

## **XXIV Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica – 11 a 15/09/2017 – Rio Grande - RS**

# **A ADAPTAÇÃO DOS INDICADORES DE ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO PARA O PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO**

**Gabriel Leite dos Santos**

Faculdade Pitágoras de Maceió

Av. Menino Marcelo, 3800 – Cidade Universitária, Maceió – AL, 57073-470

gabriel.leite\_@hotmail.com

**RESUMO:** Este artigo tem o propósito de apresentar a importância da adaptação dos indicadores da engenharia de manutenção com o objetivo de desenvolver um excelente planejamento do transporte público, e fundamentalmente demonstrar que o uso da estatística é indispensável para desenvolver o controle dos dispêndios financeiros utilizados na atividade de manutenção e que deverá refletir como resultado final, a melhoria da confiabilidade e qualidade dos serviços públicos para a sociedade. Para tanto, foi utilizado um procedimento metodológico que combina dois distintos métodos: o estudo literário e o levantamento de dados no campo de trabalho que foram realizados nos transportes da Prefeitura Municipal de Coqueiro Seco, região metropolitana de Maceió. Neste artigo são propostos uma tabela que serve para anotação de dados do campo e dois gráficos estatísticos que servem para análise e tomada de decisão quanto aos índices de disponibilidade dos veículos automotivos, melhorando assim a locomoção da sociedade entre as regiões urbanas e metropolitanas.

**Palavras-Chave:** Planejamento, Transportes, Indicadores

**ABSTRACT:** The aim of this article is to present the importance of adapting maintenance engineering indicators with the objective of developing excellent public transport planning and, fundamentally, to demonstrate that the use of statistics is indispensable to develop the control of the financial expenditures used in the activity of Which should reflect as a final result, the improvement of the reliability and quality of public services for society. For this purpose, a methodological procedure was used combining two different methods: the literary study and the data collection in the work field that were carried out in the transportation of the Municipality of Coqueiro Seco, metropolitan region of Maceió. In this article we propose a table that serves to annotate data from the field and two statistical graphs that serve for analysis and decision making regarding the indices of availability of automotive vehicles, thus improving the locomotion of society between urban and metropolitan regions.

**Keywords:** Planning, Transportation, Indicators

## **INTRODUÇÃO**

No cenário atual, o transporte público brasileiro vive em um momento delicado em que as regiões metropolitanas, em sua grande maioria, utilizam dos mesmos serviços de tráfegos rodoviários para atenderem as demandas das várias cidades que estão localizadas nas proximidades das capitais de seus estados.

A falta de planejamento é observado nas condições em que o transporte é utilizado pelos cidadãos desses municípios. A superlotação e o tempo de espera nos pontos de ônibus são fatores primordiais para que assim, a sociedade pague caro por um serviço que não possui a qualidade que deveria acontecer. Portanto, a viabilidade e o sucesso do transporte público devem começar na fase de construção do seu projeto, porém quando o projeto é encerrado e já está em fase de execução é necessário que haja um estudo por meio de indicadores, para que assim, possam avaliar e identificar as oportunidades de melhoria desse setor.

É com base nesta oportunidade que a engenharia de manutenção traz seus estudos de indicadores de desempenho que irá auxiliar no planejamento e controle dos serviços de mobilidade urbana. Havendo assim, um consenso entre a qualidade do setor e a engenharia de planejamento e manutenção, que conforme explicam os autores (Cooke & Madu, 2000) a confiabilidade dos sistemas são fatores fundamentais que ajudam as organizações ofertarem aos seus clientes, serviços com garantia de qualidade.

Os indicadores de engenharia de manutenção são dados estatísticos relativos a um ou diversos processos que desejamos controlar ou fazer seu planejamento. Sendo utilizados para comparar e avaliar projetos atuais, e que estejam em execução, com projetos anteriores, que também estejam em fase de execução. (Branco, 2016).

A engenharia de manutenção é o último avanço da atividade de manutenção. Sendo assim, não basta analisar somente os indicadores, mas tem que saber aplicá-los para no fim haver a melhoria da performance. (Kardec, 2002).

O campo da manutenção possui diversos indicadores, porém é preciso enfatizar que dois desses são importantes para a realização do planejamento do transporte. São esses: indicadores de recursos e indicadores de resultados. O primeiro tem o objetivo de endereçar o quanto se gasta com manutenção dos ônibus, a fim de garantir o cumprimento do orçamento inicial, enquanto o segundo, representa o estado e a capacidade em que este veículo deverá atender as demandas das atividades para o qual foi adquirido e com qualidade.

Desta forma, o propósito deste estudo é mostrar a importância da adaptação dos indicadores de engenharia de manutenção, que é muito utilizada nas indústrias, para a sua aplicação na melhoria da qualidade do serviço do transporte público e como esta melhoria reflete na confiança da sociedade.

Assim, é possível notar na seção metodológica que foi seguido uma hierarquia de atividades em que todas se completam no decorrer da pesquisa e ao fim, fornece informações que poderão gerar um plano de ação corretiva ofertada por meio do planejamento orçamentário e de confiabilidade.

## METODOLOGIA

Considerando o objetivo maior deste trabalho, realizou-se um estudo de natureza descritiva com caráter exploratório e com uma abordagem literária que interliga as fases de estudo da estatística e *software* para fins de processamentos de um conjunto de informações que explicitará os níveis de baixas e altas performances dos veículos.

Os materiais e métodos utilizados para a coleta e processamentos dos dados amostrais são:

- Planejamento da coleta de dados;
- Seleção da ferramenta inicial de trabalho, Ms – Project 2016 e Minitab 17;
- Alimentação do Ms – Project com os dados dos serviços a serem planejados;
- Transferência das informações a serem processadas e avaliadas para o *software* estatístico Minitab 17;
- Análise e interpretação dos dados oriundos de ambos os *softwares*;
- Aplicação do possível plano de ação a ser realizado a partir das informações extraídas das etapas anteriores.

Foi utilizado um procedimento metodológico que une dois distintos tipos de técnicas de coletas de dados, sendo eles: o estudo literário para servir como guia no desenvolvimento das demais fases do projeto e a aplicação do trabalho de campo, que por meio da reunião das informações quantitativas e qualitativas do desempenho dos transportes (ônibus escolares), reunidas no período compreendido entre os meses de janeiro a junho, coletados durante as oportunidades de paradas e também de disponibilidade é que alimentamos os programas estatísticos e de planejamento gerando gráficos de curva de desempenho para análises de cumprimento orçamentário e Weibull para avaliação da performance dos ônibus.

### Procedimento experimental

O desenvolvimento desse estudo foi dividido em duas fases de coletas de dados. A primeira fase é referente as informações de recursos financeiros, enquanto a segunda referenciará os dados de confiabilidade, disponibilidade e qualidade dos veículos.

Coletamos as informações qualitativas por meio das anotações que os motoristas (operadores) identificam como pontos de melhoria. Nelas devem conter as seguintes informações: quilometragem rodada, custos com combustível, desenvolvimento do motor, eixos, amortecedores, sistema elétrico, óleo, pneus e conservação da carcaça do veículo.

### Indicadores de recursos

Na manutenção e no planejamento dos ativos estudados, os indicadores de recursos são sempre desenvolvidos com a incumbência de identificar se os serviços dos veículos estão dentro do orçamento inicial previsto.

Inicialmente é preciso calcular os custos da quilometragem que o ônibus gasta, conforme Eq. (1), assim, é possível identificar qual frota está consumindo mais combustível dentro do mesmo percurso.

Na sequência é fundamental identificar os índices do custo de manutenção (ICM), conforme a Eq. (2), pois assim saberá se a empresa terá mais benefícios executando manutenção ou substituindo sua frota. Com os dados de ICM calculados, partimos para a etapa do custo de manutenção por unidade rodada (CMUR), conforme Eq. (3). E por fim, calculamos o cumprimento do orçamento (CO), conforme Eq. (4).

Todas essas etapas executadas fazem parte da coleta de dados e que na sequência deverá alimentar as planilhas do Ms – Project, pois deverá ser construído uma estrutura analítica de projeto (EAP) para que assim, possamos realizar o acompanhamento de todas as fases dos serviços.

### Indicadores de resultados



Os indicadores de resultados são obtidos a fim de identificar o estado de disponibilidade, performance de confiabilidade de cada veículo ou peça que o componha e ao final do estudo, indicar se estar dentro dos requisitos de qualidade.

Após calcular os indicadores de recursos é indispensável que se avalie por meio da Eq. (5), como está o índice de disponibilidade do veículo. Sendo que, o melhor resultado será obtido fazendo uma avaliação técnica de cada peça. Para cálculo de disponibilidade é preciso saber o tempo de operação total (TOPT) e o tempo médio entre paradas (TMEP) para manutenção.

Na sequência, faz-se necessário realizar os cálculos para confiabilidade do sistema, conforme Eq. (6), sendo preciso identificar a taxa de falha do veículo e o tempo com que ocorre essas falhas.

Ao final de todo esses levantamentos de dados, alimentamos o Minitab 17 para que seja feita uma análise gráfica da disponibilidade e confiabilidade por meio do gráfico de Weibull.

### Equações governantes

$$\text{Custo da quilometragem (R\$)} = \text{custo por litro do \u00f3leo (R\$)} / \text{quil\u00f4metros rodados a cada litro (Km/L)} \quad (1)$$

$$ICM = \text{custo total da manutenção (R\$)} / \text{custo total da reposição da peça ou veículo (R\$)} \quad (2)$$

$$CMUR = \text{custo de manutenção total (R\$)} / \text{total de quilômetros rodados} \quad (3)$$

$$CO = \text{custo de manutenção total realizada (R\$)} / \text{custos totais orçados (R\$)} \quad (4)$$

$$Disponibilidade = (TOPT) - (TMEP) / (TOPT) \quad (5)$$

$$Confiabilidade = e^{Taxa\ de\ falha \times Tempo} \quad (6)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O artigo considera verdadeira a conclusão dos autores: David (2004), Toshio (2004) e Lian (2004), onde afirmam que os indicadores não servem apenas para identificar os desafios do planejamento, mas também para contribuir com o controle das demandas de rotina.

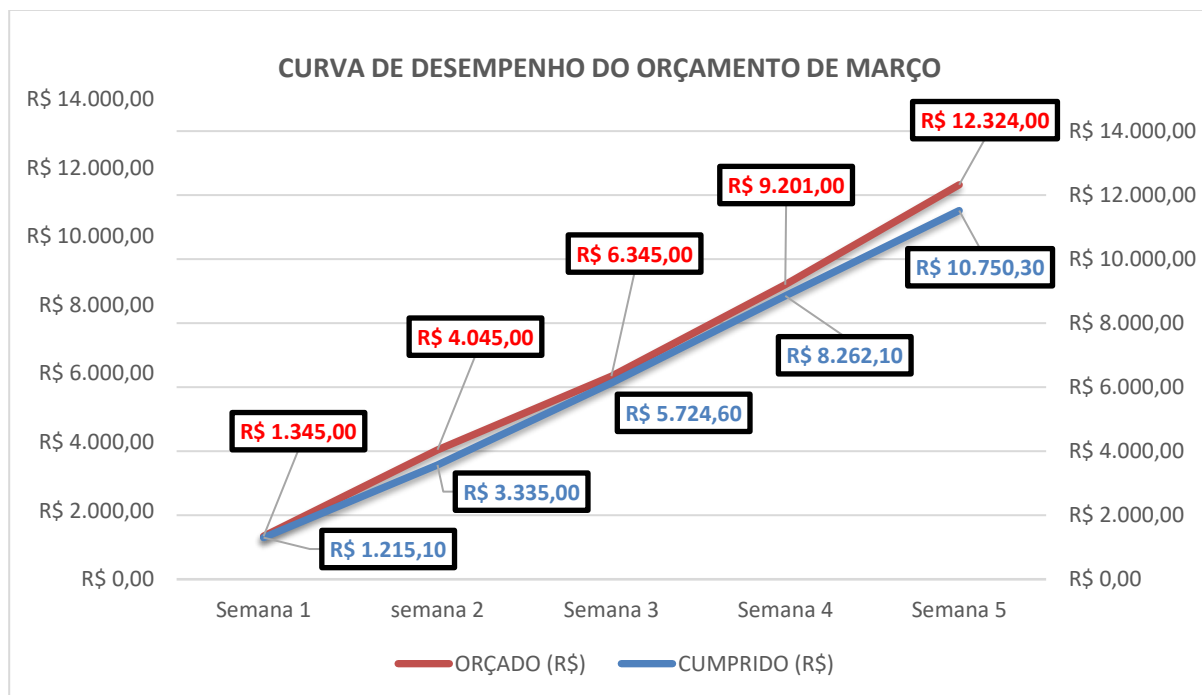
Os motoristas dos veículos da cidade de Coqueiro Seco (região metropolitana de Maceió) contribuíram fazendo as anotações de quilometragem e observações dos veículos semelhante a Tab. 1.

**Tabela 1.** Tabela de anotações de quilometragem, preço do óleo diesel e observações

FUNÇÃO:	NOME DO MOTORISTA					R\$ LITRO DO ÓLEO	R\$ 2,90	CUSTOS SEMANAIS COM COMBUSTÍVEL \$
Mês/Ano	01/03/2017					Km / L	1	
Placa:	MNG9191					\$/ Custo do Km	R\$ 2,90	
QUILOMETRAGEM								
Dias	01/mai	02/mai	03/mai	04/mai	05/mai	06/mai	07/mai	
	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo	segunda	terça	
Km rodado / dia	139	143	137			143	139	R\$ 2.032,90
Dias	08/mai	09/mai	10/mai	11/mai	12/mai	13/mai	14/mai	
	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo	segunda	terça	
Km rodado / dia	141	155	153			154	148	R\$ 2.177,90
Dias	15/mai	16/mai	17/mai	18/mai	19/mai	20/mai	21/mai	
	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo	segunda	terça	
Km rodado / dia	168	186	168			192	140	R\$ 2.476,60
Dias	22/mai	23/mai	24/mai	25/mai	26/mai	27/mai	28/mai	
	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo	segunda	terça	
Km rodado / dia	173	171	169			150	173	R\$ 2.424,40
Dias	29/mai	30/mai	31/mai					
	quarta	quinta	sexta					
Km rodado / dia	182	193	160					R\$ 1.551,50
OBS: (ÓLEO, MOTOR, CARCACA, PNEUS, SIS. ELÉTRICO)								

O preenchimento da tabela citada no parágrafo anterior é importante ser realizada, pois traz a coleta de dados que fundamentará os posteriores cálculos estudados na seção de equações governantes deste artigo. Também servirá para desenvolver a estrutura analítica do projeto (EAP) de manutenção.

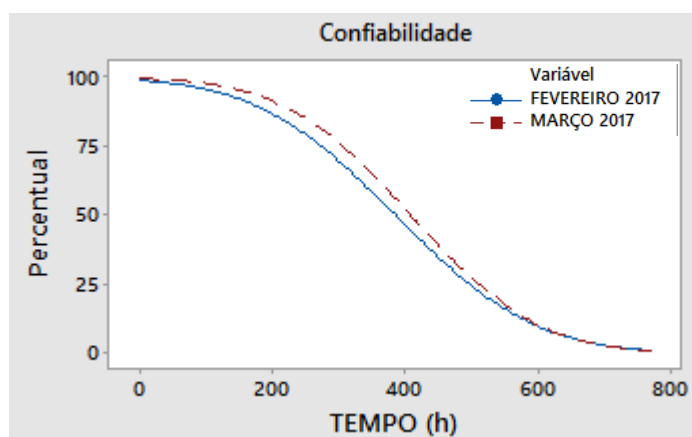
A figura 1 é responsável por informar como está sendo o equacionamento da relação orçamentária dos serviços de manutenção a serem executados para aquela semana ou mês versus os custos dos serviços realizados.



**Figura 1.** Relação dos custos acumulados dos serviços orçados versus realizados

A curva de cor azul que representa o valor dos dispêndios realizados durante as cinco semanas do mês de março é importante sempre permanecer a baixo da curva representada pela cor vermelha, pois é indicativo de que a atividade de manutenção está sendo eficiente nos gastos realizados.

No entanto, os indicadores de recursos, por si só, não representam muito de como se encontra o estado dos transportes. Porque, cumprir o orçamento não é significado de boa manutenção, porém o seu não cumprimento é sinônimo de que a manutenibilidade não vai bem e ainda havendo oereração da atividade. Sendo assim, é preciso realizar a etapa de construção dos gráficos de Weibull no Minitab 17.



**Figura 2.** Curva de probabilidade de Weibull



É possível observar na Fig. (2) que a curva referente ao mês de fevereiro se apresenta abaixo da curva referente a março, pois significa dizer que, em fevereiro o transporte se apresentava com seu percentual de confiabilidade inferior, ou seja, havia mais falha em tempo reduzido de trabalho, quando assim, comparado ao mesmo transporte no mês posterior. O resultado de melhoria na performance do veículo em março, se deu porque foi implantado o plano de ação de avaliação do desempenho por meio de indicadores de engenharia de manutenção.

## CONCLUSÃO

Enfim, neste artigo foram apresentados dados reais de quilometragem e custos de manutenção informados pela prefeitura de Coqueiro Seco. As informações fornecidas são fundamentais para o desenvolvimento do plano de ação que controlará os custos e a disponibilidade dos veículos.

A tabela e os gráficos representam os mecanismos utilizados para a elaboração do planejamento do quanto se destina para dispêndios financeiros e também qual a probabilidade de falhas que podem vir a ocorrer, em algum ônibus da frota, dentro de um dado intervalo de tempo, que conforme apresenta o gráfico de Weibull, é dado pela relação percentual de confiabilidade pelo tempo em horas em que o veículo trabalha.

Esta pesquisa demonstra que para realizar um bom planejamento é indispensável selecionar as informações qualitativas e quantitativas que devem ser levantadas no campo de trabalho e seguidamente serem analisadas, a fim de colocar em prática um projeto que agregue tanto a qualidade, como também confiabilidade. E sem abrir mão dos melhores custos para esse fim.

Ao desenvolver o serviço público com um bom planejamento, oriundos de indicadores de recursos e resultados, a sociedade recebe um serviço que atende as suas necessidades, pois assim como foi mostrado na seção de discussão deste artigo, ao melhorar a curva de confiabilidade de Weibull também aumentamos a disponibilidade desses veículos automotivos e que consequentemente reduz o tempo de espera dos passageiros em paradas de ônibus, pois as falhas estão sendo monitoradas, concomitante também na redução das suas superlotações.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece as Instituições Federais do Rio Grande do Sul pela publicação deste artigo que foi feito com muita dedicação e estudo. Também aos meus pais e irmãos que sempre se comprometeram com a minha educação e ofertaram-me toda base da qual venho construindo meu brilhante futuro, pois acredito que ninguém é dono exclusivo do seu próprio sucesso. Muito carinho e gratidão.

## REFERÊNCIAS

- Branco, F.G., 2016, "Indicadores e Índices de Manutenção", Ed. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 166-174.
- Cooke, F. L., 2000, "International Journal of Quality & Reliability Management", Vol. 17, No. 9, pp. 1003-1016.
- David, F., 2004, "Journal of Quality in Maintenance Engineering", Vol. 10.
- Kardec, A. and Nascif, J., 2009, "Manutenção", Função Estratégica, pp. 105-140.
- Lian, L., 2004, "Journal of Quality in Maintenance Engineering", Vol. 10, pp. 203-209.
- Madu, C., 2000, "International Journal of Quality & Reliability Management", Vol. 17, No. 9, pp. 937-948.
- Riechi, J. L., 2014, "Custo de Manutenção de uma Frota de Ônibus Urbano", Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos, São Paulo, Brasil.
- Toshio, N. 2004, "Note on Optimal Partition Problems in Reliability Models", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 10, No.4, pp. 282-287.

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O autor é o único responsável pelo material impresso contido neste artigo.