parafusos, guias, juntas individuais e/ou junta única, os quais garantem que o cabeçote esteja assentado de forma adequada no bloco do motor. As válvulas presentes no cabeçote, são responsáveis pela admissão e exaustão do ar no motor e possuem uma gama de diversos tamanhos, modelos e disposições diferentes no cabeçote. As configurações de cabeçotes de motores, podem vir com 2, 3 ou 4 válvulas por cilindro (VARELA, SANTOS, 2010).

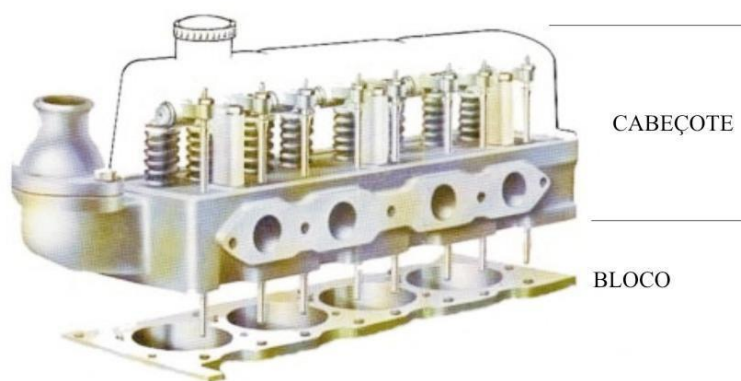
No cabeçote tem-se coletores de admissão e de escapamento ou descarga que são componentes responsáveis pelo direcionamento do fluxo de ar e dos gases oriundos da explosão da mistura respectivamente (TILLMANN, 2013). Esses componentes estão exemplificados conforme a figura 4.

Figura 4 – Coletor de admissão e descarga



Fonte: Motores de combustão interna e seus sistemas (2013)

Figura 5 – Cabeçote de um motor a diesel quatro cilindros



Fonte: Varela e Santos (2010)

2.3.2 Árvore do comando de válvulas

A árvore do comando de válvulas exposto na figura 6, é o responsável por toda a movimentação dos componentes dentro do cabeçote. Esse eixo está

localizado no cabeçote ou no bloco e é ligado a árvore de manivelas por corrente, correia dentada ou trem de engrenagens. Esse eixo é responsável pela movimentação das válvulas para que as mesmas tenham as suas aberturas e fechamentos sincronizados a fim de gerar o funcionamento correto do motor. Para o correto sincronismo e funcionamento, esse eixo possui ressaltos denominados cames os quais geram a abertura e fechamento das válvulas do cabeçote (VARELA, SANTOS 2010).

Figura 6 – Árvore do comando de válvulas



Fonte: Varela e Santos (2010)

2.3.3 Bloco e camisa de cilindro

Conforme a figura 7, o bloco do motor abriga as camisas de cilindro, as galerias de fluido de arrefecimento e serve de guia para os pistões. Atualmente sua fabricação pode ser com ferro fundido e ligas de alumínio as quais contribuem para uma redução da massa e melhor dissipação de calor (TILLMANN, 2013). Existem configurações de blocos equipados com aletas, as quais são responsáveis pela transferência de calor oriunda da queima da mistura do motor para o meio externo e na maioria dos casos são motores com refrigeração a ar (INCROPERA, 2008).

Existem também, blocos equipados com radiadores de óleo ou trocadores de calor chamados intercambiadores. Esse radiador de óleo ou intercambiador, tem por função trocar o calor do óleo com o líquido de arrefecimento refrigerando o óleo do motor.

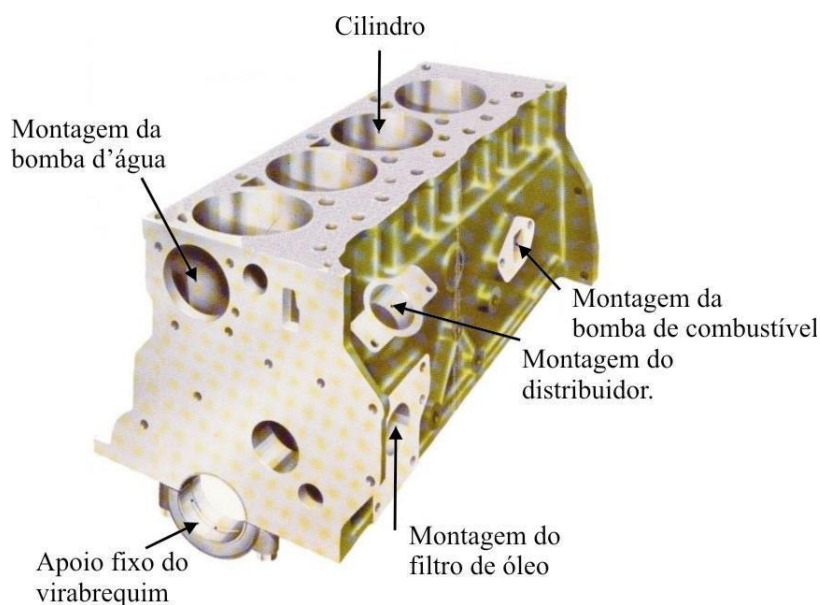
Também há blocos com camisa úmida e camisa seca, dos quais os blocos com camisa úmida tem o líquido de arrefecimento em contato direto com a camisa e

nos blocos com camisa seca, esse contato do líquido de arrefecimento com a camisa não ocorre (TILLMANN 2013). Dentro do bloco é executado o movimento de subida e descida dos pistões os quais movimentam a árvore de manivelas (MWM, 2008).

Há no bloco as fixações para a bomba d'água, bomba de alta pressão, bomba de óleo, acessórios (bomba de direção hidráulica, compressor do AC, alternador), árvore de manivelas, coletor de admissão, coletor do escape, filtro de óleo e em alguns modelos o eixo comando de válvulas (VARELA, SANTOS 2010).

No cilindro do bloco do motor, exemplificado pela figura 7, são encaixadas as camisas de cilindro, as quais acomodam os pistões juntamente com seus anéis de segmento e fazem a função de guia dos pistões (TILLMANN, 2013).

Figura 7 – Bloco do motor 4 cilindros



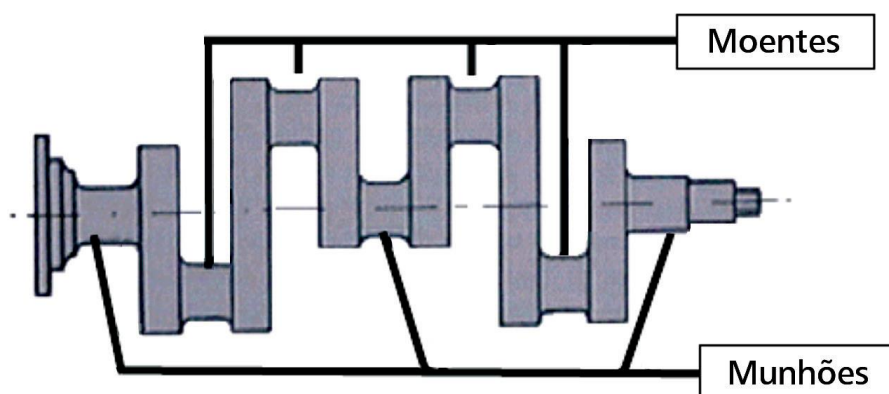
Fonte: Varela e Santos (2010)

Figura 8 – Camisa de cilindro

Fonte: Motores de combustão interna e seus sistemas (2013)

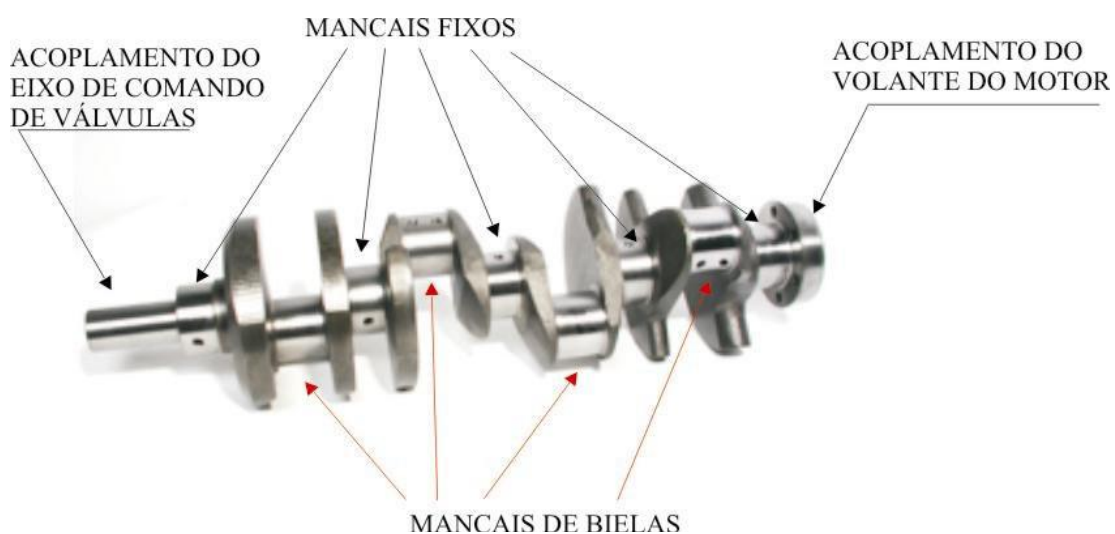
2.3.4 Árvore de manivelas ou virabrequim e volante do motor

Conforme exemplos nas figuras 9 e 10, a árvore de manivelas ou virabrequim, fica posicionada na parte inferior do bloco na maioria dos casos. Essa árvore de manivelas é responsável pela transmissão da força gerada a partir da queima da mistura dentro do cilindro. Os pistões são ligados a essa árvore por meio de bielas, formando um conjunto biela manivela (TILLMANN, 2013), (VARELA, SANTOS 2010).

Figura 9 – Árvore de manivelas ou virabrequim de um motor 4 cilindros

Fonte: Motores de combustão interna e seus sistemas (2013)

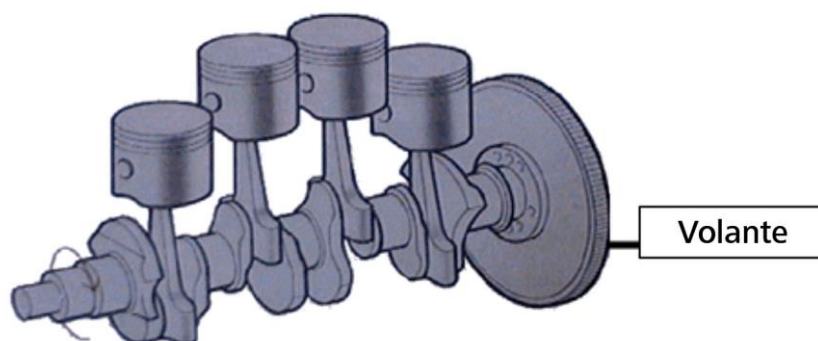
Figura 10 – Virabrequim e denominações de suas partes



Fonte: Varela e Santos (2010)

Na figura 9 os moentes são as partes ligadas as bielas dos pistões e os munhões são as partes que são apoiadas ao bloco do motor (TILLMANN, 2013). Na figura 11 é exemplificado os acoplamentos das bielas e pistões ao eixo motor, e também o acoplamento do volante do motor o qual é responsável por regular e equilibrar a rotação do eixo e diminuir a vibração do mesmo e do motor (TILLMANN, 2013).

Figura 11 – Volante do motor



Fonte: Motores de combustão interna e seus sistemas (2013)

2.3.5 Pistão, anéis de segmento e biela do motor

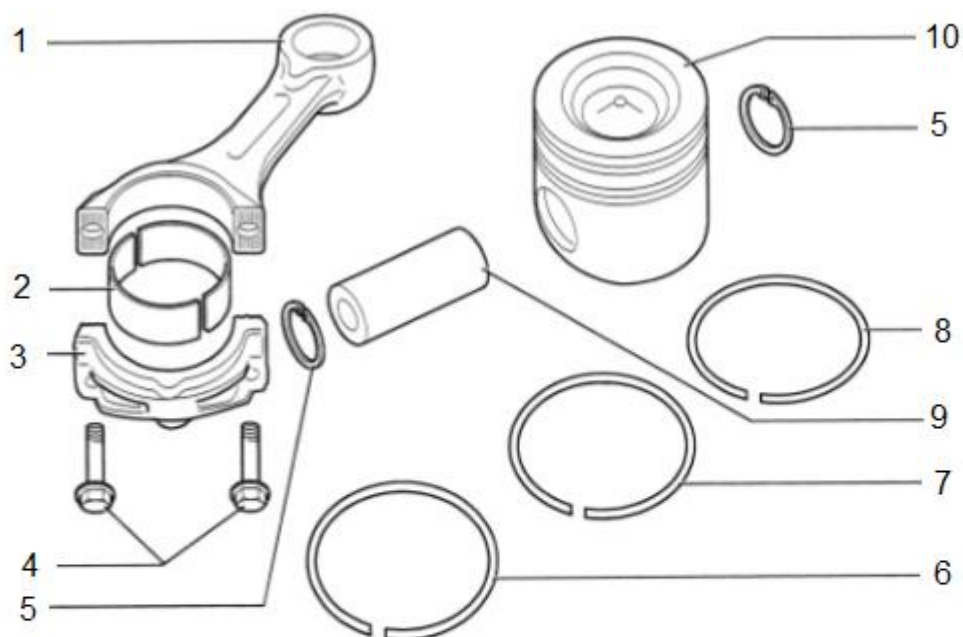
Na figura 12, há o exemplo de todo o conjunto de pistão, bronzinas ou casquilhos, bielas e travas. O pistão tem um curso dentro da camisa que vai do PMS (Ponto morto superior) ao PMI (Ponto morto inferior) e essa movimentação acontece por que o combustível injetado a alta pressão explode e expande dentro do cilindro.

O ponto morto superior corresponde ao ponto máximo de deslocamento do pistão dentro do motor na sua ascendência e o ponto morto inferior corresponde ao deslocamento máximo do pistão no seu movimento descendente.

Essa expansão do combustível é responsável por mover o pistão, biela e conseqüentemente o virabrequim, gerando a força motriz responsável pelo movimento. A biela é a ligação do pistão até a árvore de manivelas e ela é responsável pela transmissão do movimento linear do pistão para o movimento de rotação da árvore de manivelas (VARELA, SANTOS 2010).

Na cabeça do pistão temos um conjunto de canaletas, as quais acomodam os anéis de segmento ou vedação. Esses anéis tem a função de vedação da compressão e da combustão, controle de óleo lubrificante na camisa e o controle da transferência de calor para o sistema de arrefecimento (TILLMANN, 2013).

Figura 12 – Conjunto pistão, biela e anéis de segmento ou vedação

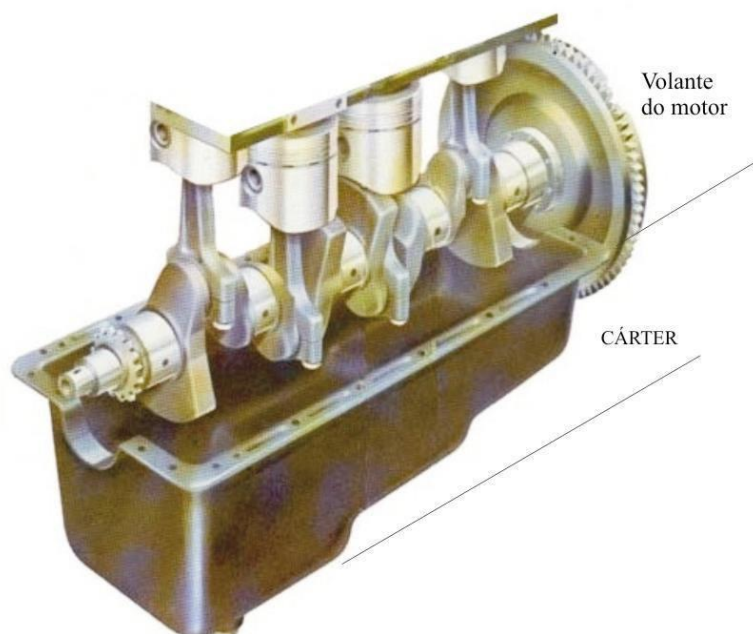


1. Corpo da biela
2. Casquilhos da biela
3. Capa da biela
4. Parafusos de fixação
5. Anel de segurança
6. Anel de compressão superior (trapezoidal)
7. Anel de compressão inferior
8. Anel raspador de óleo com mola espiral
9. Pino do pistão
10. Pistão

Fonte: Manual de reparações Iveco Cursor 13 (2004)

2.3.6 Cárter

O cárter nos motores a 4 tempos, conforme a figura 13, é basicamente o reservatório de óleo lubrificante, onde por meio da sucção da bomba de óleo, o óleo é enviado para todo o motor por meio das galerias de lubrificação (VARELA, SANTOS 2010).

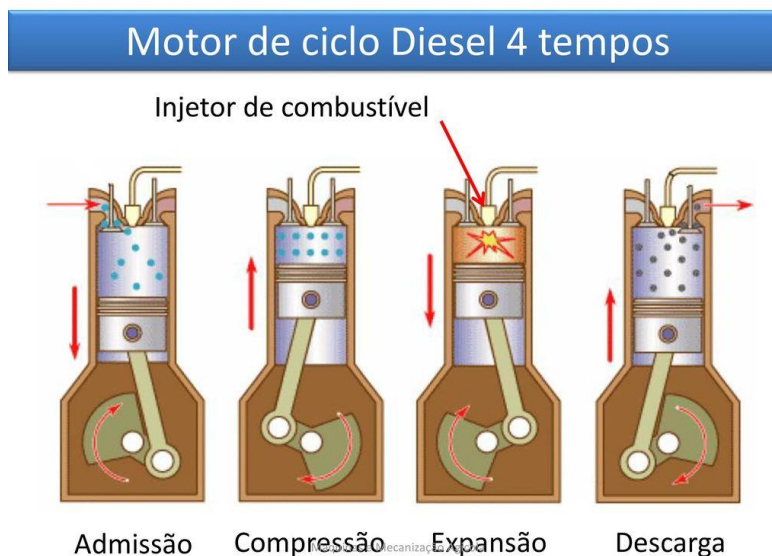
Figura 13 – Cárter do motor

Fonte: Varela e Santos (2010)

2.3.7 Funcionamento do motor

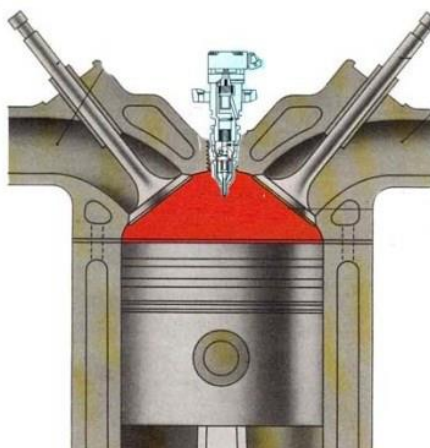
O motor a diesel ou ciclo diesel exemplificado na figura 14, é um motor a quatro tempos (admissão, compressão, expansão, escape) que converte energia devido ao aquecimento do ar comprimido dentro do cilindro com a injeção de combustível a alta pressão. Na figura 15 é mostrado em detalhes a câmara de combustão e o bico injetor, o qual é responsável pela pulverização do diesel a alta pressão.

Figura 14 – Esquema de operação de um motor a diesel



Fonte: <https://sli.deplayer.com.br/slide/12850090/> - acessado em 29/02/2020

Figura 15 – Detalhe da câmara de combustão e o bico injetor



Fonte: Varela e Santos (2010)

O ar é admitido para a câmara de combustão, aumenta a sua temperatura devido a compressão do pistão e o combustível é injetado a alta pressão na câmara de combustão gerando uma ignição espontânea. O combustível injetado a alta pressão em conjunto com o ar super aquecido em torno de 800 °C, inflama e expande dentro do cilindro empurrando o pistão para baixo, até o PMI, gerando trabalho (VARELA, SANTOS 2010), (COELHO, 2017).

Todo esse processo de ignição de combustível, acontece sem auxílio de uma vela de ignição como a empregada nos motores de ciclo Otto (Etanol, Gasolina, GNV). Após a ignição do diesel, o combustível se expande, a válvula de escape se abre e o pistão empurra a mistura queimada para o coletor de escapamento (VARELA, SANTOS 2010), (COELHO, 2017).

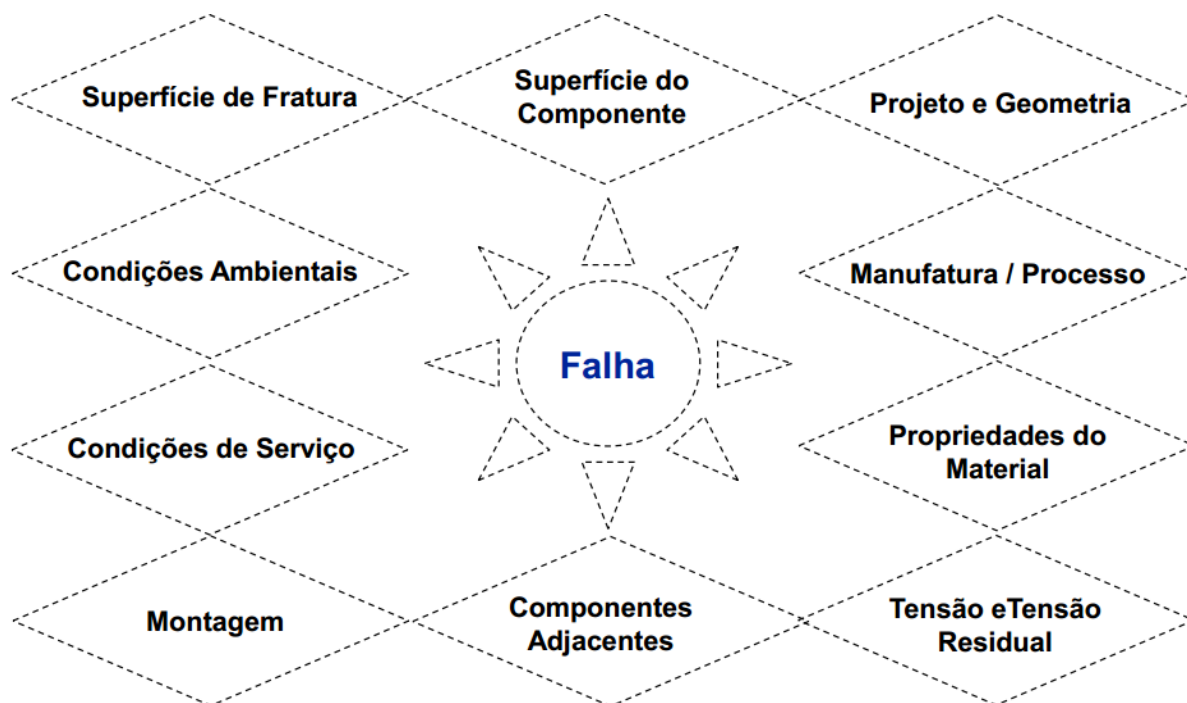
2.4 PRINCIPAIS SINTOMAS DE FALHAS E DIAGNÓSTICOS NO MOTOR A DIESEL

O conceito de falha é descrito como a inoperância, ou seja, quando o componente não pode mais operar em condição satisfatória. Em motores a diesel, essas falhas podem ser mecânicas como rupturas, torções, desgastes e também podem ser de caráter eletrônico como, por exemplo, a inoperância de uma sonda de leitura.

O diagnóstico de falha consiste na investigação dos sintomas apresentados, para saber como ocorreu a falha. Após esse entendimento da ocorrência da falha, a equipe de manutenção pode programar-se, planejar-se e corrigir o motor contra futuras falhas, utilizando as medidas necessárias para gerar menos paralisações corretivas como manutenções preventivas e preditivas (PULZ, 2019).

Todo motor apresenta sintomas os quais levam a identificação de suas falhas e essas falhas que ocorrem no conjunto do motor, podem ser oriundas de: severidade de uso, tempo de uso, condições do ambiente, quebra de peças por falta de manutenção, entre outras possibilidades. Na figura 16, estão dispostas as formas de ocorrência de falha em motores e seus componentes.

Figura 16 – Modos de ocorrência das falhas



Fonte: www.passeidireto.com/arquivo/72423362/curso-analise-de-falhas-v-4 – acessado 25/06/2020

2.4.1 Sintoma de emissão de fumaça branco azulada ou preta

A emissão de fumaça branco azulada é um dos sintomas mais frequentes que podem ocorrer nos motores a diesel. Atualmente os motores respeitam normas de emissões de poluentes, mas mesmo com os gerenciamentos eletrônicos, o motor não está livre de apresentar falhas nesse quesito, pois essa falha pode ser oriunda de componentes mecânicos com desgaste (MWM, 2008).

As falhas que geram sintomas de fumaça branco azulada podem ser ocasionadas por: especificação inadequada do óleo lubrificante, bomba injetora ou rotativa fora de ponto, sincronismos de engrenagens fora de especificação (para motores com trem de engrenagens), desgaste de cilindros e anéis de pistão, falha da junta de cabeçote que faz com que haja a mistura de líquido de arrefecimento ao óleo de motor, vazamentos pelos retentores de óleo de motor, combustível de má qualidade e também a partida a frio (IVECO,2004), (MWM,2008).

As falhas que ocasionam o sintoma de fumaça preta, podem ser oriundas de: defeitos na bomba injetora, mistura muito enriquecida em diesel, defeitos nos bicos injetores, junta de cabeçote com vazamentos entre outros (MWM, 2008).

2.4.2 Sintoma de baixa pressão de óleo e alta pressão de óleo

Quando o óleo não está na pressão adequada, uma luz espia acende alertando o operador. Para sintomas de baixa pressão de óleo tem-se como falhas a válvula de alívio de pressão da bomba de óleo com problemas, bomba de óleo defeituosa, óleo inadequado, cárter com falta de óleo, filtro de óleo entupido e tubo de sucção de óleo defeituoso (MWM,2008).

Para sintomas de alta pressão de óleo no motor tem-se a falha da válvula de alívio da pressão da bomba de óleo e uso de lubrificante inadequado (MWM, 2008), (IVECO, 2004).

2.4.3 Sintoma de consumo de combustível elevado

É um dos sintomas mais graves, pois geram gastos altos e prejuízos ao meio ambiente (SILVA, 2014). Tratando-se de motores a diesel, as falhas que geram esse sintoma são: combustível de má qualidade, restrições no sistema de admissão, problemas de bombas e bicos injetores, baixa compressão, desgaste de anéis de pistão, válvulas e sede de válvulas queimadas e vazamento na junta de cabeçote. Essas falhas também são responsáveis por causar queda de potência do motor (MWM, 2008).

A pulverização do diesel é feita pelos bicos injetores a alta pressão. Se a pulverização do diesel estiver acontecendo por gotículas e em baixa pressão, o motor perde rendimento e o seu funcionamento é anormal. O Adequado é a pulverização em “*spray*”, pois esse tipo de pulverização abrange toda a área da cabeça do pistão gerando uma combustão melhorada, funcionamento normal do motor e conseqüentemente o consumo correto de combustível (COELHO, 2017).

2.4.4 Sintoma de consumo de óleo lubrificante

Durante a vida útil do motor é normal haver o consumo de uma parte de óleo lubrificante. O consumo de óleo varia para veículos leves entre 0,1% a 0,5% do consumo de combustível e para veículos de transporte de carga o valor de referência gira em torno de 0,25% a 0,5% do consumo de combustível. Ou seja, considerando o valor de referência de 0,5% de consumo de óleo, para cada litro de combustível queimado o motor consome 5 ml de óleo lubrificante (MS, 2010).

O desgaste do motor com o tempo de uso é um dos principais fatores para o consumo mais elevado de óleo lubrificante, porém falhas mecânicas como assentamento irregular de anéis de pistão, nível elevado de óleo, respiro de cárter entupido, hastes e guias de válvulas desgastadas, baixa compressão e óleo fora da especificação são cruciais para o consumo de óleo de motor mais elevado (MWM, 2008).

2.4.5 Sintoma de fluido de radiador no óleo

Esse sintoma é claramente diagnosticado se for observado a queda do nível de fluido de radiador. Esse sintoma pode gerar falhas muito mais graves se não for feita a intervenção imediata (MWM, 2008).

As falhas mecânicas que ocasionam esse sintoma são: ar no sistema de combustível, vazamento da junta de cabeçote e vazamento da junta do radiador de óleo ou intercambiador, onde é necessária a troca da junta ou do intercambiador (MWM, 2008).

2.4.6 Sintoma de superaquecimento

Quando o motor superaquece todas suas peças, pistões, árvore de manivelas, comando de válvulas, cabeçotes, juntas e bloco sofrem deformações podendo causar travamento do motor e até a sua condenação completa. As falhas que podem gerar superaquecimento do motor são oriundas de: restrição do ar no

sistema de admissão, sincronismo inadequado do trem de engrenagens para motores com trem de engrenagens, escapamento obstruído, vazamentos de junta de cabeçote, válvula termostática com defeito, restrição das galerias de água, bomba d'água com mal funcionamento, nível baixo de fluido de arrefecimento e vazamentos externos (MWM, 2008).

2.4.7 Motor com rotação disparada

Essa falha ocorre quando o motor já está em um desgaste generalizado em seus componentes internos ou com folgas excessivas. Por o motor a diesel ser um motor de ignição espontânea sem uma borboleta de controle de admissão de ar, o desgaste proveniente do eixo do turbocompressor, anéis de segmento entre outros, provoca o escape de óleo lubrificante o qual começa a explodir dentro da câmara de combustão. Esse ciclo de admissão de óleo lubrificante, faz com que o motor entre em um ciclo de aumento excessivo de sua rotação. Se o corte de ar na admissão não ocorrer o motor colapsa (ABREU SILVA, 2019), (MS, 2010).

2.4.8 Sintoma de perda de potência

Essa falha pode ocorrer devido a questões de: falta da regulagem das válvulas, combustível de má qualidade, bicos injetores com problemas, problemas no coletor do escapamento ou descarga e sistema de arrefecimento com defeito (IVECO, 2004).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para fazer o estudo, foi realizada a pesquisa via conteúdo digital, artigos científicos, livros e manuais técnicos de motores. Também foi feita a visitação e entrevista com proprietários e gerentes de oficinas na cidade de Ponta Grossa no Paraná no período de Abril a Julho de 2021.

Foi aplicado um questionário (vide anexo A), com 12 perguntas as quais são referentes ao modelo de gestão proposto por este trabalho. Esse questionário foi aplicado via aplicativo Google Forms, aos contatos de Whats App dos entrevistados, além da visitação aos estabelecimentos.

No total foram visitadas 16 oficinas da região de Ponta Grossa e foram coletadas as informações referentes as: perguntas do questionário e uma entrevista sobre o modo de trabalho das oficinas.

3.1 DESCRIÇÃO INICIAL DA PROPOSTA DO PLANO DE GESTÃO

O procedimento inicial, após o atendimento do cliente pela equipe de manutenção, consiste na anotação prévia dos dados do veículo e sua quilometragem inicial. Esses dados são fundamentais para geração do histórico de serviços feitos no motor do veículo.

Após os dados registrados, o serviço é executado e registrado - as peças trocadas são anotadas na planilha sugerida acima e são feitas as observações pertinentes para a próxima vistoria do motor.

Para a próxima inspeção a ser feita a data e quilometragem devem estar devidamente anotadas, para o controle da equipe de manutenção. Geralmente pode acontecer do cliente chegar após a data ou quilometragem programada e para esse problema tem-se uma aba de quilometragem de chegada.

3.2 PLANO SIMPLIFICADO DE GESTÃO DO TRABALHO DE MANUTENÇÃO

No planejamento proposto por este trabalho o sistema simplificado de gestão se baseia em alguns princípios propostos na TPM, que são: redução de falhas do motor mediante uso de métodos preventivos, preditivos e detectivos de manutenção,

trabalho em equipe e o monitoramento dos motores depois da revisão ou correção. O aspecto da MCC do porquê que ocorreu a falha no motor também faz parte do plano de gestão. Todo esse sistema engrenado visa evitar:

- Retrabalho
- Diagnósticos errados
- Custos com insumos
- Desperdício de tempo

Quando o motor do cliente é encaminhado para a equipe de manutenção a mesma deve fazer a escuta dos sintomas relatados pelo operador do motor. Após o relato do operador sobre os sintomas do motor a equipe de manutenção mobiliza-se para a identificação das possíveis causas que geram os sintomas descritos.

Essa fase de identificação é o diagnóstico de falha mediante os sintomas relatados. Para esse diagnóstico ser preciso gerando menos imprevistos a equipe técnica deve dispor de manuais técnicos, ferramentas de pesquisa como a internet, ferramentas para diagnósticos detectivos como “*scanners*” e também pode/deve haver a interação com outras equipes de outras oficinas para compartilhamento de experiências.

Depois do diagnóstico detalhado pela equipe, esse diagnóstico é relatado ao cliente e é pedido a autorização para ser feita a inspeção do motor.

Na inspeção está envolvida toda a desmontagem de peças para se chegar ao foco do sintoma da falha, porém as vezes no motor, há componentes para os quais é necessária sua desmontagem para então encontrar a peça defeituosa na qual está a origem do sintoma.

Em alguns casos para localizar a origem do sintoma o trabalho é custoso e é necessária a ciência do cliente para realização da inspeção. Um exemplo disso é um motor com alta quilometragem ou horas de uso, com sintomas de consumo excessivo de óleo em que uma das prováveis falhas é o desgaste de anéis de segmento, em que é necessária a desmontagem parcial do motor.

Após a inspeção realizada a equipe de manutenção pode montar um orçamento dos serviços, no qual constarão os custos dos serviços e peças que devem ser substituídas para depois pedir a autorização ao cliente para realizá-los.

Antes de realizar o reparo da falha no motor, a equipe de manutenção deve preencher a ficha de revisões e manutenções e após isso a equipe pode começar os reparos no motor.

Após os reparos feitos o motor é testado e esse teste pode ser em bancada ou no veículo o qual é equipado com o motor.

Nesse teste é verificado:

- Funcionamento geral do motor
- Solução da falha

Após os testes feitos no motor os documentos (ficha de manutenções e orçamento) são atualizados de forma definitiva. A atualização da ficha de manutenções é muito importante, pois é nela que está o respaldo técnico, peças trocadas, serviços, a avaliação total do motor, e as observações oriundas da inspeção.

O motor após esse procedimento está pronto para entrega ao cliente, e o mesmo é orientado a seguir um plano de manutenção do motor recém reparado. É feito isso para que o cliente e oficina não venham sofrer com danos maiores gerando prejuízos como retrabalho e custos.

Com o motor reparado e testado é possível fazer um plano de revisões para sua inspeção frequente.

3.2.1 Plano de revisões

O plano de revisões consiste no monitoramento do veículo, porém o monitoramento proposto neste trabalho é simplificado.

Esse monitoramento ocorre por meio da ficha de manutenções a qual a equipe de manutenção terá respaldo técnico para alertar o cliente de quando o mesmo deve comparecer a oficina. Esse alerta ou aviso para o cliente pode ser via telecomunicação ou e-mail.

Quando o motor tiver sido entregue ao cliente com os reparos feitos, tudo o que foi feito no motor foi devidamente registrado na ficha de manutenções. É muito importante para a oficina esse histórico na ficha de manutenções, pois situa a equipe

de manutenção para as próximas revisões do motor. Isso faz com que a equipe ganhe tempo fazendo com que o operador do motor retorne mais rápido ao trabalho.

Essa organização dos serviços e controle, faz parte de um dos pilares propostos na TPM, que é o pilar da eficiência, ou seja, a equipe de manutenção já sabe o trabalho que deve ser feito e quando o veículo deve retornar à oficina para seguir com o plano de revisões.

Após a revisão a ficha de manutenções deve ser devidamente preenchida já com o período certo para próxima inspeção, ou seja, depois de um tempo pré-estabelecido e/ou quilometragem o cliente volta para a oficina para fazer uma revisão. Esse tempo pré-estabelecido deve ser baseado nos manuais das montadoras dos motores e/ou na análise preditiva da equipe de manutenção.

3.2.2 Pesquisa de opinião da proposta do plano de gestão

A pesquisa para validação do plano de gestão proposto nesse trabalho, baseia-se em uma pesquisa qualitativa por meio de um questionário com doze perguntas a respeito da aplicação das técnicas de gestão em um contexto da manutenção do motor a diesel.

O questionário foi encaminhado aos gestores dos estabelecimentos que trabalham com motor a diesel e esse questionário foi respondido e alguns gestores fizeram suas observações.

3.2.3 Proposta da medida de eficiência do plano de gestão

A medida de eficiência é uma medida pela qual é testada a eficácia do plano de gestão sugerido. A proposta desse trabalho em usar um dos conceitos máximos da TPM que é a falha zero, sugere que a máxima eficiência é conseguida quando é diminuída o número de manutenções corretivas não planejadas.

De forma geral, quanto menos as intervenções corretivas não planejadas são realizadas, mais efetivo está sendo o plano de gestão no ambiente da manutenção dos motores a diesel. Pois significa que o plano está tendo um controle sobre os serviços prestados nesses motores.

Manutenções corretivas não planejadas podem gerar lucros para a oficina, porém quando se parte para uma esfera de prestação desse serviço em uma garantia do motor, o lucro é totalmente revertido na mão de obra e peças novas e o setor arca com prejuízo.

A importância de seguir com o plano, faz com que se evite muito a ocorrência desse tipo de evento danoso ao ambiente de oficina. É melhor a equipe estar preparada para os possíveis eventos diários, do que resolver imprevistos gerados por falhas não previstas e descuidos na manutenção dos motores dos seus clientes.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos mostram, as planilhas da ficha de manutenções e orçamento, a equação para medida de eficiência, o fluxograma do processo de gestão e o resultado da pesquisa realizada com o questionário.

4.1 MODELO DE FICHA DE MANUTENÇÕES

O modelo gerado da ficha de manutenções, contem os dados do cliente, veículo, serviços e peças e está exposto conforme a planilha 1.

Planilha 1 - Modelo de ficha de manutenções

FICHA DE MANUTENÇÕES			
DADOS DO CLIENTE			
Nome:			
Telefone:			
E-mail:			
DADOS VEÍCULO			
Modelo/Marca:		Ano fabricação/modelo:	
Quilometragem inicial:		Placa:	
Tipo de uso do veículo: Urbano [], Florestal [], Rodoviário [], Misto []			
Data do 1º serviço:			
SERVIÇOS REALIZADOS		PEÇAS TROCADAS	
Observações para próxima inspeção ou revisão:			
Quilometragem para próxima revisão:		Quilometragem de chegada:	
Data para próxima revisão:			
Data do 2º serviço:		Revisão: Sim [] Não []	
SERVIÇOS REALIZADOS		PEÇAS TROCADAS	
Observações para próxima inspeção ou revisão:			

Quilometragem para próxima revisão:	Quilometragem de chegada:
Data para próxima revisão:	

Fonte: Autoria própria

4.2 MODELO DE ORÇAMENTO

O orçamento gerado conforme a planilha 2, contém os dados do estabelecimento, veículo e placa e deve mostrar o preço de cada item referentes a peças e serviços. Isso é importante pois será feito o cálculo do preço total para ser passado ao cliente que está sendo atendido.

Planilha 2 – Modelo de orçamento

Orçamento de peças e serviços	
Nome do estabelecimento:	
CNPJ:	
Data do orçamento:	
Nome do cliente:	
Veículo/Placa:	
Peças:	Preço:
Serviços:	Preço:
Preço Total:	R\$:

Fonte: Autoria própria

4.3 PROPOSTA DO LOCAL DOS SERVIÇOS

O local onde pode ser feita a aplicação do sistema de gestão simplificado, é uma oficina mecânica, a qual trabalha com motores a diesel, desde a retífica completa ou parcial até sua montagem total. Essa oficina pode atender a motores

multimarcas ou simplesmente trabalhar com uma marca específica. Na proposta das instalações do local, a oficina deve possuir: escritório, depósito ou almoxarifado, boxes, seção de montagem e desmontagem de cabeçotes, seção de montagem e desmontagem de motores e lavador.

4.3.1 Escritório e depósito ou almoxarifado

O escritório é a parte da oficina responsável por toda parte administrativa e contato com o cliente. Este setor deve contar com: conexão à internet, telefone e microcomputador para preenchimento da ficha de revisão, para realizar o contato com clientes, para alertar os clientes a respeito das revisões e prestar serviço de atendimento ao cliente.

O depósito ou almoxarifado é o setor responsável pela alocação de suprimentos para toda a oficina. Esses suprimentos são em sua maioria:

- Peças para os veículos como filtros para motor e óleo de motor.
- Material de limpeza.
- Material para o lavador.
- Suprimentos para os técnicos e EPI's como máscaras, óculos de proteção, máscaras para soldagem, luvas, mangotes).

4.3.2 Boxes

Os Boxes são as áreas onde são realizadas as montagens e desmontagens de alguns componentes dos motores. Também é o setor onde circulam as peças desmontadas para outros setores como: seção de montagem e desmontagem de cabeçotes, seção de montagem e desmontagem de motores ou o lavador. Essa seção possui acessos a todas as áreas úteis da oficina e deve estar equipada com:

- Conexões para saída de ar comprimido para ferramentas pneumáticas.
- Tambor para peças metálicas descartadas.
- Tambor para óleo descartado.
- Tambor para lixo reciclável.

- Tambor para lixo de componentes contaminados com óleo e graxas.
- Bancadas equipadas com morsas de bancada.
- Extintores de incêndio
- Tomadas de energia elétrica

4.3.3 Seção de montagem e desmontagem de cabeçotes

Dentro da oficina a seção para montagem e desmontagem de cabeçotes de motores é responsável por todo o trabalho de manutenção no cabeçote do motor. Essa seção deve conter:

- Bancada com ferramenta para soltar e prender válvulas e/ou uma máquina de prensar válvulas pneumática.
- Recipientes para peças pequenas que são desmontadas.
- Equipamento de teste de estanqueidade.
- Retificadora para sede de válvulas.
- Conexão com a linha de ar comprimido.
- Tomadas de energia elétrica
- Bancada extra para colocar outros componentes.
- Instrumentos de medição (paquímetro, micrometro, relógio comparador).
- Armários para guardar a instrumentação e ferramentas manuais específicas para cabeçote.

4.3.4 Seção de montagem e desmontagem de motores

Na seção de montagem e desmontagem de motores, fica alocado todo o ferramental para poder ser realizado o trabalho de manutenção de um motor fora do veículo. Nessa seção tem-se:

- Carros para transporte de peças e ferramentas.

- Bancadas longas para desmontagem de peças, equipadas com morsa de bancada, moto esmeril e furadeira de bancada.
- Equipamentos de usinagem como tornos, fresadoras de bancada e seus suprimentos.
- Equipamentos para soldagem como retificadores para eletrodo revestido, MIG/MAG e/ou TIG.
- Guincho móvel para içar motores e cabeçotes dos veículos.
- Saídas de ar comprimido.
- Tomadas de energia elétrica.
- Estante de ferramentas básicas como chaves, alicates, torquímetros e alavancas.
- Recipientes para peças pequenas.

4.3.5 Lavador

A seção de lavagem ou o lavador, é a seção responsável pela lavagem e descontaminação de peças com graxas, fuligens e resíduos. Essa seção deve estar provida de:

- Tanque de desengraxante para lavagem de peças.
- Ferramentas e insumos como pinceis, panos e escovas.
- Bancada para enxague de peças.
- Pontos de saída de água com registro.
- Tanque separador de água e óleo.
- Mangueira para água.
- Saídas de ar comprimido para secagem de peças.

4.4 EQUAÇÃO PARA MEDIDA DE EFICIÊNCIA

A equação governante que mostra a eficiência global do ambiente do setor de manutenção de motores a diesel é:

$$\eta = \left(1 - \frac{icnp}{it}\right) \cdot 100$$

η = eficiência global do ambiente de manutenção de motores a diesel

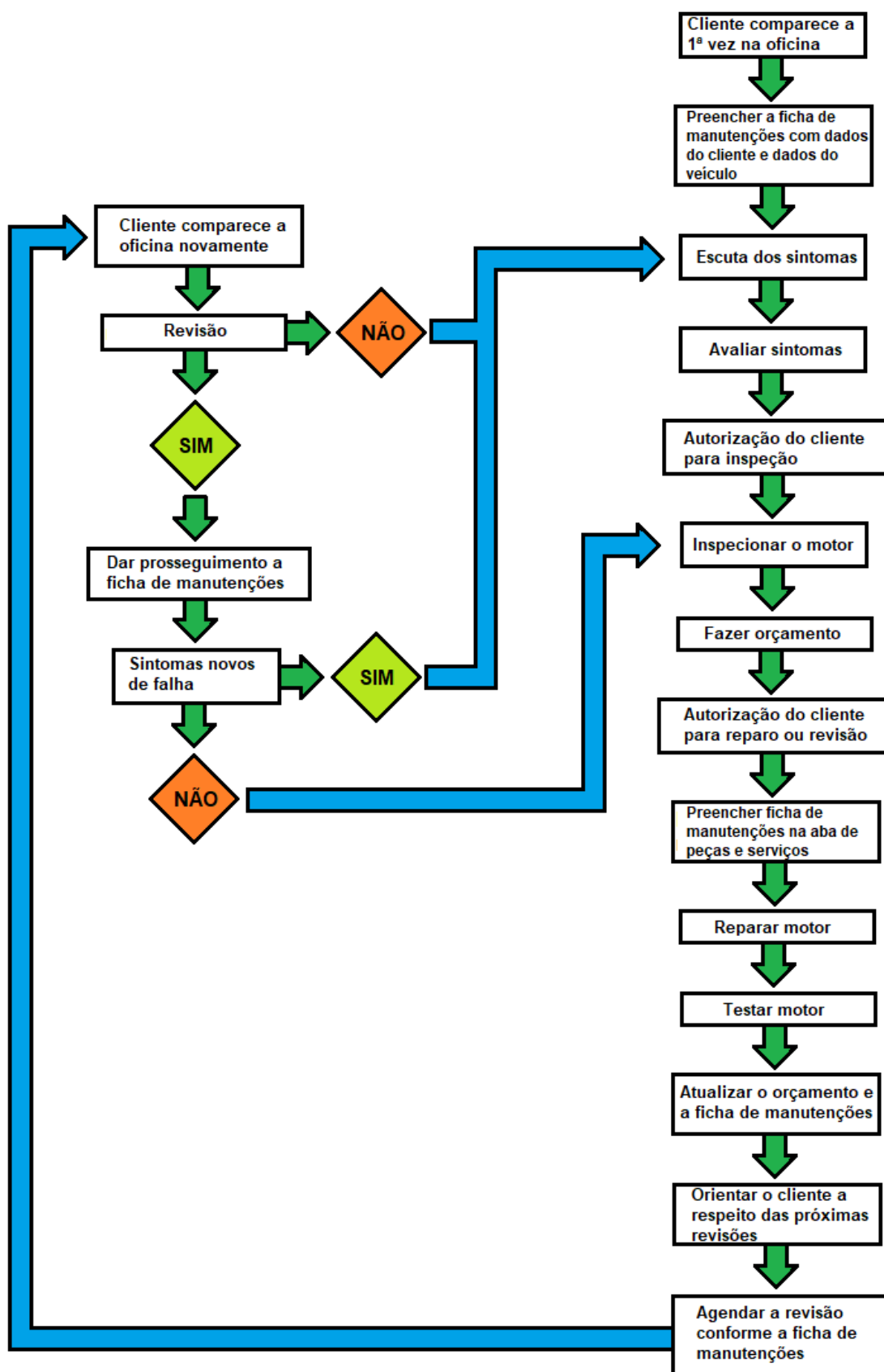
$icnp$ = intervenções corretivas não planejadas

it = intervenções totais

4.5 FLUXOGRAMA DA PROPOSTA SIMPLIFICADA DO PLANO DE GESTÃO

O fluxograma expresso na figura 17, refere-se ao plano simplificado de gestão proposto onde estão situadas as etapas de trabalho. Como observa-se, o fluxograma indica a sequência de etapas desde a 1ª visita do cliente a oficina até o seu retorno para revisão ou qualquer outro reparo no motor.

Figura 17 – Fluxograma do plano de gestão



Fonte: Autoria própria

4.6 RESULTADOS DA PESQUISA COM O QUESTIONÁRIO

Os resultados da pesquisa por meio do questionário, geraram gráficos que mostram a opinião dos gestores de oficina a respeito das sugestões propostas nesse trabalho.

Figura 18 – Legenda adotada no questionário

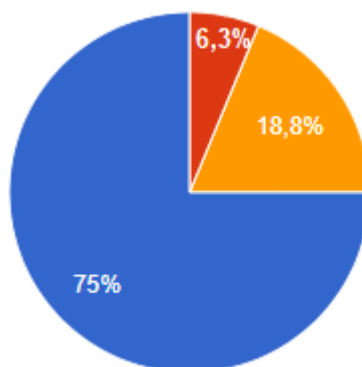


Fonte: Autoria própria

A primeira pergunta realizada foi: Uma proposta de organização simplificada de uma oficina em setores principais como: escritório, depósito, boxes, seção de montagem e desmontagem de motores, seção de montagem e desmontagem de cabeçotes e lavador, melhoraria o andamento dos serviços dos motores a diesel veiculares?

Os resultados foram que 75% dos entrevistados concordam que haveria melhoria com o modelo de setores proposto. 18,8% dos entrevistados disseram que talvez seria interessante e 6,3% dos entrevistados não concordam com o modelo de setores proposto.

Gráfico 1 – Resposta número 1



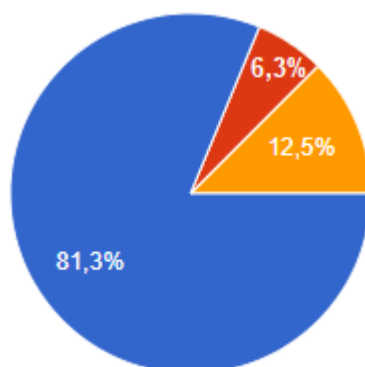
Fonte: Autoria Própria

A segunda questão foi: Um plano de manutenção de motores a diesel baseado no entendimento de como ocorreu a falha no motor, análise dos sintomas do motor, análise de prioridade de serviços e qualidade dos serviços prestados, melhoraria o andamento nos serviços dos motores a diesel veiculares?

Os resultados mostraram que: 81,3% dos entrevistados acreditam que haveria melhoria se os itens fossem aplicados, 12,5% dos entrevistados comentaram que os itens aplicados na questão talvez ajudariam e 6,3% dos entrevistados disseram que os itens não são aplicáveis.

O questionamento principal feito pelos entrevistados é que, com a experiência adquirida pelos serviços, o uso de manuais técnicos torna-se cada vez menor para se realizar o diagnóstico de falhas no motor.

Gráfico 2 – Resposta número 2



Fonte: Autoria própria

Os manuais técnicos e outros materiais disponíveis para consulta pela equipe ficam no escritório. Referente a essa questão, a terceira pergunta foi: O acesso e o uso de manuais técnicos de reparação de motores a diesel, ou outras fontes de intervenção em motores como experiência dos colegas de trabalho e instrumentação técnica, melhoraria o andamento dos serviços dos motores a diesel veiculares?

A resposta foi unânime por parte dos entrevistados, que comentaram que todas as fontes de busca para informação para a manutenção de motores a diesel são de muita relevância.

Gráfico 3 – Resposta número 3

Fonte: Autoria própria

A quarta pergunta foi: Uma seleção do profissional mais capacitado para realização de um determinado serviço, melhoraria o andamento dos serviços nos motores a diesel veiculares?

O resultado obtido foi que todos os entrevistados concordam com esse modelo. Isso remete que a escalação de um profissional mais adequado é muito importante para o andamento de determinados serviços.

Gráfico 4 – Resposta número 4

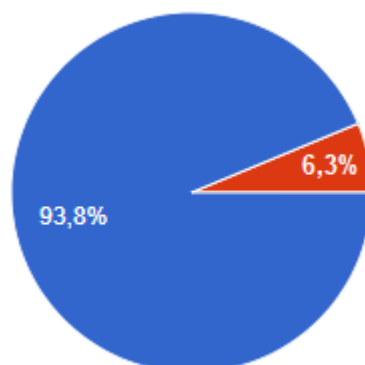
Fonte: Autoria própria

No fluxograma apresentado é proposto a aplicação de uma ficha de serviços para organização da oficina e dos dados do veículo. Conforme isso, a quinta pergunta elaborada foi: A aplicação de uma ficha de serviços, onde constam informações importantes como: histórico, peças trocadas, severidade de solicitação do motor do veículo, observações, data da próxima revisão e dados do veículo,

melhoraria o andamento dos serviços nos motores e mapearia o que deve ser feito nas próximas intervenções?

Os resultados foram que 93,8% dos entrevistados concordam com a aplicação de uma ficha de manutenções e 6,3% dos entrevistados não concordam com a aplicação.

Gráfico 5 – Resposta número 5

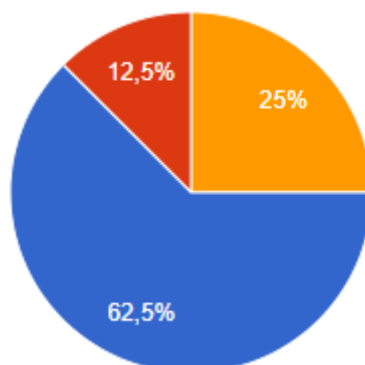


Fonte: Autoria própria

Conforme o monitoramento exposto no fluxograma, a sexta pergunta foi: Entrar sempre em contato com o cliente, para alertá-lo e avisá-lo a respeito da próxima revisão, preservaria o motor do mesmo contra correções mais severas e custosas para a oficina?

Os resultados foram que 62,5% dos entrevistados concordam que a aplicação dessa postura é viável. 25% dos entrevistados disseram que talvez a adoção dessa postura ajudaria na manutenção dos motores e 12,5% dos entrevistados disseram que essa postura não é viável.

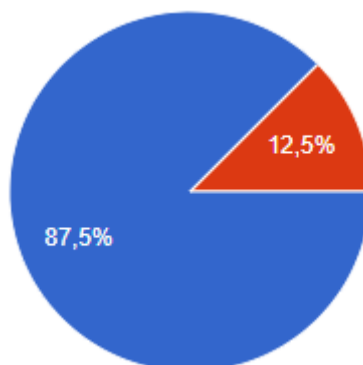
Os entrevistados que marcaram (*talvez e não*) no questionário, comentaram que esse cuidado é de responsabilidade do cliente e que a oficina não deve pedir para o mesmo vir revisar seu motor.

Gráfico 6 – Resposta número 6

Fonte: Autoria própria

A sétima pergunta foi: Revisar o motor de forma preventiva e preditiva sem a famosa “trocação de peças” melhoraria os serviços nos motores e ganharia a fidelização dos clientes?

Os resultados foram que: 87,5% dos entrevistados responderam que essa postura é viável, porém 12,5% dos entrevistados disseram que não há manutenção sem troca de peças devido a fatores como: qualidade de peças de reposição, uso sem revisão e falta de cuidados com o motor por parte dos clientes.

Gráfico 7 – Resposta número 7

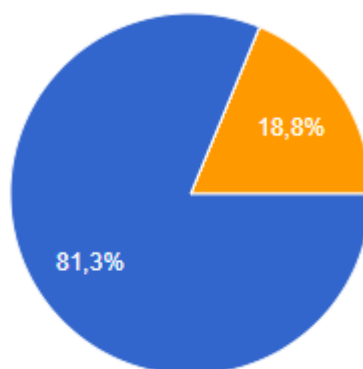
Fonte: Autoria própria

Conforme mostra o fluxograma, é proposto o agendamento das revisões após os serviços. Relacionado a etapa do fluxograma, a oitava pergunta foi: A organização do escritório no sentido de agendamento das revisões, garantiria uma melhora e organização nos serviços prestados no motor?

As respostas dos entrevistados favoráveis a adoção dessa postura contabilizou 81,3%. Os entrevistados que disseram que talvez essa postura fosse eficaz, contabilizou 18,8%.

Uma parcela dos entrevistados, comentou que já havia tentado trabalhar com agendamento. Porém devido ao fator de, chegadas de veículos carregados na oficina os quais precisam de socorro imediato, o agendamento tornou-se inviável. Porém outro entrevistado, gestor de uma oficina que trabalha com veículos de passeio só trabalha com agendamento.

Gráfico 8 – Resposta número 8



Fonte: Autoria própria

No fluxograma há uma etapa sobre a orientação do cliente após a realização da manutenção do motor. A partir disso, a nona pergunta feita foi: A conversa com cliente a respeito do motor do seu veículo seja no atendimento inicial e na sua entrega técnica, garantiria credibilidade da oficina?

A resposta a favor dessa postura foi que todos os entrevistados são favoráveis ao diálogo com o cliente no pré e pós serviços.

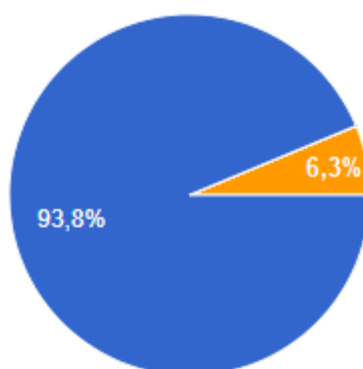
Gráfico 9 – Resposta número 9

Fonte: Autoria própria

A décima pergunta foi: A troca de informações entre os técnicos como reuniões, por exemplo, melhoraria a execução das tarefas feitas nos motores a diesel?

Os resultados foram que: 93,8% dos entrevistados acham viável a adoção dessa postura e 6,3% dos entrevistados acreditam que talvez essa postura seja adequada.

Em todas as oficinas visitadas, nenhuma faz reunião com seus técnicos para troca de informações. Na maioria dos casos, a oficina realiza treinamentos em diversos cursos da área para a equipe de manutenção manter-se atualizada.

Gráfico 10 – Resposta número 10

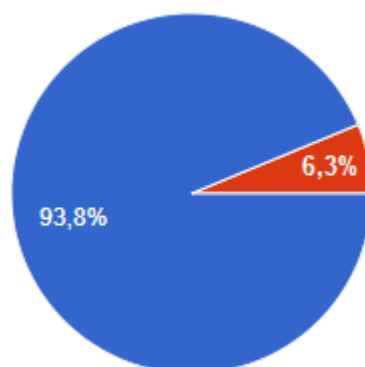
Fonte: Autoria própria

A décima primeira questão foi: O treinamento dos técnicos para seguir um sistema de gestão, brevemente descrito nas questões acima, melhoraria o

andamento dos serviços nos motores a diesel veiculares e resultaria em engajamento da equipe?

As respostas foram de que: 93,8% dos entrevistados, concordam que deve haver um treinamento da sua equipe para seguir a proposta exposta nas questões e 6,3% dos entrevistados não são favoráveis a esse tipo de treinamento.

Gráfico 11 – Resposta número 11

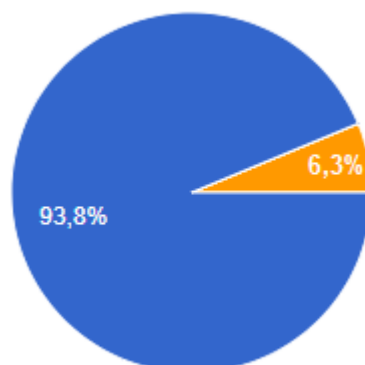


Fonte: Autoria própria

A décima segunda (última) pergunta foi: A aplicação das questões acima em termos práticos, melhorariam na eficiência dos serviços prestados nos motores a diesel veiculares?

O resultado foi de que: 93,8 % dos entrevistados, acreditam que em alguns aspectos ajudaria e melhoraria no andamento dos serviços de manutenção e na credibilidade da oficina. Os 6,3% restantes, comentaram que talvez isso poderia gerar alguma melhoria.

Gráfico 12 – Resposta número 12



Fonte: Autoria própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante os resultados expostos pelo questionário sobre a proposta de um plano de gestão da manutenção de motores a diesel nas oficinas da cidade de Ponta Grossa no Paraná, foi constatado a aprovação do plano em quase sua totalidade.

É unânime por parte dos gerentes de oficina entrevistados, que um plano de gestão conforme exposto no questionário, melhoraria os trabalhos realizados nos motores, a eficiência dos serviços prestados e, conseqüentemente, a eficiência do plano.

Entrevistados que trabalham com manutenção de motores a diesel em veículos de passeio e veículos menores, consideraram pertinentes todas as questões apresentadas no questionário, como: a adoção de ficha de manutenções, conversa com o cliente a respeito da revisão, importância da organização do setor e uso de manuais técnicos.

Para essa aplicação em específico, existe a adoção de uma postura de realização de manutenção, o que torna viável a aplicação do plano proposto por este trabalho.

Porém em termos práticos e na pesquisa de campo, esse modelo proposto no trabalho, acaba apresentando alguns impasses quando é tratado de veículos pesados e de trabalho, em específico caminhões. Parte desses problemas são devido:

- Parte das oficinas visitadas não dispunham de manuais.
- Agendamento de clientes. Clientes chegam sem agendamento e são atendidos por ordem de chegada, pois muitos veículos estão carregados e assim a manutenção é feita com urgência. Uma parcela dos entrevistados alegou haver tentado adotar a postura de agendamento e não obtiveram êxito.
- Opção do cliente pelo uso do motor até a quebra de algum componente sem aplicação sequer de uma manutenção corretiva planejada.
- Custo alto para realizar manutenções preventivas por parte dos clientes com a alegação da crise atual acentuada. Segundo relatos, muitos

clientes optam por peças mais baratas e de baixa qualidade ou as vezes por nem realizar a troca da peça e/ou serviço.

- Fluxo de veículos pesados muito elevado o que impossibilita monitoramento via ficha por parte das oficinas.
- Falta de tempo e programação por parte dos gestores para a aplicação de um plano.
- Cuidados do caminhão sob total responsabilidade do cliente, não havendo preocupação da oficina nesse aspecto.
- Falta de uma cultura de manutenção da parte dos clientes. Alguns dos gerentes entrevistados, comentaram que alguns clientes, não realizam a troca de óleo do motor.

Tendo em vista os relatos dos gerentes de manutenção e chefes de equipe de manutenção, a proposta desse trabalho de gestão de manutenção é viável.

Porém é possível obter uma flexibilização do plano proposto para gerar melhoria no setor de motores de veículos pesados como os caminhões.

Um gerente de manutenção entrevistado, comentou que iria fazer a tentativa de adoção das ideias propostas no questionário desse trabalho. Isto é um sinal de que uma gestão mais cuidadosa dos ativos de uma oficina terceirizada pode gerar melhoria no ambiente.

Algumas das oficinas visitadas, sofrem com problemas referentes a organização dos serviços prestados. Pelo que foi observado, a demanda de serviços é alta, parte dos entrevistados afirmaram que vem caminhões de diversos locais do País para fazer a manutenção aqui em Ponta Grossa e isso acarreta em uma grande demanda de serviços a qual as oficinas não conseguem gerir e se organizar.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 5462**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 1994.

ABREU SILVA, Jean da Silva de; SANTOS, Brenda Lira dos; CASTRO, Anderson de Oliveira; CRUZ, Jarielson García; CRUZ, Wandesson Santos; SILVA, Danilo Reis da. PROPOSED IMPLEMENTATION OF PROTECTION SYSTEMS AGAINST DIESEL ENGINE FAILURE (DIESEL ENGINE RUNAWAY) In: Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, 2019. Edition. 19.Vol: 05. Manaus, Brasil. Manaus: Centro Universitário do Norte, 2019. p. 06-11.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial**: Conceitos básicos e tecnologia aplicada / Paulo Samuel de Almeida. São Paulo, Érica, 2014.

APOSTILA de treinamento. São Paulo: MWM International motores, 2008.

BLOG SESMET. **Diferença entre manutenção Preventiva/Corretiva/Preditiva/Detectiva**. Disponível em: <http://www.sesmt.com.br/Artigo/sesmt-diferenca-entre-manutencaoo-preventiva-corretiva-preditiva-detectiva>. Acesso em: 1 jun. 2020.

COELHO, Raimundo Nonato da Costa. **Utilização da técnica da análise da árvore de falhas para determinação do algoritmo heurístico generalizado de diagnóstico de falhas em motores diesel**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Pará – Instituto de tecnologia. Programa de pós-graduação em engenharia de recursos naturais da Amazônia, Belém, 2017.

COSTA ALMEIDA, Helio Gomez da. **Instrumentos para a gestão da manutenção de instalações elétricas em edifícios**. Tese (Mestrado), Universidade de Coimbra. Coimbra, 2019.

DW. **1893 Patenteando o motor a diesel**. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/1893-patenteado-motor-a-diesel/a-445843>. Acesso em: 29 jun. 2020.

EESC – USP. **Princípio de análise de falhas em componentes**. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/72423362/curso-analise-de-falhas-v-4>. Acesso em: 29 jun. 2020.

ENGEMAN. **Manutenção corretiva**. Disponível em: <https://blog.engeman.com.br/manutencao-corretiva/>. Acesso em: 25 mai. 2020.

HOFFMANN, Martin W; WILDERMUTH, Stephan. Integração de novos sensores e aprendizado de máquina para manutenção preditiva em comutadores de média tensão para permitir as revoluções de energia e mobilidade. In: MDPI, 2020. Paderborn, Alemanha: Institute for Industrial Management; Aachen University; Institute of Electric Energy Systems and High Voltage Technology; Karlsruhe Institute of Technology, 2020. p. 2.

INCROPERA. Frank P.. **Fundamentos da transferência de calor e massa**. 6ª edição. Tradução e revisão técnica Eduardo Mach Queiroz, Fernando Luiz Pellegrini Pessoa. Rio de Janeiro, LTC, 2008.

ISO 19901-7 (International Organization for Standardization): informação e documentação: referências: elaboração. 2013.

IVECO. Manual de reparações Stralis motor Cursor 13, 2004.

MECÂNICA INDUSTRIAL. **A manutenção detectiva**. Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/a-manutencao-detectiva/>. Acesso em: 1 jun. 2020.

MECÂNICA INDUSTRIAL. **Gestão de manutenção industrial**. Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/452-gestao-de-manutencao-industrial/>. Acesso em: 19 mai. 2020.

MOSCHIN, Jonh. **Gerenciamto de parada de manutenção: um projeto de sucesso ao alcance de suas mãos / Jonh Moschin**. Rio de Janeiro, Brasport, 2015.

NASCIMENTO, Alice Tiemi Inamassu do. **Plano de Manutenção para o Laboratório de Usinagem**. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

POÓR, Peter; ZENIZEK, David; BASL, Josef. Historical Overview of Maintenance Management Strategies: Development from Breakdown Maintenance to Predictive Maintenance in Accordance with Four Industrial Revolutions. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ENGENHARIA INDUSTRIAL E GERENCIAMENTO DE OPERAÇÕES. 7, 2019, Pilsen, República Theca. Pilsen: University of West Bohemia, 2019. p 495-504.

PULZ, Edenilson Mossignato; BRUNO, Ricardo Luiz. **A evolução da gestão da manutenção nas indústrias**. Centro Universitário Hermínio Ometto, UNIARARAS. Araras, 2019.

RELIABILITYWEB.COM. **Predictive maintenance or detective maintenance?**. Disponível em: <https://reliabilityweb.com/articles/entry/from-a-different-angle-a-perspective-predictive-maintenance-or-detective-ma>. Acesso em: 4 jun. 2020.

RIGHETTO, Sophia Boing. **Manutenção preditiva 4.0: Conceito, Arquitetura e Estratégias de Implementação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2020.

SANTOS, Marcos; ARAUJO, Marcio Medeiros; LIMA, Angélica Rodrigues. **Manutenção Preditiva: Contribuindo para melhoria dos processos e para a redução dos custos de operação**. In: X SIMPROD. 11., 2018, São Cristóvão. UFS – SE, 2018.

SIMPLO. **Simplicio explica: Sistemas de injeção diesel**. Disponível em: <https://www.simplusbr.com/noticias/detalhes/simplicio-explica-sistemas-de-injecao-diesel>. Acesso em: 29 jun. 2020.

SILVA, Mario Lucas Santana; CONCEIÇÃO, Isac Leite da; FRANÇA, Wallace Azevedo; LOPEZ, Lucas Azevedo da Silva. **A importância da manutenção em motores diesel**. Rio de Janeiro, 2014.

SLIDEPLAYER. **Motores de combustão interna**. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/12850090/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

TILLMANN, Carlos Antonio da Costa. **Motores de combustão interna e seus sistemas** / Carlos Antonio da Costa Tillmann. – Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. 165 p.: il.; 28 cm.

VARELLA, Carlos Alberto Alves; SANTOS, Gilmar de Souza. **Noções básicas de motores diesel**. 1. ed. Saropédica: 2010.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Fatores de sucesso na gestão da manutenção de ativos**. Rio de Janeiro: Bockstart, 2016.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. 1ª edição. Rio de Janeiro, INDG, 1998.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO

1. Uma proposta de organização simplificada de uma oficina em setores principais como: escritório, depósito, boxes, seção de montagem e desmontagem de motores, seção de montagem e desmontagem de cabeçotes e lavador, melhoraria o andamento dos serviços dos motores a diesel veiculares?
2. Um plano de manutenção de motores a diesel baseado: no entendimento de como ocorreu a falha no motor, análise dos sintomas do motor, análise de prioridade de serviços e qualidade dos serviços prestados, melhoraria o andamento nos serviços dos motores a diesel veiculares?
3. O acesso e o uso de manuais técnicos de reparação de motores a diesel, ou outras fontes de intervenção em motores como experiência dos colegas de trabalho e instrumentação técnica, melhoraria o andamento dos serviços dos motores a diesel veiculares?
4. Uma seleção do profissional mais capacitado para realização de um determinado serviço, melhoraria o andamento dos serviços nos motores a diesel veiculares?
5. A aplicação de uma ficha de serviços, onde constam informações importantes como: histórico, peças trocadas, severidade de solicitação do motor do veículo, observações, data da próxima revisão e dados do veículo, melhoraria o andamento dos serviços nos motores e mapearia o que deve ser feito nas próximas intervenções?
6. Entrar sempre em contato com o cliente para alertá-lo e avisá-lo a respeito da próxima revisão, preservaria o motor do mesmo contra correções mais severas e custosas para a oficina?
7. Revisar o motor de forma preventiva e preditiva sem a famosa “trocação de peças” melhoraria os serviços nos motores e ganharia a fidelização dos clientes?

8. A organização do escritório no sentido de agendamento das revisões, garantiria uma melhora e organização nos serviços prestados no motor?
9. A conversa com cliente a respeito do motor do seu veículo seja no atendimento inicial e na sua entrega técnica, garantiria credibilidade da oficina?
10. A troca de informações entre os técnicos como reuniões, por exemplo, melhoraria na execução das tarefas feitas nos motores a diesel?
11. O treinamento dos técnicos para seguir um sistema de gestão, brevemente descrito nas questões acima, melhoraria o andamento dos serviços nos motores a diesel veiculares e resultaria em engajamento da equipe?
12. A aplicação das questões acima em termos práticos, melhorariam na eficiência dos serviços prestados nos motores a diesel veiculares?