

# ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE PANE ELÉTRICA POR MEIO DE SIMULAÇÃO EM UMA GARAGEM DE ÔNIBUS

Alexandro Alves<sup>1\*</sup>, Marcos Vinicius Alves da Costa<sup>2</sup>, Roberto Ramos de Morais<sup>3</sup>, Eliacy Cavalcanti Lélis<sup>4</sup>

<sup>1</sup>FATEC Zona Leste, Av. Águia de Haia Nº 2983, São Paulo - SP, Brasil, lalexandroalves@gmail.com\*

<sup>2</sup>FATEC Zona Leste, Av. Águia de Haia Nº 2983, São Paulo - SP, Brasil, mv3923338@gmail.com

<sup>3</sup>FATEC Zona Leste, Av. Águia de Haia Nº 2983 São Paulo - SP, Brasil, roberto.morais@fatec.sp.gov.br

<sup>4</sup>FATEC Zona Leste, Av. Águia de Haia Nº 2983 São Paulo - SP, Brasil, eliacy.lelis@fatec.sp.gov.br

**RESUMO.** O objetivo do presente artigo é formar uma análise do processo de manutenção de pane elétrica em ônibus de transporte urbano por meio de um software de simulação em um setor de manutenção de uma garagem de ônibus com o intuito de diminuir o tempo de processo de manutenção dos veículos danificado focando em troca de alternador que é uma das quebras mais frequentes em um período de 3 meses do ano de 2018 estudado. A metodologia possui uma pesquisa bibliográfica. Após coleta de informações que foi feita através de uma pesquisa de campo que foi feita na empresa em 14 de agosto de 2018, os dados adquiridos foram aplicados em um software de simulação que forneceu uma proposta de melhoria como resposta de sua análise. O resultado obtido nesta análise fornecido pelo software de simulação, tem como principal objetivo propor uma otimização no processo de manutenção e diminuir o tempo de cada processo entre manutenção e inspeções. Foi concluído que através da simulação ajudou a encontrar alternativa para otimizar o processo, que é essencial para a continuidade do nível de serviço de mobilidade urbana agilizando a manutenção e melhorar o serviço prestado a população que utiliza o transporte público na cidade.

**Palavras-chave.** *Manutenção, mobilidade, simulação*

**ABSTRACT.** *The objective of this article is to form an analysis of the process of maintenance of electric pane in urban transport buses through a simulation software in a sector of maintenance of the bus garage of the company, with aiming to decrease the maintenance process time of damaged vehicles by focusing on alternator exchange which is one of the most frequent breaks in a 3 month period of the year 2018 studied. After gathering information that was made through a field survey that was made at the company on August 14, 2018, the acquired data were applied in a simulation software that provided a proposal for improvement as a response to its analysis. The result obtained in this analysis provided by the simulation software, has as main objective to propose an optimization in the process of maintenance and to reduce the time of each process between maintenance and inspections. It was concluded that discussion is essential for durability and*

*continuity of the urban mobility service by streamlining maintenance and improving the service provided to the population that uses public transportation in the city.*

**Keywords.** *Maintenance, mobility, simulation.*

## **1. INTRODUÇÃO**

O transporte de pessoas é uma parte da logística na qual algumas empresas trabalham para ajudar na mobilidade urbana das cidades do Brasil, e uma das empresas que se encontra na cidade de São Paulo foi o foco desta pesquisa que foi feita tanto em campo como também bibliográfica e que buscamos analisar o problema de manutenção elétrica ocorrida por falhas no alternador do veículo, que podem causar uma sobrecarga de energia, nos ônibus estudados foi visto que o alternador afeta o ar-condicionado, letreiros, iluminação interna, tomadas USB para cargas de aparelhos móveis, campainhas de parada, tacógrafo, rampas de acesso para deficientes físicos, transmissão automática entre outros. Buscando uma maneira de melhorar a gestão da manutenção elétrica, analisando a frequência com que ocorrem quebras nos ônibus por componentes elétricos, a quilometragem percorrida pelos ônibus até suas revisões e vistorias e tempo médio de veículo parado para manutenção de seus componentes elétricos como também estruturais. E buscar analisar a frequência da parada do ônibus devido a sua fragilidade nos componentes elétricos gerando uma quebra temporária no ônibus que causa um problema na linha na qual o ônibus faz a sua rota, e um dos fatores que está causando esses problemas é a modernização da frota dos ônibus que possuem mais componentes elétricos que necessitam de uma maior manutenção na frota e uma inspeção com maior frequência.

## **2. PROCESSO METODOLÓGICO**

Segundo Silva e Menezes, (2000), “pesquisar significa, de forma bem simples, buscar respostas para indagações propostas”, porém a pesquisa pode ser classificada segundo sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos. Uma pesquisa descritiva básica objetiva tem como objetivo gerar conhecimento novos e úteis para o avanço da ciência de problemas específicos, e em uma pesquisa de natureza aplicada objetiva busca gerar conhecimento para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos em uma pesquisa quantitativa aplicada através de estudos

estatísticos voltados à quantificação do objeto de estudo abordagem qualitativa é uma pesquisa onde o processo de interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo. Os dados são analisados indutivamente. Exploratório Visa proporcionar maior familiaridade com o objetivo de estudo, tentando torná-lo explícito, ou construir hipóteses. uma pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e, atualmente, de material disponibilizado na Internet. Procedimentos técnicos Estudo de caso envolve o estudo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e conhecimento(SILVA,2000). Método Científico é o “conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento” (GIL, 2008, p. 8). Assim, para que sua pesquisa possa ser considerada científica, a produção do seu conhecimento deverá ter passado por critérios dos método intelectuais e técnicos.

Levando-se em consideração a classificação e a tipologia de pesquisa apresentada nesta citação, este trabalho está enquadrado em uma pesquisa de natureza aplicada por objetivar a proposição de uma solução a um problema específico. Quanto à sua abordagem é uma pesquisa quantitativa, pois se desenvolve através de estudos estatísticos voltados à quantificação do objeto de estudo. Já quanto ao objetivo, está classificada como uma pesquisa exploratória por buscar um maior entendimento do processo alvo. E finalmente, quanto aos procedimentos técnicos, é uma pesquisa bibliográfica e também experimental, pois, focalizando o objeto em estudo, atua sobre variáveis do mesmo, definindo as formas de controle e de observação dos efeitos que as mesmas produzem no objeto.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

A frequência da paralisação de ônibus devido a fragilidade dos componentes elétricos gera a quebra temporária do veículo, causando problemas na linha, o que vem acontecendo devido a modernização da frota de ônibus com mais componentes eletrônicos que exigem uma maior inspeção e manutenção da frota. Foram identificados por indicadores de manutenção e desempenho na oficina da empresa no dia 14 de agosto de 2018 e uma pesquisa bibliográfica, por uma pesquisa de campo em uma empresa de transporte coletivo a análise nos processos, quando o veículo passar pela inspeção e na manutenção preventiva dos componentes elétricos e mecânicos.Com os dados colhidos será aplicado no software

Arena (FREITAS FILHO,2008), para que o programa possa simular alguma melhoria dentro do processo de manutenção.Será aplicado os dados com as maiores incidências de quebras e dados que será dado no processo da manutenção por fim simulando uma ação de melhoria alternativa e um resultado desta aplicação de melhoria.

### **3.1 MANUTENÇÃO**

A palavra manutenção derivada do latim "*manenus tenere*" ( Manter aquilo que se tem), a manutenção em termos gerais significa o conjunto de ações que tem como objetivo manter um artigo ou restaurá-lo a um estado em que o mesmo possa realizar sua função requerida ou que vinha realizando até o momento de ser danificado, em caso de que tenha sido quebrado e necessite de manutenção ou conserto (GOMES,2018). A manutenção é classificada em 3 tipos: Corretiva; Preventiva; Preditiva.

#### **3.1.1 Manutenção Corretiva**

A manutenção corretiva é aquela realizada após a ocorrência de uma falha e visa restaurar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação, que esteja com sua capacidade de exercer as suas funções reduzida ou cessada.

A manutenção corretiva é a atividade técnica responsável pela correção de uma falha identificada em um determinado componente de um equipamento ou instalação.

Alguns profissionais acreditam que não existe vantagem na manutenção corretiva, porém, quando existem equipamentos de baixa criticidade e que os custos envolvidos em um eventual reparo são inferiores aos custos de um acompanhamento por inspeção ou manutenção preventiva, pode ser adotada a manutenção corretiva como a melhor estratégia de manutenção (GOMES, 2018).

O problema da manutenção corretiva é quando ela não é adotada como uma estratégia e apenas pelo fato de não existir atividades preventivas.

Pode-se destacar alguns pontos de desvantagens da manutenção corretiva: Altos custos de mão de obra, peças e serviços; Indisponibilidade de veículos inoperantes; Perda e redução de mobilidade dos ônibus; Ecologicamente danoso ao meio-ambiente.

### **3.1.2 Manutenção Preventiva**

Manutenção preventiva visa à correção de falhas em máquinas e equipamentos antes mesmo que elas aconteçam (ALMEIDA,2018). Isso evita prejuízos e riscos de interrupção da circulação dos ônibus. A manutenção preventiva tem como objetivo prevenir paradas e falhas de peças e componentes de diversos tipos de máquinas e equipamentos sejam eles automotivos, industriais, hidráulicos, entre outros equipamentos que possibilita o veículo de transporte público ficar parado gerando transtornos para a população e para a empresa. Planejar reparos dos ônibus é a maneira mais adequada de prevenir a interrupção das atividades, é o método mais eficaz para que a empresa utilize e controle seus veículos sem necessitar pará-los ou mesmo perdê-los por falta de manutenção adaptada. De acordo com Almeida (2018), vantagens podem ser descritas pelo uso eficaz da manutenção preventiva, como reduzir os riscos de quebra, envelhecimento e degeneração dos equipamentos, programar a conservação das peças, atuar antes da manutenção corretiva, amenizar os custos de compra de novos itens, entre outros. O monitoramento mensal dos ônibus é analisado por funcionários qualificados, da mecânica da garagem da empresa estudada e o funcionário deve estar apto para resolver os possíveis problemas que aparecerão com o decorrer da verificação prévia, um ótimo requisito para evitar que o veículo passe por uma verificação extensa e demorada causando a perda de produtividade desse ônibus. As desvantagens em manutenção preventiva, como a má organização nos processos de verificação dos ônibus como atrasos nas trocas de peças e componentes, falhas nas fases entre reparos, má qualidade do serviço prestado, entre outros. Existe uma possibilidade bastante desvantajosa quando a peça a ser trocada tem alto custo. A empresa adota o seguinte método é feito um pedido especial para o setor de Compras e após uma análise orçamentaria, a peça é comprada e enviada para o setor de manutenção para a devida troca da peça causando assim um atraso no processo.

### **3.1.3 Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva é o acompanhamento periódico de equipamentos ou máquinas, através de dados coletados por meio de monitoração ou inspeções, conforme Albuquerque (2013), às técnicas mais utilizadas para manutenção preditiva são:Análise de vibração; Ultrassom;Inspeção visual;

Técnicas de análise não destrutivas. Esta manutenção prediz o tempo de vida útil dos componentes elétricos e mecânicos dos ônibus e seus equipamentos e as condições necessárias para que componente e sua vida útil seja aproveitado.

Os principais benefícios da manutenção preditiva estão: Antecipar a necessidade de serviços de manutenção do veículo; Eliminar a chance de desmontagem desnecessária; Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos; Reduzir as paradas de emergência; Aumentar o aproveitamento da vida útil dos equipamentos e a confiabilidade do desempenho; Determinar previamente interrupções de fabricação (ALBUQUERQUE, 2013). Importante destacar que para cada tipo de equipamento deve-se determinar a frequência de uso, com a utilização de registros. Para estabelecer como constante as manutenções preditivas, é possível eliminarmos as manutenções periódicas dos ônibus.

#### **4. O Programa de Simulação**

A simulação computacional de sistemas, ou apenas simulação, consiste na utilização de certas técnicas matemáticas, empregadas em computadores, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente qualquer tipo de operação ou processo do mundo real, ou seja, é o estudo do comportamento de sistemas reais através do exercício de modelos.

Existem diversas definições para a simulação, dentre elas podemos citar a de Pegden 1990 que diz “a simulação é um processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”. Desta maneira, podemos entender a simulação como um processo amplo que engloba não apenas a construção do modelo, mas todo o método experimental que se segue, buscando:

Conforme descrito por Schriber 1974, no clássico *Simulation Using GPSS*, para ele a “simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real em uma sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo”.

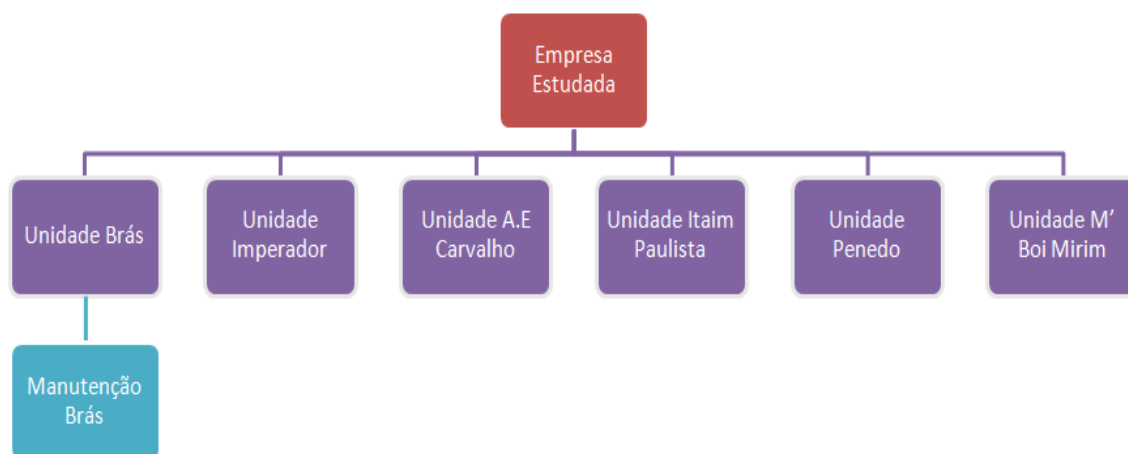
Ainda com relação à simulação podemos citar a definição de Law & Kelton que considera a simulação como uma técnica que utiliza computadores para imitar as operações de vários tipos de processos e facilidades do mundo real. Ou ainda a definição de Banks que afirma “a simulação é a

imitação da operação de um processo ou sistema do mundo real ao longo do tempo”(PARAGON,2018).O software Arena é a ferramenta para simulação de eventos discretos mais utilizado no mundo. Com um ambiente gráfico integrado, o software possui recursos para análise estatística, modelagem de processos, animação, e análise de resultados. Considerado por renomados especialistas como o "O mais inovador software de simulação", por unir os recursos de uma linguagem de simulação à facilidade de uso de um simulador, em um ambiente gráfico integrado.(PARAGON,2018).

## 5. Pesquisa de campo

A empresa na qual foi feita o estudo é um grupo de empresas de ônibus que possui unidades de garagem em vários pontos da cidade de São Paulo com suas respectivas equipes de manutenção, como vemos na figura 1 as unidades da empresa de mobilidade a garagem estudada foi a unidade localizada na região do Brás.

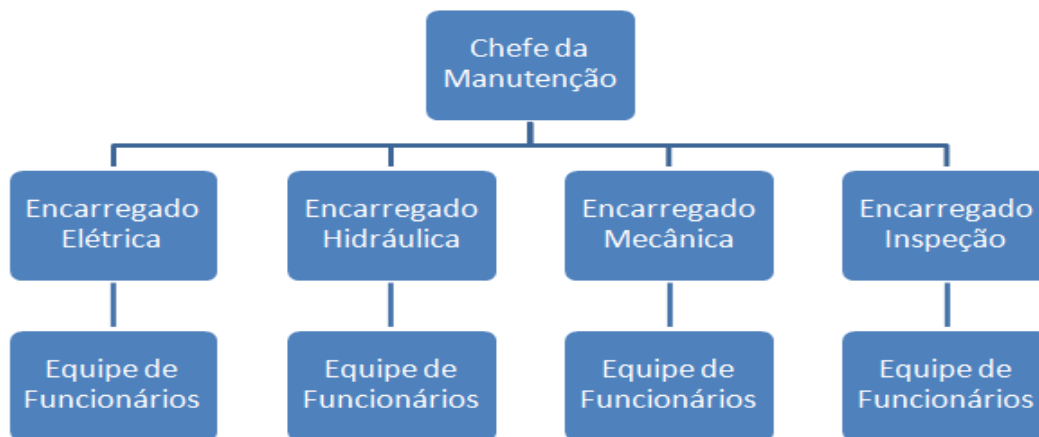
Figura 1 – Unidades da Empresa Estudada



Fonte: Autores( 2018).

E na figura 2 vemos como funciona o setor da manutenção da unidade em estudo.

Figura 2 – Área da Manutenção



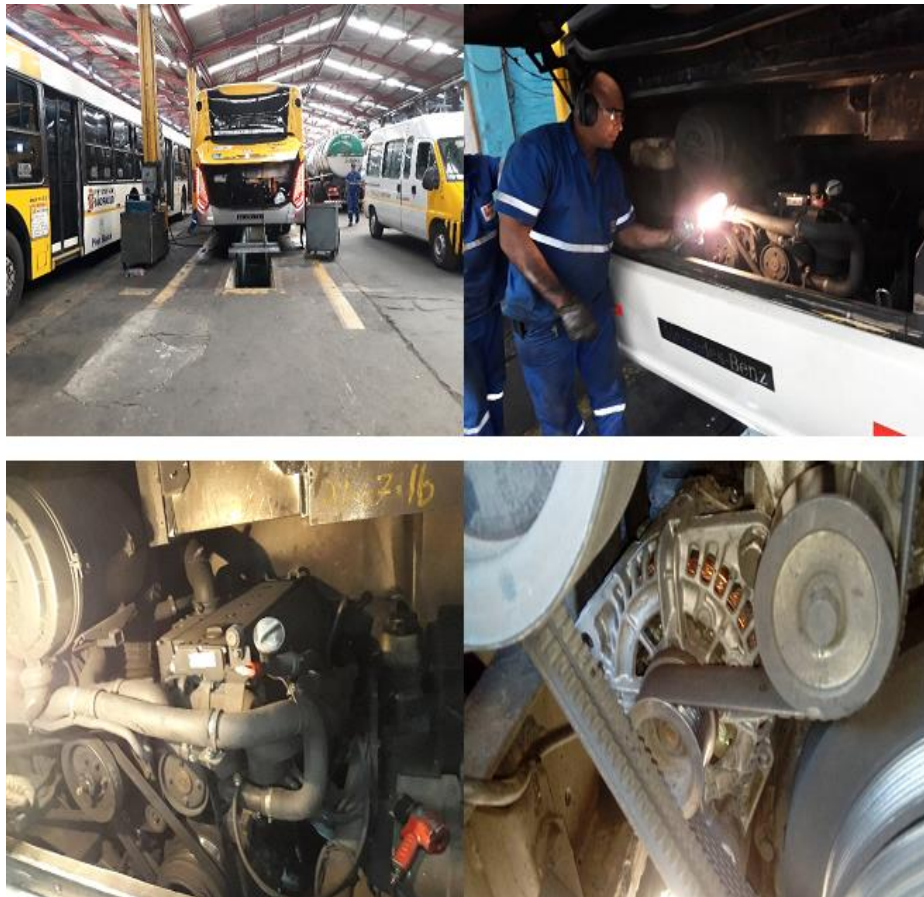
Fonte: Autores( 2018).

## 6. Problema em Estudo

Como delimitação do problema estudado analisa-se a pane elétrica dos ônibus que acontece quando os componentes elétricos do ônibus começam a dar defeito diz o mecânico da garagem que são causados pela ausência de manutenção da bateria e do alternador, além da sobrecarga do sistema, que normalmente é provocada pela instalação de peças que não são da montadora, como iluminação extra, entradas para carregador de celulares, rampas para deficientes e aparelhagens sonoras e visuais inclusive câmeras de monitoramento.



figura 3: Setor manutenção da empresa de ônibus.



Fonte: Autores( 2018).

O sinal mais comum de pane elétrica é a dificuldade para dar partida no automóvel, porém outros sintomas recorrentes são o mau funcionamento de equipamentos básicos como campainhas, painel e faróis. Na manutenção em estudo o funcionamento do motor de um ônibus é elaborado para gerar sua própria energia com a ideia de alimentar os diversos equipamentos a bordo, mas tudo isso só é possível graças ao alternador. Esse componente do sistema elétrico do automóvel é ativado por uma correia ligada ao motor, assim ele gera corrente alternada que é transformada em corrente contínua. Essa energia gerada pelo alternador é para carregar a bateria e alimentar o sistema elétrico com o motor em funcionamento. Os sistemas de ignição e injeção dependem totalmente da energia disponibilizada pelo alternador. Quando o motor está desligado, a bateria, normalmente de 12 volts, é que se torna responsável de alimentar os mais diversos equipamentos do veículo, como os faróis,

lanternas, entre outros acessórios elétricos. Quando o motor está em ação, a energia consumida é abastecida pelo alternador, que fornece a corrente necessária para o funcionamento de todos os dispositivos elétricos.

Com o alternador ligado, a tensão gerada é de aproximadamente 14 volts. Quer dizer que o sistema utilizado é o sistema de 14 volts. Essa é a articulação que o alternador deve prover para manter carregada uma bateria de 12 volts, na verdade com uma margem para garantir que a energia vai chegar a todos os componentes elétricos e que nunca seja menor que a voltagem da bateria, afastando assim o risco de apagão. Com uma análise do problema de manutenção elétrica, efetuado por panes no alternador do veículo, identificou-se a causa pela sobrecarga de energia que, os ônibus analisados produzem. É utilizado equipamentos como: Ar-condicionado, Letreiros, Iluminação interna, Tomadas USB para cargas em aparelhos móveis, Campainhas de parada, Tacógrafo, Rampas de Acesso para deficientes e Transmissão automática e etc. Com a busca de uma forma de melhorar a gestão da manutenção elétrica, foi verificado a frequência de quebra dos ônibus por: componentes elétricos; a quilometragem percorrida pelos ônibus; suas revisões e vistorias; tempo médio em que um veículo fica parado para a manutenção de seus componentes elétricos; também troca de peças danificadas por novas fora do período de manutenção.

Os objetivos, são a pesquisa sobre tempo entre falhas e confiabilidade de formato qualitativo, visando redução de custos de manutenção e o aumento da produtividade. Através de uma pesquisa de campo qualitativos, temos como foco os processos do objeto de estudo, MIGUEL (2010, p.51), no caso quebra de ônibus em uma garagem de ônibus de transporte urbano na cidade de São Paulo. Com uma pesquisa bibliográfica que aponta uma alta incidência de problemas elétricos e mecânicos em ônibus parados aguardando conserto nas ruas da cidade gerando congestionamentos na metrópole gerando diversos transtornos para a população.

Em busca de analisar tal problema, no dia 14 de agosto de 2018 foi feita uma visita de campo na empresa de ônibus, com o responsável do setor de Manutenção, que respondeu às perguntas que foram feitas pelos pesquisadores, fornecendo, alguns dados da empresa, e de algumas informações

relacionadas a manutenção, que assim foi possível detectar um problema com maior incidência nas quebras dos veículos. Segundo dados que foram obtidos através do controle de manutenção da empresa, dentro de um período de 3 meses entre as paradas por quebras, de 12 aberturas de chamados ,10 chamados foram para falhas elétricas e entre esses 10 chamados, 7 deles por alternador quebrado.

A empresa já tem uma rotina de manutenção corretiva que é o conserto imediato da peça quebrada e um sistema de manutenção preventiva na qual é feito quando o veículo roda por 10.000 quilômetros. Por ocasião de quebra do ônibus é feito o seguinte procedimento; O defeito é detectado pelo motorista, que imediatamente comunica a garagem responsável pelo ônibus , relatando o problema identificado, Quando é possível e o problema do veículo não for de alta gravidade, por exemplo uma luz queimada ou campainha, o veículo termina a viagem e após desembarcar todos os passageiros o transporte retorna até a garagem onde é feito a verificação do defeito e concertado para retornar a circulação. Mais quando não é possível o veículo se locomover no local, onde pela primeira verificação do motorista, o mesmo abre um chamado especial para a garagem que então envia um mecânico até o local para um atendimento rápido para desobstrução da via pública, exemplo de um pneu furado ou portas que não abrem ,então o veículo é guiado de volta para a garagem para uma verificação com mais equipamentos e peças necessárias para trocas imediatas e com mais recursos mecânicos. E quando a ocasião for de extrema gravidade onde o mecânico não consegue fazer o veículo funcionar e ou quando que, por meios mecânicos as trocas de peças e não podem serem efetuadas no local,exemplo o alternador que caso danificado, o veículo permanece impossibilitado de locomover o funcionário da mecânica o veículo é rebocado para a garagem na mecânica da empresa, que então com recursos adequados possa então trocar a peça.

Ficou identificado a necessidade do motorista ter uma noção básica de mecânica para então informar ao mecânico da garagem o problema para então adotar uma ação de medida calculada onde haverá necessidade de ir até ao local do veículo danificado com guincho ou com apenas um veículo de socorro de pequeno porte resolveria o problema causado no ônibus.

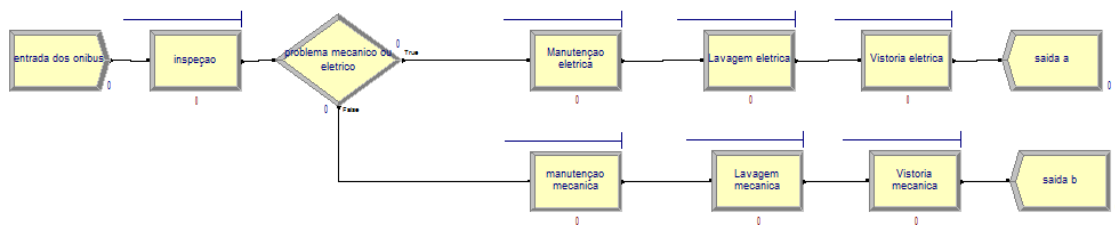
## 6.1 Manutenção do Alternador

Após o recolhimento do veículo para a garagem, onde é feito um relatório com uma ficha interna (relatório contendo a natureza do dano), onde é visto pela triagem do mecânico que de fato está com o alternador danificado. O veículo com o próprio guincho que o recolheu da via pública encaminha o para o setor da mecânica elétrica da garagem onde com ferramentas adequadas e de precisão removem o alternador danificado por um alternador novo. É dado baixa na ficha do setor de mecânica elétrica e o veículo é direcionado para uma nova triagem onde é verificado que as peças que são interligadas com o alternador não foram também danificadas. Por entender que o alternador é um componente que é interligado com muitas peças a verificação é de 6 horas até 8 horas onde é possível verificar qualquer peça interligada danificada e poderá ser feita a troca. Após essa etapa o veículo é conduzido sendo dirigido para uma verificação de funcionamento no setor de mecânica hidráulica de 1 hora até 2 horas. Caso não haja problemas hidráulicos, o ônibus é guiado para o setor de componentes mecânicos do motor, que em até 1 hora o motor do veículo é inspecionado, e após é enviado para a higienização por 2 há 3 horas onde o ônibus é lavado externamente e internamente retirando quaisquer resíduos de graxa e poeira. Um inspetor ao final verifica a ficha de abertura de chamada analisa a ficha de cada setor que o veículo foi inspecionado então identificando que está apto para rodar na linha o ônibus é liberado para voltar para o transporte de passageiros, este inspetor tem de 1 ha 2 horas para esta verificação.

## 7. Modelo de Simulação

O modelo inicial de simulação utiliza uma entrada de ônibus em uma expression de  $TRIA(3,15,30)$  days com 30 entities per arrival e na empresa só possui um inspetor com um tempo de  $59.5 + 61 * BETA(0.392, 0.434)$  minutos , e foi feita a simulação com 7 replicações que representam os sete dias da semana com 24 horas de duração de replicação e 8 horas por dia com um tempo em base de minutes.

Figura 4- Simulação do processo atual.



Fonte: Autores(2018).

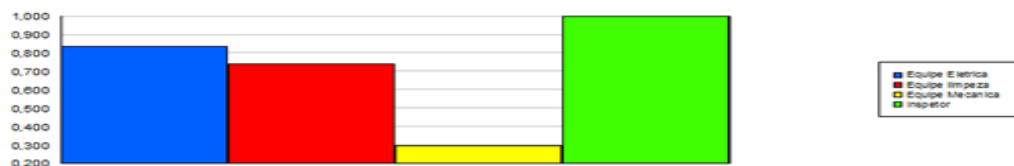
Tabela 1: Relatório de Fila

Queue						
Time						
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
inspeção.Queue	704.76	22,19	669.12	729.33	0.00	1433.83
Lavagem elétrica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lavagem mecânica.Queue	45.2805	28,03	6.1615	102.21	0.00	239.34
Manutenção elétrica.Queue	164.26	190,29	0.00	421.01	0.00	842.02
manutenção mecânica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other						
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
inspeção.Queue	21.4763	0,77	20.1190	22.5972	0.00	29.0000
Lavagem elétrica.Queue	0.01463249	0,04	0.00	0.1024	0.00	1.0000
Lavagem mecânica.Queue	0.2482	0,16	0.02567308	0.5678	0.00	2.0000
Manutenção elétrica.Queue	2.6042	0,94	1.6287	4.6470	0.00	9.0000
manutenção mecânica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vistoria elétrica.Queue	0.02649586	0,06	0.00	0.1855	0.00	1.0000
Vistoria mecânica.Queue	2.7641	0,48	1.9782	3.3551	0.00	8.0000

Fonte: AUTORES (2018).

Tabela 2: Relatório de Utilização

Usage						
Instantaneous Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Equipe Elettrica	0.8344	0,10	0.6484	0.9441	0.00	1.0000
Equipe limpeza	0.7374	0,08	0.6074	0.8721	0.00	1.0000
Equipe Mecanica	0.2942	0,04	0.2374	0.3634	0.00	1.0000
Inspetor	1.0000	0,00	1.0000	1.0000	0.00	1.0000
Scheduled Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Equipe Elettrica	0.8344	0,10	0.6484	0.9441		
Equipe limpeza	0.7374	0,08	0.6074	0.8721		
Equipe Mecanica	0.2942	0,04	0.2374	0.3634		
Inspetor	1.0000	0,00	1.0000	1.0000		



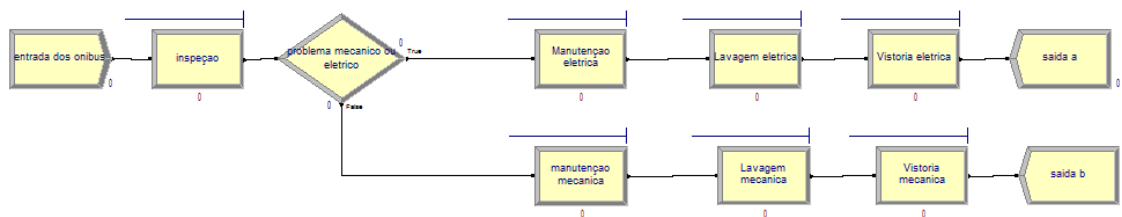
Fonte: AUTORES(2018).

Após a simulação ser efetuada, o relatório informou que: com apenas um único inspetor ele acaba gerando um gargalo, por ter que se locomover do posto de inspeção quando o veículo chega, até se deslocar para a área de vistoria elétrica e mecânica.

### Conclusão

Após verificar que um só inspetor causava um gargalo no tempo do processo foi sugerido que se admitisse mais dois inspetores para as área de vistoria mecânica e vistoria elétrica utilizando um tempo de expression de  $59.5 + 61 * \text{BETA}(0.329, 0.399)$  minutos.

Figura 5- Simulação com Proposta de Melhoria.



Fonte: Autores(2018).

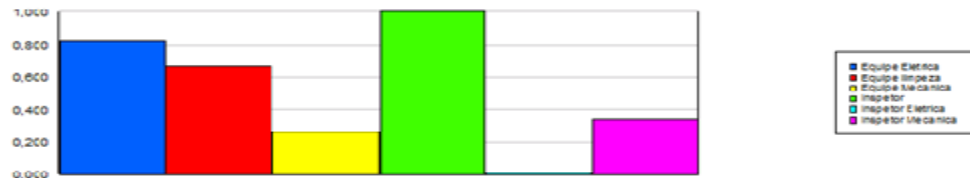
Tabela 3: Relatório de Fila com Proposta de Melhoria

Queue						
Time						
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Inspeção.Queue	690.33	28,23	649.96	732.54	0.00	1432.62
Lavagem eletrica.Queue	10.5529	25,82	0.00	73.8701	0.00	73.8701
Lavagem mecanica.Queue	62.0259	65,69	5.8064	182.71	0.00	384.54
Manutenção eletrica.Queue	120.56	192,75	0.00	477.79	0.00	955.58
manutenção mecanica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vistoria eletrica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vistoria mecanica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other						
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
inspeção.Queue	21.3844	0,24	21.0807	21.7971	0.00	29.0000
Lavagem eletrica.Queue	0.02196088	0,04	0.00	0.1024	0.00	1.0000
Lavagem mecanica.Queue	0.3966	0,50	0.02419340	1.4132	0.00	3.0000
Manutenção eletrica.Queue	2.8227	1,13	0.8311	4.0554	0.00	10.0000
manutenção mecanica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vistoria eletrica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vistoria mecanica.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fonte: Autores(2018).

Tabela 4: Relatório de Utilização com Proposta de Melhoria

Usage						
Instantaneous Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Equipe Eletrica	0.5280	0,11	0.6478	0.9441	0.00	1.0000
Equipe limpeza	0.5690	0,19	0.3355	0.9163	0.00	1.0000
Equipe Mecanica	0.2627	0,07	0.1680	0.3925	0.00	1.0000
Inspetor	1.0000	0,00	1.0000	1.0000	0.00	1.0000
Inspetor Eletrica	0.00863153	0,02	0.00	0.06042070	0.00	1.0000
Inspetor Mecanica	0.3420	0,09	0.1819	0.4874	0.00	1.0000
Scheduled Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average		
Equipe Eletrica	0.8280	0,11	0.6478	0.9441		
Equipe limpeza	0.6690	0,19	0.3355	0.9163		
Equipe Mecanica	0.2627	0,07	0.1680	0.3925		
Inspetor	1.0000	0,00	1.0000	1.0000		
Inspetor Eletrica	0.00863153	0,02	0.00	0.06042070		
Inspetor Mecanica	0.3420	0,09	0.1819	0.4874		



Fonte: Autores(2018).



Os resultados medidos na simulação do processo de manutenção de pane elétrica onde identificou que com base no programa de simulação Arena verificou se a importância da aplicação de recursos de implementação de novas tecnologias para uma melhoria na agilidade do processo. Após o relatório utilizando 3 inspetores foi verificado o tempo de espera dos ônibus diminuiu para ser feito a inspeção.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, DANIELA, **O QUE É MANUTENÇÃO PREDITIVA?** 26 DE FEVEREIRO DE 2013 DISPONÍVEIS EM: <[HTTPS://CERTIFICACAOISO.COM.BR/E-MANUTENCAO-PREDITIVA-2/](https://certificacaoiso.com.br/e-manutencao-preditiva-2/)>. ACESSO EM 23, SETEMBRO, 2018.

ALMEIDA, Tamires, **O que é manutenção preventiva?** Disponível em: <<https://www.industriahoje.com.br/o-que-e-manutencao-preventiva>>. Acesso em 22, setembro, 2018.

CTB- **Código de trânsito brasileiro. Transporte urbano.** Disponível em: <http://www.ctbdigital.com.br/artigo/art24/>>. Acesso em 01/11/2018.

FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicação em Arena.** 2.ed. ver. E atual. / Paulo José de Freitas Filho.- Florianópolis: Visual Book,2008.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES,BEZERRA AFONSO,DISPONÍVEL EM:< [HTTPS://MANUTENCAOEFICAZ.WORDPRESS.COM/PORTAL-DO-CONHECIMENTO/MANUTENCAO-CORRETIVA/](https://manutencaoeficaz.wordpress.com/portal-do-conhecimento/manutencao-corretiva/)>. ACESSO EM 20, SETEMBRO, 2018.

Manutenção. Que conceito. São Paulo. Disponível em:< <https://queconceito.com.br/manutencao>>. Acesso em 19 de setembro de 2018.

MIGUEL, Paulo-Augusto-Cauchick; FLEURY, Afonso/ MELLO, Carlos Henrique Pereira/ NAKANO, Davi Noburo/ TURRIONI, João Batista/ HO, Linda Lee/ MORABITO, Reinaldo/ MARTINS, Roberto Antônio/ PUREZA, Vitória. **Metodologia de Pesquisa em engenharia de produção de operações.** São Paulo: Elsevier, 2010.

PARAGON, Arena. Disponível em: <http://www.paragon.com.br/software/arena>>. Acesso em 11 de novembro de 2018.

PARAGON, **O que é Simulação**. Disponível em: <http://www.paragon.com.br/academico/o-que-e-simulacao/>>. Acesso em 13 de novembro de 2018.

SALÃO DO CARRO, **Como funciona o alternador**. Disponível em: <https://salaodocarro.com.br/como-funciona/funciona-alternador-carro.html>>. Acesso em 29 de setembro de 2018.

SANTORO, PAULA. **MOBILIDADE URBANA É DESENVOLVIMENTO URBANO! CONHEÇA O ANTEPROJETO DE LEI DA POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA ANO: 2005**

SPTRANS- São Paulo transporte, **Transporte coletivo**. Disponível em: [http://www.sptrans.com.br/a\\_sptrans/sistema.aspx](http://www.sptrans.com.br/a_sptrans/sistema.aspx)>. Acesso em :01 de novembro de 2018.

SILVA, E. L. e MENEZES, E. M., **Metodologia de Pesquisa e Elaboração de dissertação**. Florianópolis : UFSC,PPGEP,LED, 113p, 2000.