



XXVI CREEM

Congresso Nacional de Estudantes
de Engenharia Mecânica

ILHÉUS/ITABUNA - BAHIA



XXVI Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica,
CREEM 2019
19 a 23 de agosto de 2019, Ilhéus, BA, Brasil

PROPOSTA DE UM PLANO DE MELHORIA DA MANUTENÇÃO POR MEIO DA ANÁLISE RAM: UM ESTUDO DE CASO EM UMA MOTO DE PASSEIO

Luiz Alan Pinho Dutra, luiz-alan@hotmail.com¹

Luiz de Souza Silva, luizsouza0022@gmail.com¹

Victor Rodrigues Ribeiro, victorribeiroufpa@gmail.com¹

Welvis de Lima Soares, welvis.soares@gmail.com¹

Rodrigo Rangel Ribeiro Bezerra, rodrigo.rangel@unifesspa.edu.br¹

Moisés Abreu de Sousa, moissousa@unifesspa.edu.br¹

¹Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, moissousa@unifesspa.edu.br

Resumo. Ao avaliar a atual perspectiva em relação a produtividade e eficiência em manutenção de equipamentos, geralmente os estudos são focados em situações que ocorrem em grandes indústrias. Efetua-se levantamentos de dados, análise de indicadores e proposição de melhorias voltados aos principais pontos relacionados a um processo produtivo. Porém, caso essa noção seja ampliada e condicionada em máquinas do dia-a-dia de cada pessoa, é possível aferir de maneira individual como as ferramentas de manutenção, qualidade e confiabilidade podem melhorar a rotina de trabalho mesmo em situações pontuais. Desta forma, a partir do histórico de manutenção levantado pelos autores, este estudo buscou propor um plano de melhoria de manutenção para uma moto de passeio modelo CG 160 Titan EX, usada apenas para fins de transporte à lazer e a trabalho, utilizando o método RAM – ou CDM – pretendendo melhorar a confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade, reduzindo o número de paradas inesperadas, utilizando como auxílio o método de análise de falhas (FMEA) e ferramentas da qualidade. Após o cálculo dos indicadores de manutenção e da análise de falhas, observaram-se os problemas apresentados pela máquina, assim, tornou-se possível a proposição das melhorias na manutenção preventiva por meio do método 5W2H.

Palavras chave: Gestão de Manutenção. FMEA. TPM.

1. INTRODUÇÃO

Os grandes engarrafamentos das cidades brasileiras, atrasos no transporte públicos, aliados a necessidades pessoais e profissionais dos cidadãos se deslocarem com certa pontualidade, fizeram o tráfego de motocicletas crescerem significativamente nos últimos anos. Segundo Denatran (Departamento Nacional de Trânsito) a quantidade de motocicletas registrada no país no ano de 1970 era de aproximadamente 62.459, o que representava 2,4% da quantidade de veículos do país. Em 1998, o total era 2,8 milhões de motocicletas, porcentagem que subiria para 11,5%; e em 2008, alcançamos 13,1 milhões desses veículos, chegando a 24% do total da frota; E atualmente esse número passa dos 26 milhões de motos.

Segundo dados do Detran do ano de 2016 a cidade de Marabá conta e com uma frota de veículos de aproximadamente 102,581 deste total, 42,950 são de motocicletas, daí a importância de uma manutenção adequada nesses veículos, tendo em vista os riscos que estão expostos os motociclistas, pois são as principais vítimas dos acidentes de trânsito. É nesse contexto que esse trabalho atua, buscando criar um plano de manutenção para motocicletas, visando o público alvo os usuários da cidade de Marabá com o intuito de verificar quais os equipamentos e as principais peças devem ter uma atenção especial a fim de garantir uma boa durabilidade da moto, aplicando técnicas famosas da gestão da manutenção, com o levantamento de indicadores de confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade, e também aplicando conceitos da qualidade como algumas ferramentas, FMEA para garantir a eliminação ou redução das falhas, diagrama de Ishikawa para levantar as causas raiz, dentre outras metodologias, tudo isso afim de garantir um procedimento operacional que possa ser reproduzido em outros equipamento de igual potência.

O objeto de estudo deste trabalho foi uma moto de passeio modelo CG 160 Titan EX, que já possui um histórico de controle das manutenções e registros das atividades realizadas, onde é possível mapear as principais falhas para otimizar as ações e diminuir os custos. Pensando nisso, buscou-se responder os seguintes problemas: Como elaborar e implantar um plano de melhoria na manutenção que seja coerente com a realidade econômica de um usuário comum? Como melhorar a confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade do equipamento para garantir a redução dos custos provenientes da manutenção?

2. METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho foi feita no período de 03 meses, entre setembro e novembro do ano de 2018. O estudo de caso aplicou-se a um veículo de passeio comum da cidade de Marabá, estado do Pará, o qual tivemos acesso ao histórico de manutenção. O projeto teve como limitação a elaboração de um plano de manutenção compatível com a realidade de um veículo de um motorista corriqueiro, a partir da análise RAM para do equipamento. Na identificação dos componentes, foram considerados aqueles cuja uma parada ocasionada por falha/defeito causaria grande impacto, em relação a parte financeira e no transtorno causado com o usuário. Após essa determinação, foram analisados os dados referentes às suas paradas, sendo isso feito por meio da avaliação do histórico das manutenções elaborada pelos autores a partir do levantamento feito no início da pesquisa, onde foram consideradas informações como: hora de parada, hora de início da manutenção, duração de manutenção, hora de retomada da atividade, qual a falha/defeito apresentado, qual a medida ou manutenção realizada para voltar à ativa e qual o custo gerado.

2.1. Análises e modelos de manutenção

Entre os autores da área de manutenção, é possível observar diversos modelos, tendo como destaque: TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção produtiva total); RCM – Reliability Centered Maintenance (Manutenção centrada na confiabilidade); TQM – Total Quality Maintenance (Manutenção com qualidade total); análise RAM – Reliability, Availability, Maintainability (Confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade); RBM – Risk Based Maintenance (Manutenção baseada no risco). Dentre esses, será abordado o RCM, TPM e RAM, visto que os dois primeiros, segundo Borges (2013), têm sido aplicados com êxito na indústria a nível mundial e, o último, por se tratar da metodologia utilizada neste estudo. O RCM (Reliability Centered Maintenance) ou MCC (Manutenção centrada na confiabilidade) é uma filosofia usada para determinar o conjunto de procedimentos a serem desenvolvidos a fim de qualquer um dos ativos físicos continuem a exercer e cumprir suas funções, bem como diagnosticar os fatores contribuem para a não fiabilidade e tomar as medidas necessárias para a fiabilidade (FERRAZ, 2009).

A Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão no início dos anos 70, tendo grande expansão nos anos 80. Nele, o grande foco é a manutenção dos equipamentos com participação do pessoal da produção, fazendo uso assim de uma manutenção autônoma, pois considera que não há quem conheça melhor o equipamento que aquele que o opera. Esse modelo é uma evolução do TQM, a partir do momento que os conceitos originais deste foram alterados e a Função Manutenção passou a ser integrante e fundamental do programa de qualidade. Dessa maneira, está orientada para a melhoria contínua (BORGES, 2013).

2.2. Caracterização do equipamento

O equipamento estudado nesse trabalho é uma moto Honda CG 160 Titan EX fabricada em 2016 com modelo 2017, a qual possui comprimento total de 2032mm, largura de 739mm e altura de 1087mm. A máquina tem a capacidade de carga total de 161kg (considerando piloto, passageiro, bagagem e acessórios), motor flex à gasolina ou etanol com 15,1cv a 8000 rpm, sistema de alimentação por injeção eletrônica, lubrificação forçada por bomba trocoidal e sistema de partida elétrica. Os pneus são modelo Pirelli City Dragon 80/100, aro 18, índice de carga 47P (até 175kg), com sistema de frenagem a disco, para o dianteiro, e Pirelli City Dragon 100/80, aro 18, índice de carga 59P(até 243kg), com frenagem a tambor para o traseiro. Considerando a utilização corriqueira, o equipamento roda em média 2 horas por dia, 7 dias por semana. As condições de operação são variadas conforme a estação do ano, pois, nos períodos chuvosos, o seu uso alcança situações extremas devido ao clima e o estado da pista, o que afeta de forma intensa os componentes de transmissão e pneus. Para a proposição de melhorias, avaliou-se cada aspecto descrito e o histórico de intervenções para, assim, mensurar o que poderia ser adicionado ao plano de manutenção para melhorar a confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade da máquina.

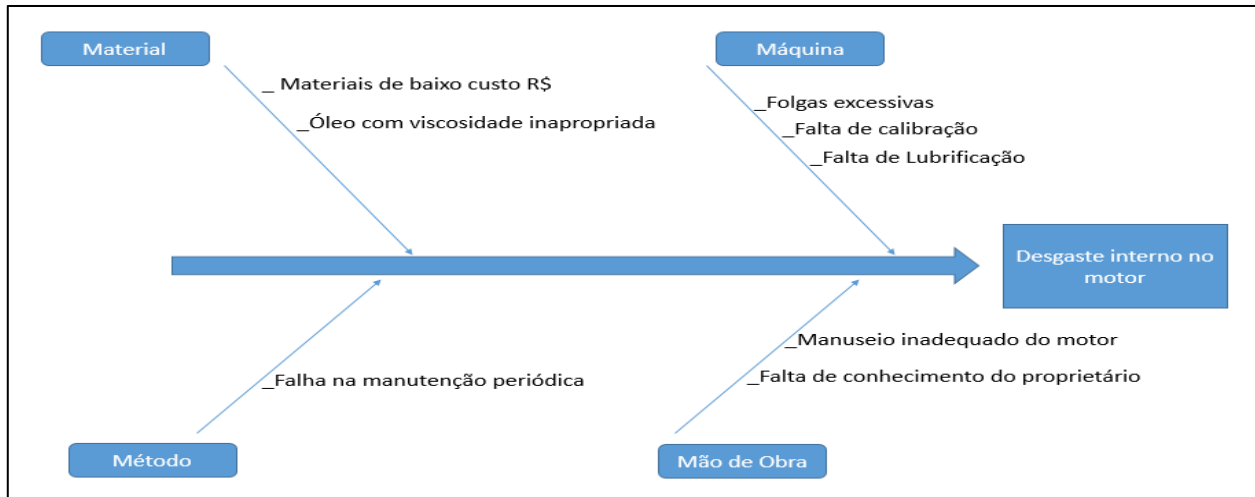
3. RESULTADOS

3.1 Diagrama de Ishikawa

Através dos históricos de falhas levantados durante um determinado tempo de 2 anos de uso, com o auxílio da ferramenta de Ishikawa (diagrama de causa e efeito), foi possível fazer um levantamento das principais causas para cada de modo de falha, empregando o método 4M para ajudar a encontrar a causa raiz dos problemas. Utilizou-se como possíveis causas os fatores: “material”, “método”, “máquina” e “mão de obra”, apontando para os efeitos de: desgaste interno no motor; falha na corrente de transmissão e falha na eficiência do motor. A seguir temos os seguintes diagramas (fig.1,2 e 3) para cada modo de falha. 1-Material: Materiais de baixo custo geralmente possuem uma vida útil menor comparado aos mais caros, por não passarem por tratamentos especiais ou processos de melhor qualidade. Já o óleo, para cada motor há uma especificação do tipo de óleo a ser usado, é muito importante usar um fluido lubrificante com nível de viscosidade de acordo com o que o fabricante recomenda. 2-Método: Falha na manutenção periódica é um dos fatores

para o efeito de desgaste interno do motor. 3-Máquina: Pelo fato do uso constante do motor, ocorre o desgaste natural da mesma, o que acarreta quebras através das folgas excessivas, também pela falta de calibração das válvulas e a falta de lubrificação. 3-Mão de obra: Há pouca capacitação dos operadores para execução das manutenções, sendo que até em procedimentos simples acaba sendo necessária a vinda do técnico de manutenção para solucionar o problema. Outra causa possível é a falta de conhecimento do proprietário em relação aos procedimentos de manutenção preventiva e corretiva do veículo.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa – Desgaste interno do motor (Autores, 2019)



1-Material: Materiais de baixo custo geralmente possuem uma vida útil menor comparado aos mais caros, por não passarem por tratamentos especiais ou processos de melhor qualidade. O kit de transmissão sofre grandes solicitações mecânicas, portanto se torna necessário um material de longa vida útil. 2-Método: Falha na manutenção periódica é um dos fatores para o efeito do desgaste do kit transmissão. É necessário a troca a partir da detecção do desgaste dos componentes mecânicos que fazem a transmissão de torque da moto. 3-Máquina: Pelo fato do uso constante do kit transmissão, ocorre o desgaste natural da mesma, o que acarreta folgas excessivas, desgaste nos elementos como pinhão e coroa do kit transmissão. 4-Mão de obra: O mecânico pode sim errar durante a montagem do kit de transmissão, podendo colocar até mesmo um elemento velho ao invés do novo, é importante que o dono do veículo tenha conhecimentos básicos de mecânica, como identificação de um material desgastado.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa: Falha na corrente de transmissão (Autores, 2019)

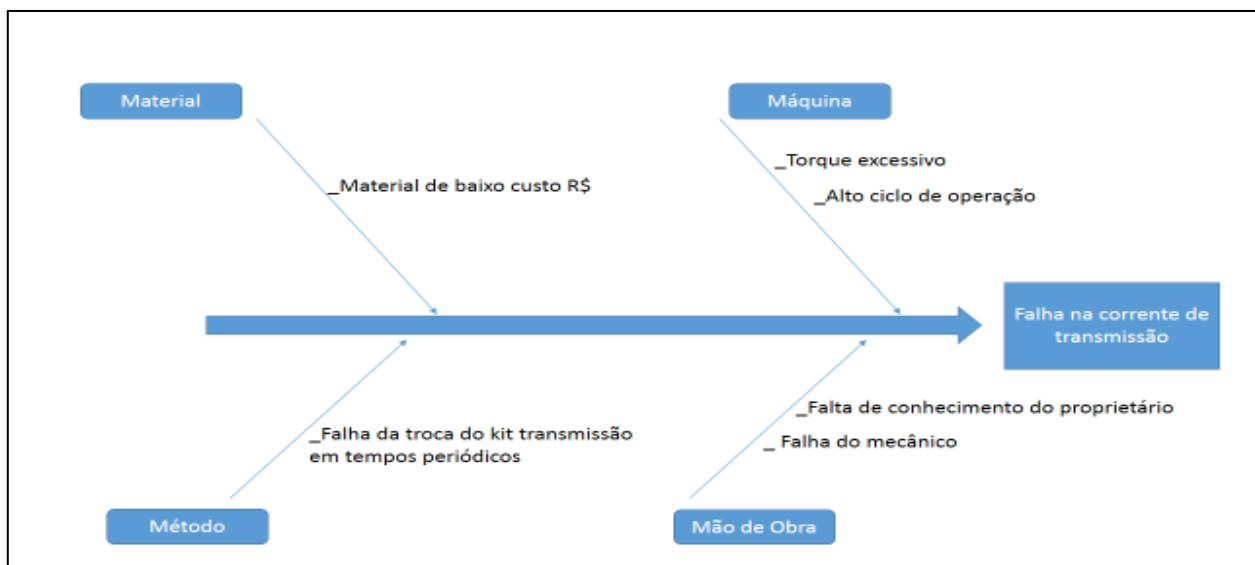
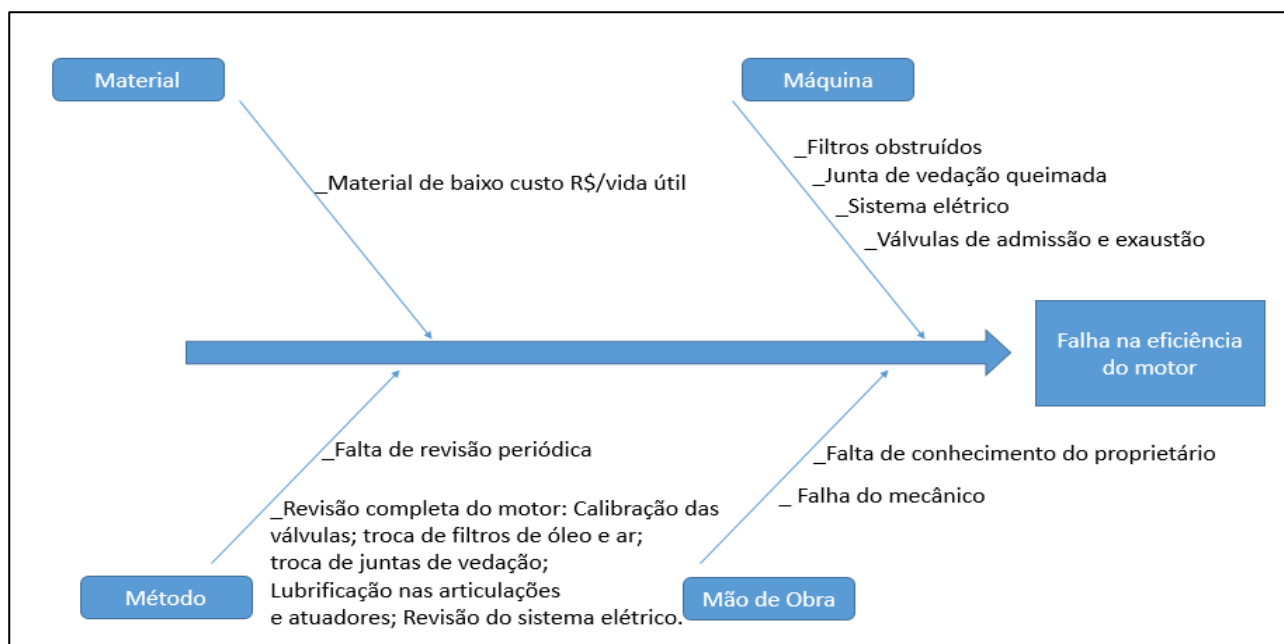


Figura 3. Diagrama de Ishikawa: Eficiência do motor (Autores, 2019)



1-Material: Materiais de baixo custo geralmente possuem uma vida útil menor comparado aos mais caros, por não passarem por tratamentos especiais ou processos de melhor qualidade. 2-Método: Falha na manutenção periódica é um dos fatores para o efeito do desgaste 3-Máquina: Um motor funciona através de vários outros elementos, todos estão interligados, ou seja, um elemento depende de outro. 4-Mão de obra: O mecânico também pode falhar durante a manutenção, durante a troca de peças o mesmo poderá colocar até mesmo um elemento velho ao invés do novo. É importante que o dono do veículo tenha conhecimentos básicos de mecânica, como identificação de um material desgastado.

3.2 FMEA da motocicleta

Dentre os defeitos apresentados pelo equipamento estudado, foi possível verificar que alguns geram paradas na motocicleta como a troca dos pneus e que outros podem afetar outras partes da moto como troca de óleo, podendo gerar um efeito cascata. É importante ressaltar que durante o período de coleta alguns aconteceram mais de uma vez, no entanto só será listado uma vez. Veja na Tabela 1 as severidades, ocorrências e o modo de detecção para cada causa e efeito encontrado na motocicleta.

Então foi calculado a média aproximada dos NPRs onde se obteve um valor de 45, desse modo foram escolhidos 3 defeitos para fazer uma análise mais detalhada, os defeitos escolhidos foram: i) Verificação da corrente de transmissão; ii) Troca de óleo do motor; iii) Revisão.

- **Por que a corrente precisa de ajuste?**
- Porque a transmissão fica comprometida
- **Por que a transmissão fica comprometida?**
- Porque acontece as folgas no circuito
- **Por que acontece as folgas na corrente?**
- Porque o condutor não fez o ajuste no tempo correto
- **Por que o condutor não fez o ajuste?**

- Porque ele não tinha esse conhecimento
- **Por que o condutor não tinha esse conhecimento?**
- Falta de treinamento técnico

Ação necessária para resolver o problema, necessário o condutor realizar um breve treinamento ou curso sobre manutenção de motocicletas.

- **Por que trocar o óleo?**
- Porque há redução do nível de óleo do motor
- **Por que há redução do nível de óleo?**
- Porque há vazamentos no motor
- **Por que há vazamento no motor?**
- Porque a junta foi danificada
- **Por que a junta foi danificada?**
- Porque o condutor sofreu um acidente com o veículo

Ação necessária para resolver o problema, necessário o condutor realize uma troca da junta do motor do veículo.

- **Por que fazer a revisão?**
- Porque a moto pode apresentar falha nas peças
- **Por que acontece essas falhas?**
- Porque as peças têm desgaste de vida útil
- **Por que acontece esse desgaste?**
- Porque a lubrificação foi insuficiente
- **Por que a lubrificação foi insuficiente?**
- Porque pode ter ocorrido problemas de contaminação do óleo
- **Por que houve a contaminação?**
- Porque o condutor não fez inspeção correta no tempo

Ação necessária para resolver o problema, necessário o condutor realize uma Revisão na concessionária de acordo solicita o manual

Tabela 1. Tabela FMEA da motocicleta HONDA Titan EX 160cc (Autores, 2019)

ITEM DE ESTUDO	MODO DE FALHA POTENCIAL	POTENCIAL EFEITO DE FALHA	SEV	POTENCIAL CAUSA / MECANISMOS DAS FALHAS	OCC	CONTROLE DE DETECÇÃO	DET	NPR	Prioridad
1. Moto Titan EX 160cc - HONDA	Desgaste interno no motor	Corrosão por atrito dos componentes internos;	6	Falta da troca de óleo do motor em tempos periódicos.	4	Verificação do óleo é feita manualmente.	2	48	2
		Perda de eficiência do motor.	6						
	Falha na corrente de transmissão	Queda da corrente de transmissão;	9	Falta de ajuste da corrente de transmissão em tempos periódicos;	6	Verificação da corrente de transmissão.	2	108	1
		Parada imediata.	9	Falta da troca do kit de transmissão.	6				
	Falha nos comandos elétricos	Desligamentos indesejados do motor.	3	Bateria sem carga	2	Detecção por sensores.	1	6	5
	Falha nos pneus	Derrapagem ou furos.	6	Troca de Pneus	4	Verificação manual.	1	24	4
	Falha na eficiência do motor	Parada imediata;	8	Falta da revisão completa da moto.	4	Verificação manual.	1	32	3
Desgastes internos de componentes mecânicos.		8							

3.3. Proposta do plano de manutenção

Com as informações fornecidas pelas análises dos diagrama de Ishikawa e pelo método FMEA e também o uso dos 5 porquês para se chegar na causa raiz dos defeitos encontrados, foi possível levantar um plano de manutenção para a moto Honda CG 160, baseado na ferramenta 5W2H que podemos ver apresentado a abaixo (Tab.2):

Tabela 2. Plano de manutenção proposto para a a moto Honda CG 160 Titan EX (Autores, 2019)

5W					2H	
What?	Who?	Where?	When?	Why?	How?	How Much?
O que?	Quem?	Onde?	Quando?	Por quê?	Como?	Quanto?
Falta de eficiência do motor	Técnico mecânico	Oficina	Durantes as revisões	Para que seja corrigido o problema do motor	Através de avaliações na oficina	150,00
Falha na corrente de transmissão	Técnico mecânico	Oficina	Assim que o problema for detectado	Para evitar problemas maiores, como a queda da corrente	Através de ajustes	30 min
Troca de óleo do motor	Técnico mecânico	Oficina	A cada quilometragem correta	Para prevenir problemas de lubrificação	Substituindo o óleo velho pelo novo	44,00
Revisão da moto	Técnico mecânico	Oficina	De acordo o manual	Para prever defeitos	Inspecionando peças mais usadas. Freio, pneu, amortecedor	95,00
Treinamentos sobre manutenção em motocicletas	Proprietário	Na oficina	No final de semana	Para que o condutor saiba identificar sinais de desgastes	Inspeções visuais	4 horas

A atenção do condutor deve estar voltada principalmente para verificação com regularidade da folga existente na corrente de transmissão de força devido ao uso, desse modo é essencial que o condutor verifique a folga indicada no manual com certa frequência, uma vez que já houve casos de quedas devido a folga excessiva da corrente, o tempo para essa verificação pode variar, uma vez que dependerá da frequência de utilização do equipamento.

4. CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos por meio do trabalho foi possível chegar às conclusões referentes à gestão da manutenção do veículo em questão. Dessa forma utilizou-se ferramentas da qualidade para que fosse possível o desenvolvimento do plano de manutenção, este trabalho suporta a hipótese de que manutenção podem ajudar a garantir o estado adequado de utilização do veículo.

A manutenção de um veículo está diretamente ligada à durabilidade de cada componente e está sujeita a muitas outras variáveis, como o tipo de condução (mais conservadora, esportiva, etc.), a utilização do veículo (uso urbano ou severo, misto, rodoviário, carga excessiva, estradas de terra, etc.), a região de utilização (litoral, terrenos planos ou montanhosos, etc.), as condições das vias, a qualidade dos componentes, o projeto do veículo, modelo e demais fatores. Porém, as manutenções previstas pela montadora devem ser cumpridas, mantendo o veículo sempre em bom estado de conservação.

É determinada no plano de manutenção que foi abordado, segundo o qual intervenções foram realizadas envolvendo troca de componentes, de fluidos e óleos em geral, ajustes, inspeções e verificações, com o intuito de manter o veículo sempre em excelentes condições, evitando que falhas ocorram e aumentando a vida útil dos componentes de diversos sistemas. e plano de manutenção consiste em um roteiro determinado pelo fabricante do veículo.

E assim podemos dizer que foram alcançados todos os objetivos traçados para este trabalho e, apesar de não existir um único componente a ser mantido identificou a falha mais frequente que se trata da folga na corrente de transmissão, levando em consideração a forma correta de efetuar a manutenção, a qualidade e modelo do conjunto de transmissão secundária, a forma de condução e a influência no desgaste na relação de transmissão, a regulagem adequada da tensão da corrente, o alinhamento da corrente, o exame individual de cada componente, a limpeza adequada da corrente, a lubrificação e toda a importância desses processos para manter o veículo em boas condições de utilização.

5. REFERÊNCIAS

- ABRAMAN. Associação Brasileira de Manutenção, Documento Nacional 2013. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em 22/05/2017.
- BORGES, C. S. de A. P. Proposta de implementação de um novo modelo de organização e gestão da manutenção na Adega cooperativa de Covilhã. Dissertação (Mestrado em Engenharia e gestão industrial) – Universidade da Beira interior, Covilhã, 2013.
- CAJAZEIRA, Caroline Leite Barbosa. Estudo dos Fatores RAM na Fase de Operação e Manutenção de Aerogeradores. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade do Minho, Portugal, 2012.
- CODAGNONE, D.; MORETTI, R.; O aumento da frota de motocicletas e a ocupação dos leitos hospitalares de 1998 a 2007. Universidade Federal de Santa Catarina- Departamento de Saude Publica. 2011.
- DELLATORE, E., F. Estudo de viabilidade para abertura de uma oficina para motocicletas na cidade de Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro sócio econômico, Florianópolis – SC. 2017.
- DETRAN: Departamento Estadual de Trânsito: Semana Nacional de Trânsito. Disponível em: <http://www.detran.pa.gov.br/noticias/index.php?id=1441> . Acessado em: 25/11/2018.
- FABRO, Elton. Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) - Programa de pós-graduação da em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- FERRAZ, A. J. V. B. Influência da manutenção nos consumos energético de sistema AVAC. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2009.
- FREITAS, L., R.; LIMA, N. C. S.; JUNIOR, I. B. O; SILVA, L. S.; RIBEIRO, V. R.: Proposição de um Plano de Manutenção por meio da Análise RAM: Um estudo de caso em uma fábrica de embalagens plásticas no esta do Pará. XXV Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica – 27 à 31 de agosto de 2018. Brasília –DF.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Nacionais trimestrais, 2017 Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pib-vol-val_201701_3.shtm>. Acesso em 11/06/ 2017.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: função estratégica. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Os negócios promissores em 2017, dez. de 2016. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a315d30f98d8993b07dda11b82ec6f46/\\$File/7504.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a315d30f98d8993b07dda11b82ec6f46/$File/7504.pdf)>. Acesso em 11/06/2017
- SOUZA, Rodrigo de Queiroz. Metodologia e desenvolvimento de um sistema de manutenção preditiva visando à melhoria da confiabilidade de ativos de usinas hidrelétricas. 2008. 226 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.