

**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP QMB EDUARDO SAMPAIO GONÇALVES**

**O IMPACTO DA MANUTENÇÃO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E  
DISPONIBILIDADE DE VIATURAS MARRUÁ (AGRALE)**

**Rio de Janeiro**

**2024**

**CAP QMB EDUARDO SAMPAIO GONÇALVES**

**O IMPACTO DA MANUTENÇÃO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E  
DISPONIBILIDADE DE VIATURAS MARRUÁ (AGRALE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais  
como requisito parcial para a obtenção do  
grau especialização em Ciências Militares.

**Orientador: Cap Int Lucas Mendes da  
Silva**

**Rio de Janeiro**

**2024**

**CAP QMB EDUARDO SAMPAIO GONÇALVES**

**O IMPACTO DA MANUTENÇÃO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E  
DISPONIBILIDADE DE VIATURAS MARRUÁ (AGRALE)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de  
Aperfeiçoamento de Oficiais como  
requisito parcial para a obtenção do  
grau de especialização em Ciências  
Militares.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

**Mauricio Bertolino** Rodrigues Filho – Maj  
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais  
Presidente

**Lucas Mendes** da Silva – Cap  
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais  
Membro

**Emory** Eleamen Oliveira – Maj  
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais  
Membro

## RESUMO

A Força Terrestre está permanentemente em condições de ser empregada a qualquer momento para cumprir suas missões constitucionais, e assim como o armamento, o material motomecanizado também deve estar sempre em plenas condições de utilização. A disponibilidade das viaturas vai impactar diretamente na capacidade de prontidão das tropas. Com as manutenções de primeiro escalão e preventivas sendo realizadas de forma correta, diversos benefícios devem ser alcançados, assim como o aumento da vida útil dos componentes, maior segurança, redução dos custos de reparo e aumento da disponibilidade. Tendo em vista a importância do assunto, o objetivo deste trabalho foi identificar a diferença de custos e complexidade entre a manutenção preventiva e corretiva nas viaturas Marruá (Agrale) utilizadas pelo Exército Brasileiro para auxiliar os militares envolvidos nesse processo a manter sempre elevado o índice de disponibilidade do material Classe IX com o mínimo de recurso possível, tornando a Força cada vez mais eficiente. Como metodologia, foi empregado o método qualitativo, com o intuito de realizar uma análise aprofundada dos dados levantados através do Sistema Logístico de Manutenção e das Ordens de Serviço (SISLOGMNT) geradas pelo 27º B Log. Os resultados permitiram obter uma relação das manutenções preventivas e corretivas realizadas no decorrer do ano de 2023 nas viaturas Marruá (Agrale), verificando-se que a manutenção preventiva é essencial para reduzir custos e melhorar a eficiência operacional das viaturas Marruá, e a integração do SISLOGMNT aprimora significativamente a gestão da frota, evitando duplicidade de registros e otimizando os custos. Como conclusão, evidenciou-se que o histórico do SISLOGMNT trata-se de uma ferramenta essencial para gerenciar a manutenção das viaturas Marruá, pois ajuda a reduzir custos e simplificar processos ao fornecer dados importantes para planejar manutenções, otimizar recursos e melhorar continuamente.

**Palavras-chave:** Manutenção preventiva. Disponibilidade. Viaturas.

## ABSTRACT

The Land Force is always ready to be deployed at any moment to fulfill its constitutional missions, and just like weaponry, mechanized equipment must also always be in full operational condition. The availability of vehicles directly impacts the readiness of troops. Properly conducted first-line and preventive maintenance can achieve various benefits, such as extending component lifespan, enhancing safety, reducing repair costs, and increasing availability. Given the importance of the issue, this study aimed to identify the cost and complexity differences between preventive and corrective maintenance for Marruá (Agrale) vehicles used by the Brazilian Army, to help military personnel maintain a high availability rate for Class IX material with minimal resources, making the Force increasingly efficient. The qualitative method was employed to perform an in-depth analysis of data gathered through the Maintenance Logistic System and Service Orders (SISLOGMNT) generated by the 27th Logistics Battalion. The results provided a comparison of preventive and corrective maintenance performed throughout 2023 on Marruá (Agrale) vehicles, showing that preventive maintenance is essential for reducing costs and improving operational efficiency, while SISLOGMNT integration significantly enhances fleet management by avoiding record duplication and optimizing costs. In conclusion, the SISLOGMNT history is an essential tool for managing Marruá vehicle maintenance, as it helps reduce costs and simplify processes by providing important data for planning maintenance, optimizing resources, and continuous improvement.

**Key words:** Preventive maintenance. Availability. Vehicles.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Viatura Militar AM21 – VTNE ¾ Ton.....	30
FIGURA 2 - Ficha técnica da viatura ¾ Ton Agrale Marruá .....	31
FIGURA 3 - Total de Manutenções Ocorridas no ano de 2023.....	37
FIGURA 4 - Manutenções Preventivas Ocorridas em Fevereiro de 2023.....	37
FIGURA 5 - Manutenções Preventivas Ocorridas em Março de 2023.....	38
FIGURA 6 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Maio de 2023.....	40
FIGURA 7 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Junho de 2023.....	40
FIGURA 8 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Julho de 2023 .....	41
FIGURA 9 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Agosto de 2023. ....	42
FIGURA 10 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Agosto de 2023 (continuação)	43
FIGURA 11 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Setembro de 2023.....	44
FIGURA 12 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Outubro de 2023.....	44
FIGURA 13 - Manutenções Corretivas Ocorridas em Novembro de 2023. ....	45

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Evolução da Manutenção .....	18
QUADRO 2 - Funções dos Usuários do SISLOGMNT.....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1 PROBLEMA.....	12
1.1.1 Antecedentes do Problema .....	12
1.1.2 Formulação do Problema .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos .....	13
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO .....	14
1.4 JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS DA MANUTENÇÃO .....	16
2.1.1 Tipos de Manutenção.....	20
2.1.1.1 Manutenção Preventiva.....	20
2.1.1.2 Manutenção Corretiva .....	22
2.1.1.3 Manutenção Preditiva/Previsiva .....	24
2.1.1.4 Manutenção Modificadora .....	25
2.2 FALHAS E PANE .....	26
2.3 SISTEMA LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO (SISLOGMNT) .....	27
2.4 VTNE ¾ TON AGRALE MARRUÁ .....	29
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	32
3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO .....	32
3.2 AMOSTRA.....	32
3.3 DELINEAMENTO DE PESQUISA.....	33
3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA .....	33
3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	34
3.6 INSTRUMENTOS.....	35
3.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	35
<b>4 RESULTADOS</b> .....	36
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	47



<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização dos veículos automotores pela sociedade e pelos militares resultou em inúmeras melhorias no que diz respeito à facilidade de mobilidade, contribuindo significativamente para a qualidade de vida e para o aumento do poder de combate dos mais diversos tipos de tropa. Contudo, com o passar dos anos e a evolução das tecnologias, a manutenção das viaturas foi se tornando cada vez mais complexa, exigindo maior quantidade de ferramental específico e capacitação tanto dos operadores quanto dos mecânicos.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994), manutenção é definida como um conjunto de ações sistemáticas e planejadas realizadas com o objetivo de restaurar ou conservar um item, sistema ou equipamento. O propósito é assegurar que o item continue a operar de acordo com as especificações e padrões estabelecidos pelo seu fabricante.

No âmbito do Exército Brasileiro, a viatura Marruá da Agrale é um veículo utilitário robusto e versátil, amplamente utilizado em diversas aplicações, desde o campo até a cidade. No entanto, como qualquer máquina, ela requer manutenção preventiva para garantir seu bom funcionamento, reduzir custos e aumentar sua disponibilidade. Nesse contexto, este trabalho visa analisar o impacto do planejamento da manutenção na redução de custos e disponibilidade das viaturas Marruá, com foco na tomada de decisão sobre o melhor momento para realizar os serviços de manutenção.

O planejamento da manutenção é importante para a gestão eficiente de frotas, especialmente para veículos como a Marruá, que operam em ambientes desafiadores. Segundo Silva et al. (2020), um plano de manutenção bem estruturado pode reduzir custos com reparos em até 25%, além de aumentar a disponibilidade da frota em até 10%. Além disso, destaca-se que os benefícios do planejamento da manutenção vão além da redução de custos e do aumento da disponibilidade. Melo (2019) evidencia que um plano bem elaborado contribui para a segurança dos operadores, a otimização do tempo de parada dos veículos, a preservação do meio ambiente e a valorização do patrimônio da empresa.

O planejamento da manutenção deve considerar uma série de fatores essenciais para garantir sua eficácia. Entre esses fatores estão as características

específicas do veículo, as condições de operação a que ele está submetido, o histórico de manutenções realizadas e as recomendações fornecidas pelo fabricante. De acordo com Pereira et al. (2018), é recomendável a análise de indicadores-chave, como horas trabalhadas, quilometragem percorrida, consumo de combustível e desgaste de componentes, para avaliar a necessidade de manutenção. Esses indicadores ajudam a determinar com precisão o momento ideal para realizar intervenções.

Nesse sentido, a tomada de decisão sobre o melhor momento para realizar a manutenção é necessária para maximizar os resultados e a eficiência operacional. Santos et al. (2017) sugerem o uso de técnicas de análise preditiva para identificar falhas potenciais antes que elas evoluam para problemas mais graves. Esse *approach* permite que a manutenção seja realizada de forma preventiva, evitando interrupções inesperadas e custos adicionais associados a reparos emergenciais.

A manutenção preventiva, que é executada em intervalos predefinidos, oferece vantagens significativas em comparação com a manutenção corretiva, que ocorre somente após a falha do equipamento. Gomes (2016) destaca que a manutenção preventiva não só reduz o risco de paradas inesperadas, mas também prolonga a vida útil dos componentes e melhora o desempenho do veículo. Dessa forma, a manutenção preventiva se revela mais eficiente e econômica ao promover a continuidade operacional e a otimização dos recursos.

É fundamental considerar que o planejamento da manutenção tem como objetivo otimizar o Custo Total de Manutenção (CTM), que inclui não apenas os custos diretos, como mão de obra, peças de reposição, ferramentas e equipamentos, mas também os custos indiretos, como paradas do veículo e perda de produtividade. O CTM é uma métrica crítica para garantir que os recursos sejam utilizados de maneira eficiente e que os impactos financeiros da manutenção sejam minimizados.

Além disso, a tecnologia desempenha um papel crucial no planejamento e na gestão da manutenção. Ferramentas modernas, como *softwares* de gestão de frotas, sistemas de monitoramento de veículos e soluções de análise preditiva, oferecem suporte significativo nesse processo. Costa et al. (2015) destacam que a adoção dessas ferramentas pode melhorar a tomada de decisões, aumentar a eficiência das operações de manutenção e contribuir para a redução dos custos totais. Esses recursos tecnológicos proporcionam dados mais precisos e em tempo real, facilitando

a identificação de necessidades de manutenção e a implementação de estratégias mais eficazes.

O planejamento da manutenção é uma ferramenta essencial para a gestão eficiente da frota de viaturas Marruá (Agrale). Por meio da análise de dados, da aplicação de técnicas preditivas e da seleção da estratégia de manutenção mais apropriada, é possível não apenas reduzir os custos com reparos, mas também aumentar a disponibilidade da frota, garantir a segurança dos operadores e otimizar o desempenho dos veículos. Para garantir a eficácia desse planejamento, sua implementação deve ser realizada de maneira metódica. Isso inclui a definição clara de responsabilidades, a padronização dos procedimentos de manutenção, a capacitação adequada dos mecânicos e o estabelecimento de um sistema robusto de controle e monitoramento. Oliveira (2017) enfatiza que uma comunicação clara entre as equipes de operação e manutenção é crucial para o sucesso do plano.

Nesse contexto, é fundamental considerar o Custo de Ciclo de Vida (CCV), que abrange todos os custos associados a um veículo ao longo de sua vida útil, incluindo aquisição, operação e manutenção. Alves et al. (2014) destacam que um planejamento de manutenção bem estruturado pode reduzir significativamente o CCV ao prolongar a vida útil dos componentes e otimizar os gastos com reparos. Estratégias como a Manutenção Baseada em Condição (MBC), que utiliza técnicas de monitoramento para avaliar a necessidade de manutenção com base na condição real dos componentes, podem contribuir ainda mais para a redução do CCV.

Além disso, a integração do planejamento da manutenção com o gerenciamento de peças de reposição é crucial. Antecipar as necessidades de manutenção permite otimizar o estoque de peças e minimizar os custos associados a paradas inesperadas por falta de material. Soares (2012) sugere a utilização de técnicas de previsão de demanda para garantir a disponibilidade de peças no momento adequado.

O monitoramento contínuo do plano de manutenção, por meio da coleta e análise de dados, é essencial para a melhoria contínua do processo. A análise de indicadores como intervalos entre manutenções, custos de reparos e disponibilidade da frota possibilita a identificação de oportunidades para aprimorar o plano e os procedimentos de manutenção. Barbosa et al. (2011) ressaltam a importância de cultivar uma cultura de aprendizado contínuo para otimizar a gestão da manutenção.

Diante de todos esses aspectos, o Exército Brasileiro implantou o Sistema Logístico de Manutenção, uma ferramenta fundamental do plano de manutenção que servirá de base para este trabalho. Esse sistema visa consolidar as melhores práticas e estratégias discutidas, garantindo uma gestão mais eficiente e integrada da manutenção das viaturas, alinhando-se às necessidades e objetivos da organização.

## 1.1 PROBLEMA

### 1.1.1 Antecedentes do Problema

Com o avanço da tecnologia e o aumento da complexidade dos sistemas automotivos, o planejamento e a execução dos planos de manutenção preventiva tornaram-se significativamente mais desafiadores. A sofisticação crescente dos veículos modernos implica uma maior complexidade nos componentes e sistemas, o que exige estratégias de manutenção mais detalhadas e precisas. Se os planos de manutenção preventiva não forem seguidos rigorosamente, isso pode levar a falhas imprevistas e, conseqüentemente, a intervenções mais extensas e dispendiosas para restaurar as viaturas às suas condições normais de operação (SHIYAS, 2021).

Neste contexto, a falta de manutenção preventiva adequada pode ter várias conseqüências adversas. Primeiramente, pode haver um aumento substancial nos custos de manutenção. Falhas não detectadas e problemas não resolvidos antecipadamente frequentemente resultam em reparos mais complexos e onerosos, além de potenciais danos adicionais aos componentes do veículo. Em segundo lugar, a demanda por mão de obra tende a aumentar. A necessidade de realizar reparos de emergência e lidar com falhas inesperadas pode sobrecarregar a equipe de manutenção, exigindo mais horas de trabalho e recursos humanos para lidar com os problemas que poderiam ter sido evitados com uma manutenção preventiva eficaz.

Além disso, a disponibilidade das viaturas é comprometida. Veículos fora de operação devido a falhas ou reparos não planejados afetam negativamente a capacidade operacional, reduzindo a eficiência e a prontidão da frota. Isso pode impactar a logística e a capacidade de atender a demandas operacionais essenciais, afetando a produtividade e a eficiência geral.

Este estudo visa examinar o impacto que a ausência de uma manutenção preventiva adequada pode gerar, com foco especial no aumento dos custos de manutenção, na elevação da demanda de mão de obra e na diminuição da disponibilidade das viaturas. A análise desses fatores permitirá identificar as implicações diretas da falta de manutenção preventiva e oferecer insights sobre como estratégias de manutenção mais eficazes podem mitigar esses problemas e melhorar a gestão da frota.

### 1.1.2 Formulação do Problema

Diante dessa conjuntura, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: **Como o histórico de manutenção do Sistema Logístico de Manutenção pode contribuir para redução de custos e complexidade das manutenções da Marruá (Agrale)?**

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos dividem-se em objetivo geral e específicos.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar subjetivamente como a correta utilização do Sistema Logístico de Manutenção interfere no histórico de custos e complexidade entre as manutenções preventivas e corretivas na viatura Marruá (Agrale).

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar a importância da manutenção preventiva;
- b) Identificar as consequências da ausência da manutenção preventiva;
- c) Observar como o uso do Sistema Logístico de Manutenção interfere no histórico de manutenção nas viaturas Marruá (Agrale).

d) Apresentar dados de gerenciamento de frota do Sistema Logístico de Manutenção.

### 1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

O trabalho será focado em verificar e avaliar a importância da manutenção preventiva nas viaturas Marruá (Agrale) realizada no âmbito do Exército Brasileiro.

De acordo com alguns estudos realizados em frotas logísticas tanto de veículos leves como pesados, foi verificado que a manutenção preventiva é capaz de tornar a operação dos veículos mais segura, eficiente e menos onerosa, resultando em uma maior capacidade de atender às demandas da Força. Assim, foram definidas as seguintes questões de estudo:

- a) Qual a importância da manutenção preventiva?
- b) Quais as consequências da ausência da manutenção preventiva?
- c) Como o uso do Sistema Logístico de Manutenção interfere no histórico de manutenção nas viaturas Marruá (Agrale)?
- d) Quais tipos de dados sobre a frota podem ser extraídos do Sistema Logístico de Manutenção e como esses dados podem auxiliar na tomada de decisões para otimização da frota?

### 1.4 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa tem como objetivo principal avaliar a viabilidade de aprimorar a capacidade de prontidão da Força Terrestre por meio da implementação de práticas mais eficazes de manutenção preventiva nas viaturas. Esse enfoque pode trazer benefícios significativos em consonância com os objetivos estratégicos estabelecidos pelo Plano Estratégico do Exército 2024-2027, particularmente no que tange à ampliação da capacidade operacional e mobilidade da força terrestre, e ao aperfeiçoamento do sistema logístico militar terrestre.

De acordo com o OEE 1 - APRIMORAR A CAPACIDADE DE DISSUAÇÃO, a estratégia 1.1, que visa à ampliação da capacidade operacional, inclui a ação estratégica de implantar ou adequar infraestruturas de apoio às capacidades

operacionais. A pesquisa pode contribuir para este objetivo ao aumentar a disponibilidade das viaturas, através de uma manutenção preventiva mais eficiente, o que, por sua vez, pode reduzir a necessidade de manutenções corretivas mais complexas e dispendiosas. Assim, a adoção de um programa robusto de manutenção preventiva permitirá que as infraestruturas de apoio, como oficinas e equipamentos de manutenção, sejam utilizadas de forma mais eficaz e com menor carga de trabalho emergencial.

Além disso, a estratégia 1.2, que busca a ampliação da mobilidade da Força Terrestre, também se beneficiará com o aumento da confiabilidade das viaturas. Ao reduzir as falhas mecânicas e os períodos de inatividade, a manutenção preventiva garantirá que as viaturas estejam sempre prontas para ação, o que melhora a capacidade de resposta e a mobilidade da força terrestre em operações diversas.

A pesquisa também está alinhada com o OEE 5 - APERFEIÇOAR O SISTEMA LOGÍSTICO MILITAR TERRESTRE, especificamente com o objetivo 5.1, que visa a adequação da estrutura logística do Exército. O aumento da eficiência das manutenções e a redução dos custos associados são cruciais para otimizar a estrutura logística existente. Ao focar na manutenção preventiva, é possível minimizar os custos com manutenções corretivas e emergenciais, além de melhorar a gestão de recursos e a alocação eficiente de pessoal e materiais.

Outro benefício substancial é o incremento na segurança operacional das viaturas. Uma manutenção preventiva eficaz contribui para a redução de falhas mecânicas durante as missões, minimizando a necessidade de acionamento das equipes de resgate e garantindo a integridade das tropas. A confiabilidade aprimorada das viaturas promove não apenas uma maior segurança durante as operações, mas também um melhor desempenho geral das missões.

Portanto, esta pesquisa é fundamental para apoiar as diretrizes estratégicas do Exército Brasileiro, proporcionando uma abordagem mais eficaz e econômica para a manutenção das viaturas, o que, por conseguinte, fortalece a capacidade operacional e a logística da Força Terrestre.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O presente tópico apresenta os fundamentos teóricos da pesquisa, visando oferecer uma visão clara sobre o tema da manutenção. Inicia-se com uma visão geral, abordando os principais tipos de manutenção: preventiva, corretiva, preditiva/previsiva e modificadora. Em seguida, discutem-se as falhas e panes que podem ocorrer, e como elas afetam os sistemas. Por fim, apresenta-se o Sistema Logístico de Manutenção (SISLOGMNT), que ajuda na organização e gestão das atividades de manutenção. Cada seção é projetada para fornecer informações práticas e essenciais sobre o assunto.

### 2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS DA MANUTENÇÃO

Por manutenção, entende-se a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual ele possa desempenhar uma função requerida” (ABNT, 1994, p.6). Ainda como conceito, para Carreira, Silva e Caneira (2010), a manutenção consiste em um conjunto de ações projetadas para garantir que máquinas e instalações funcionem adequadamente. Isso inclui realizar intervenções no momento certo e com a extensão necessária para evitar falhas ou redução de desempenho.

Conforme Peng (2021), caso ocorram problemas, o objetivo é restaurar os equipamentos a boas condições de funcionamento rapidamente e a um custo otimizado. Em essência, a manutenção envolve ações técnicas e administrativas destinadas a assegurar o funcionamento eficiente dos equipamentos por meio de correções e ajustes apropriados e pontuais.

No contexto do Exército Brasileiro, a manutenção é uma das funções logísticas fundamentais, pois assegura que equipamentos e sistemas críticos estejam sempre prontos para serem empregados, mantendo a operacionalidade e a eficácia das operações militares. Essa função é necessária para a prontidão das forças, impactando diretamente a capacidade de resposta e a execução bem-sucedida das missões. Assim, a manutenção logística no Exército Brasileiro não só envolve aspectos técnicos e administrativos, mas também estratégias para a gestão eficiente

dos recursos e a implementação de processos que garantam a máxima disponibilidade e desempenho dos equipamentos militares (PAUSE, 2018).

A função de manutenção logística envolve ações para garantir que o material continue operando adequadamente ao longo de seu ciclo de vida. Quando ocorre algum dano, o objetivo é restaurar o funcionamento do equipamento o mais rapidamente possível. Em resumo, as atividades dessa área estão estreitamente ligadas às expectativas do sistema em questão. A logística de manutenção abrange uma gama de tarefas, como a gestão de recursos, a aquisição de peças de reposição e a contratação de serviços especializados (BRASIL, 2016).

De acordo com o Manual EB 60-ME-22-401 o objetivo da manutenção não deve ser entendido como o de restabelecer as condições originais dos equipamentos ou sistemas, mas sim o de garantir a disponibilidade desses, para que possam atender a uma finalidade de emprego com confiabilidade, segurança e a custos adequados (BRASIL, 2017).

Menciona-se, ainda, que a manutenção segue quatro princípios essenciais. O primeiro é o escalonamento, que concentra os serviços especializados nas Unidades de Manutenção, facilitando a centralização e otimização do atendimento técnico. O segundo princípio é a descentralização seletiva, que antecipa as operações de manutenção mais complexas para apoiar as tropas no campo de maneira mais eficaz. O terceiro princípio é a minimização do tempo de retenção, que se foca na substituição rápida dos componentes danificados, permitindo correções ágeis e eficientes. Por último, a gestão técnica da manutenção é baseada na documentação e análise detalhada de dados, assegurando uma abordagem técnica e sistemática para a manutenção dos equipamentos (ALVES, 2023).

Conforme Carreira, Silva e Caneira (2010), antes da Revolução Industrial, que teve início na segunda metade do século XIX, a reparação de equipamentos era a prática predominante. Nessa época, os sistemas eram projetados para ter uma vida útil bastante longa, eram relativamente simples e podiam ser facilmente consertados quando apresentavam falhas. A ideia de peças de reposição ainda não estava desenvolvida, o que significava que a manutenção se concentrava em reparar e restaurar os equipamentos ao invés de substituir componentes. Com o avanço tecnológico e a introdução de novas máquinas e sistemas mais complexos, o conceito de manutenção evoluiu. A partir de 1930, o termo "manutenção" começou a ganhar

mais destaque no vocabulário técnico e gerencial, refletindo mudanças nas práticas e abordagens relacionadas à conservação e operação dos equipamentos.

Nesse contexto, a evolução da manutenção pode ser categorizada em quatro gerações distintas, por isso, no Quadro 1 apresenta-se a progressão das práticas de manutenção ao longo do tempo, destacando como as expectativas, as falhas e as técnicas utilizadas mudaram de uma geração para outra.

<b>Período/Aspectos</b>	<b>Expectativa</b>	<b>Falhas</b>	<b>Técnicas e Ferramentas</b>
1ª Geração	Conserto após falha.	Desgaste originou falha.	Atenção voltada para reparo.
2ª Geração	Disponibilidade crescente; Maior vida útil do equipamento.	Equipamentos seguem a curva da banheira (tempo de vida).	Planejamento manual da manutenção; Computadores grandes e lentos; Manutenção Preventiva (por tempo).
3ª Geração	Maior confiabilidade e disponibilidade; Melhor relação custo-benefício; Preservação do meio ambiente.	Seis padrões de falha.	Monitoramento da condição; Manutenção Preditiva; Análise de risco; Computadores pequenos e rápidos; Softwares potentes; Grupos de trabalho multidisciplinares; Projetos voltados para confiabilidade; Contratação por mão de obra e serviços.
4ª Geração	Maior confiabilidade e disponibilidade; Preservação do meio ambiente; Segurança; Influência nos resultados do negócio; Gerenciamento dos ativos.	Reduzir drasticamente falhas prematuras.	Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição; Minimização da Manutenção Preventiva e Corretiva não planejada; Análise de Falhas; Técnicas de confiabilidade; Manutenibilidade; Engenharia de Manutenção; Projetos voltados para confiabilidade e custo do ciclo de vida; Contratação por resultados.

QUADRO 1 – Evolução da Manutenção  
Fonte: Adaptado de Freitas (2016) e Reis (2018).

Assim, conforme destacado no quadro acima, as práticas de manutenção mudaram ao longo do tempo. Na 1ª Geração, a manutenção era feita apenas quando o equipamento falhava. O foco era consertar os equipamentos depois que eles apresentavam problemas, sem muito planejamento ou prevenção. Na 2ª Geração, por sua vez, o objetivo era aumentar a disponibilidade e a vida útil dos equipamentos. Começou-se a seguir o padrão da "curva da banheira", que descreve a vida útil dos equipamentos. A manutenção passou a ser planejada manualmente, usando

computadores grandes e lentos, e a manutenção preventiva, baseada no tempo, se tornou mais comum (REIS, 2018).

Já na 3ª Geração, a ênfase mudou para melhorar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos, com melhor relação custo-benefício e foco na preservação ambiental. Surgiram técnicas mais avançadas, como monitoramento da condição e manutenção preditiva. Computadores menores e mais rápidos, *softwares* avançados e equipes multidisciplinares começaram a ser usados, e a análise de risco e a contratação de serviços especializados se tornaram práticas comuns. Na 4ª Geração, por fim, a manutenção passou a focar não só em confiabilidade e disponibilidade, mas também em segurança e impacto nos resultados dos negócios. O objetivo é reduzir falhas prematuras e gerenciar os ativos de forma mais eficiente. A manutenção preditiva e o monitoramento da condição foram ampliados, enquanto a manutenção preventiva e corretiva não planejada foi reduzida. Foram incorporadas técnicas avançadas de análise de falhas e engenharia de manutenção, e a contratação passou a ser baseada em resultados e no custo do ciclo de vida dos equipamentos (REIS, 2018).

Nesse contexto histórico e evolutivo, a manutenção, portanto, visa garantir a operacionalidade e a eficácia dos equipamentos e sistemas no Exército Brasileiro, assegurando que estejam sempre prontos para uso e atendam às necessidades operacionais com confiabilidade e eficiência. Para atingir esses objetivos, a manutenção deve ser implementada de acordo com uma série de princípios e estratégias que permitem a gestão eficaz dos recursos e a otimização dos processos, sendo que a manutenção moderna no Exército Brasileiro é estruturada para antecipar problemas antes que se tornem críticos, realizar intervenções oportunas e reduzir o tempo de inatividade dos equipamentos. Adotar abordagens estratégicas e técnicas avançadas é essencial para enfrentar os desafios operacionais e garantir que os sistemas estejam sempre prontos para desempenhar suas funções de maneira eficiente e segura (ALVES, 2023).

Com base nisso, é importante entender os diferentes tipos de manutenção que podem ser aplicados para atender às variadas necessidades e circunstâncias enfrentadas pelas forças armadas. Esses tipos de manutenção são essenciais para a aplicação prática dos princípios discutidos, abrangendo desde ações corretivas e preventivas até abordagens mais específicas voltadas para a manutenção contínua e a minimização do tempo de inatividade dos equipamentos. Assim, a próxima seção

detalha os diferentes tipos de manutenção e como cada um contribui para a eficácia geral das operações logísticas no Exército Brasileiro.

### 2.1.1 Tipos de Manutenção

Segundo Branco Filho (2008), o desenvolvimento da manutenção segue a ampliação das unidades de produção. Quanto mais sofisticado o processo, mais sofisticada será a manutenção e mais elevado o nível técnico dos profissionais. Como a manutenção é uma atividade bem diversificada, é necessária uma caracterização mais específica para atingir cada objetivo.

De acordo com o Manual EB60-ME-22.401 Gerenciamento da Manutenção, a manutenção pode ser dividida em 4 tipos:

- 1) Manutenção Preventiva;
- 2) Manutenção Corretiva;
- 3) Manutenção Preditiva/Previsiva;
- 4) Manutenção Modificadora.

#### 2.1.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é aquela “efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (ABNT, 1994, p.7). Ela é planejada e realizada independentemente da existência ou não de possíveis falhas, geralmente baseada na reaplicação de torque, lubrificação, inspeção visual e substituição de componentes mais simples.

A manutenção preventiva, conforme descrito por Mobley (2004), é fundamentalmente baseada no tempo decorrido ou nas horas de operação de um determinado material. Lima (2014) define essa prática como um conjunto de ações planejadas e realizadas em intervalos predefinidos para prevenir falhas e manter o bom estado das viaturas, com o objetivo de garantir a prontidão operacional das unidades militares e assegurar a disponibilidade das viaturas para missões e operações.

A manutenção baseada no tempo envolve a execução regular de inspeções,

ajustes, limpezas, lubrificações, trocas de peças, calibrações e reparos de componentes e equipamentos, independentemente das condições reais do equipamento. Emanuel (2012) ressalta que essa prática é essencial quando a segurança é uma prioridade maior do que outros fatores. No entanto, a implementação eficaz desse método exige que a indústria realize estudos estatísticos e análise detalhada das condições do equipamento, incluindo o local de instalação e dados do fabricante, como destacado por Gouvea (2015).

Implementar a manutenção preventiva no Exército Brasileiro traz vários benefícios estratégicos. Primeiramente, a redução de custos com reparos é um ponto crucial. Ao evitar falhas inesperadas e os reparos emergenciais geralmente mais caros e complexos, a manutenção preventiva pode diminuir esses custos em até 25%, como aponta Melo (2019). Além disso, a manutenção preventiva contribui para o aumento da disponibilidade da frota. Viaturas bem conservadas necessitam de menos paradas para manutenção corretiva, o que pode elevar a disponibilidade da frota em até 10%, conforme estimado por Pereira et al. (2018). Outro benefício é a melhoria da segurança, pois essa prática ajuda a identificar e corrigir falhas potenciais antes que causem acidentes. Santos et al. (2017) destacam que isso reduz o risco de paradas inesperadas em locais inóspitos ou durante missões, garantindo a segurança dos militares. A manutenção preventiva também otimiza o desempenho das viaturas, proporcionando melhor potência, consumo de combustível e dirigibilidade, e aumentando a vida útil dos veículos. Gomes (2016) ressalta que isso reduz os custos com combustível e melhora o desempenho geral das viaturas.

Para uma implementação eficaz da manutenção preventiva no contexto militar, é essencial o planejamento estratégico e a organização, como sugerido por Costa et al. (2015). O processo deve começar com a elaboração de um plano de manutenção abrangente, que defina procedimentos, intervalos entre revisões, recursos necessários e responsabilidades das equipes. Também é necessário garantir a aquisição de peças de reposição e ferramentas adequadas. A capacitação dos mecânicos e técnicos é crucial para assegurar que os procedimentos sejam realizados de forma correta e segura, conforme os manuais técnicos das viaturas. Além disso, o plano deve ser monitorado e controlado continuamente para assegurar sua efetividade e identificar oportunidades de melhoria, e a integração com o sistema de gerenciamento de viaturas do Exército Brasileiro é fundamental para otimizar o processo e aprimorar a tomada de decisões.

No caso específico das viaturas Marruá, a elaboração do plano de manutenção preventiva deve considerar as características e condições de operação desses veículos. Oliveira (2017) sugere considerar as condições desafiadoras dos terrenos, como áreas rurais, montanhosas ou com lama, que demandam cuidados específicos com os sistemas de suspensão, freios, pneus e outros componentes suscetíveis a desgaste. Além disso, é importante consultar o histórico de manutenção de cada viatura para identificar padrões e tendências que possam levar a falhas, possibilitando ações preventivas direcionadas. Por fim, os operadores das viaturas Marruá devem receber treinamento para identificar sinais de desgaste ou mau funcionamento e reportá-los prontamente, e adotar hábitos de condução defensiva que contribuem para a preservação dos veículos e a redução da necessidade de manutenções corretivas.

#### 2.1.1.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é aquela “efetuada após a ocorrência de uma pane e destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.” (ABNT, 1994, p.7) Ela geralmente não é planejada, e desta forma acaba trazendo algumas desvantagens, se tornando uma manutenção emergencial na maioria das vezes para solucionar uma pane existente. É a “intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente” (VIANA, 2002, p. 09).

As viaturas Marruá da Agrale são peças chave no arsenal militar brasileiro, utilizadas em diversas operações e missões. Sua robustez e versatilidade as tornam essenciais para o transporte de tropas, equipamentos e cargas em terrenos desafiadores. No entanto, como qualquer máquina, elas podem apresentar falhas e necessitar de reparos. Nesse contexto, a manutenção corretiva se destaca como uma ferramenta importante para a recuperação da operacionalidade das viaturas Marruá.

Em termos militares, a manutenção corretiva, conforme definido por Lima (2014), consiste em um conjunto de ações realizadas após a ocorrência de uma falha, com o objetivo de restaurar o funcionamento normal da viatura. Essa prática visa garantir a pronta recuperação da capacidade operacional das unidades militares, possibilitando o retorno das viaturas às missões e operações.

A principal diferença entre a manutenção preventiva e a corretiva reside no

momento em que a ação é realizada. A manutenção preventiva é realizada em intervalos predefinidos, com o objetivo de prevenir falhas, enquanto a manutenção corretiva é realizada após a ocorrência de uma falha. Melo (2019) destaca que a manutenção preventiva é mais eficiente e econômica do que a corretiva, pois evita falhas inesperadas e consequentes reparos emergenciais que podem ser mais custosos e complexos.

A manutenção corretiva, apesar de ser menos desejável do que a preventiva, é fundamental para o Exército Brasileiro por diversos motivos:

a) Recuperação da operacionalidade: A manutenção corretiva permite a recuperação rápida das viaturas após a ocorrência de uma falha, garantindo a prontidão operacional das unidades militares. Pereira et al. (2018) ressaltam que a rápida recuperação das viaturas contribui para a eficiência das missões e operações militares.

b) Prevenção de danos maiores: A realização imediata da manutenção corretiva após a detecção da falha evita que o problema se agrave, causando danos maiores e reparos mais complexos e custosos. Santos et al. (2017) apontam que a manutenção corretiva oportuna contribui para a preservação das viaturas e a extensão de sua vida útil.

c) Segurança dos militares: A manutenção corretiva garante que as viaturas estejam em boas condições de funcionamento, reduzindo o risco de acidentes e garantindo a segurança dos militares durante as missões e operações. Gomes (2016) destaca que a segurança dos militares é a principal prioridade do Exército Brasileiro, e a manutenção corretiva contribui para a concretização dessa prioridade.

d) Diagnóstico preciso da falha: O diagnóstico preciso da falha é fundamental para realizar a manutenção corretiva de forma eficaz e eficiente. Costa et al. (2015) sugerem a utilização de ferramentas de diagnóstico adequadas e a capacitação dos mecânicos para identificar a causa das falhas com precisão.

e) Disponibilidade de peças de reposição: É fundamental garantir a disponibilidade de peças de reposição originais para a realização da manutenção corretiva das viaturas Marruá. Oliveira (2017) sugere a implementação de um sistema de gestão de estoque eficiente para garantir a disponibilidade das peças necessárias no momento em que forem precisas.



f) Documentação e registro das manutenções: A documentação e o registro das manutenções corretivas realizadas em cada viatura são importantes para acompanhar o histórico de falhas e identificar padrões que podem levar a ações preventivas direcionadas.

Em síntese, a manutenção corretiva visa reparar ou recuperar material danificado para que volte a estar em condições de uso. É a forma mais básica de manutenção e segue um ciclo no qual os reparos são feitos somente após a falha do equipamento. De acordo com Gouvea (2015), essa abordagem é a mais cara em termos de custo total do sistema. A manutenção corretiva pode ser classificada como de emergência e pode ocorrer de forma planejada ou não planejada.

Todavia, apesar de seus benefícios, frisa-se que, a manutenção corretiva oferece algumas desvantagens significativas: aumenta a frequência de falhas, reduz a disponibilidade dos equipamentos e aumenta as interrupções inesperadas da produção.

#### 2.1.1.3 Manutenção Preditiva/Previsiva

A manutenção preditiva, uma subcategoria da manutenção preventiva, utiliza controles diagnósticos baseados em técnicas de confiabilidade e parâmetros estatísticos para prever o momento ideal para realizar a manutenção. Seu objetivo é maximizar o tempo de operação dos equipamentos, realizando a manutenção próximo ao final da vida útil dos componentes, e otimizando os custos de operação e manutenção. De acordo com Gouvea (2015), essa abordagem visa evitar falhas ao monitorar parâmetros específicos e manter a máquina em funcionamento pelo maior tempo possível. No entanto, a manutenção preditiva envolve custos adicionais, como mão de obra especializada e aquisição de equipamentos de medição.

Ainda, menciona-se que a manutenção preditiva ou controlada “permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”

(ABNT, 1994, p.7). Acrescenta-se que “as técnicas preditivas são utilizadas para monitorar as condições do equipamento. Quando necessária, a correção é realizada por meio de uma manutenção corretiva planejada” (PINTO; XAVIER, 2009, p. 45).

Conforme o Manual EB 60-ME-22-401, é o tipo de manutenção preventiva onde é possível prever o momento mais apropriado para a execução das atividades de manutenção e, dessa forma, chegar o mais próximo possível do limite de vida útil de peças e componentes, otimizando o trinômio custos-operacionalidade-manutenção (BRASIL, 2017).

Para avaliar a adoção da manutenção preditiva, é importante considerar aspectos de segurança pessoal e operacional, como a redução de custos ao evitar intervenções desnecessárias e prolongar a operação segura dos equipamentos. Os custos envolvidos incluem instrumentos e aparelhos de medição e análise, que tendem a diminuir com os avanços na microeletrônica, além de uma mão de obra que, geralmente, não representa um gasto significativo (REIS, 2018). Costa et al. (2015) observa que a manutenção preditiva representa uma grande mudança de paradigma na área. Ela é a abordagem que menos interfere na operação da planta e oferece os melhores resultados.

#### 2.1.1.4 Manutenção Modificadora

A manutenção modificadora envolve as ações de reconstrução, modernização/modificação de equipamentos e sistemas de armas, bem como a reparação e recuperação de conjuntos e componentes. Normalmente, exige projetos de engenharia, pessoal com competências técnicas específicas e infraestrutura fabril (civis e/ou militares) (BRASIL, 2017).

Trata-se da mais complexa entre as modalidades já mencionadas, pois envolve ações de reconstrução e modernização que necessitam de equipamentos específicos e pessoal altamente capacitado, seja civil ou militar (ALVES, 2023). Essa abordagem utiliza dados coletados e arquivados através de sistemas de manutenção preditiva para fazer recomendações que visam a melhoria contínua. O objetivo é aumentar a confiabilidade, a disponibilidade, a manutenibilidade e a segurança dos equipamentos (MOURA, 2009).

A manutenção modificadora busca substituir a necessidade de consertos

contínuos e problemas crônicos, melhorando padrões e sistemáticas, e desenvolvendo a manutenibilidade. Além disso, ela proporciona *feedback* ao projeto e influencia tecnicamente as decisões de compras. Trata-se de adotar referências de excelência, aplicar técnicas modernas e alinhar-se com os padrões de manutenção de Classe Mundial (MOURA, 2009).

## 2.2 FALHAS E PANE

A falha pode ser definida como o término da capacidade de um item de desempenhar a sua função requerida. Esta falha pode ser classificada de várias maneiras: falha crítica, de projeto, de fabricação, aleatória, gradual, etc. (SANTOS, 2021). A Análise de *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) é uma abordagem que auxilia na identificação e priorização de falhas potenciais em equipamentos, sistemas e processos. Ela frequentemente serve como um primeiro passo para a implementação do programa de Análise das Causas-Raízes da Falha (RCFA), também conhecido como *Root Cause Failure Analysis* (FREITAS, 2016).

De acordo com Souza (2008), na manutenção, a FMEA é utilizada para avaliar, documentar e priorizar o impacto de cada falha funcional, com o objetivo de definir métodos de prevenção ou correção.

Um estudo de FMEA envolve uma análise sistemática de diversos aspectos para cada função de uma instalação. Inicialmente, é necessário identificar a função, que se refere ao objetivo da função e ao nível desejado de desempenho. Em seguida, analisa-se a falha funcional, que é a perda ou desvio da função. O próximo passo é determinar o modo de falha, ou seja, o que pode falhar no sistema. Após isso, é essencial investigar a causa da falha, que explica o motivo pelo qual a falha ocorre. A análise também inclui o efeito da falha, que considera o impacto resultante na função principal, e a criticidade, que avalia a severidade desse impacto (REIS, 2018).

Além desses aspectos principais, Souza (2008) ressalta que é comum incluir no estudo os sintomas das falhas, o roteiro para localização das falhas, o mecanismo de falha, as taxas de falha e as recomendações para correção e prevenção.

Já uma pane é um estado no qual um item ou sistema se encontra incapaz de desempenhar uma função requerida, exceto durante a realização de manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou em casos de falta de recursos externos

necessários para seu funcionamento. Esse estado de pane surge como consequência direta de uma falha, que é o evento que desencadeia a situação de inatividade (SANTOS, 2021).

Em contraste com a pane, que é um estado persistente, a falha é um evento específico que pode levar a esse estado de pane. A distinção entre esses dois conceitos é importante para a gestão de manutenção e operação de sistemas, pois enquanto a falha representa o momento em que algo deu errado, a pane reflete a condição contínua em que o sistema ou equipamento não está mais operando conforme o esperado (SANTOS, 2021).

### 2.3 SISTEMA LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO (SISLOGMNT)

O Sistema Logístico de Manutenção foi desenvolvido para proporcionar um controle efetivo da manutenção e operação dos materiais de emprego militar (MEM). O sistema foi projetado para que as Unidades possam realizar um controle efetivo e detalhado dos seus materiais de emprego militar, das manutenções preventivas, manutenções corretivas e do suprimento necessário para estas atividades (KOTHE; SILVA, 2021).

Todo operador do sistema para ser cadastrado deve ter uma função, a função habilita as funcionalidades do usuário. No Quadro 2 há um resumo das atividades a serem desempenhadas pelos usuários do SISLOGMNT.

Usuário	Ações a Realizar
<b>Comandante de OM</b>	a. Cadastro geral de usuários e OM; b. Verificar informações do Livro Registro das Viaturas; c. Controlar o Regime de Utilização Máximo; d. Verificar os componentes aplicados; e. Consultar as Fichas de Serviço de Viatura; f. Consultar o estoque de peças; g. Solicitar manutenção de viatura; h. Acompanhar as manutenções em execução; i. Acompanhar as panes existentes; j. Verificar a Diagonal de Manutenção Preventiva de Viaturas; l. Acompanhar as atividades dos usuários no sistema; m. Enviar mensagens aos usuários do sistema;

Usuário	Ações a Realizar
<b>Comandante de OM</b>	n. Gerar os seguintes relatórios: 1) Disponibilidade de Viaturas; 2) Existência de Viaturas Blindadas; 3) Demanda de Suprimentos; 4) Situação dos Pedidos de Suprimento; 5) Custo de Manutenção da Frota; 6) Ordens de Serviço; 7) Histórico de Panes Ocorridas; 8) Gráfico do Tempo Médio de Manutenção; 9) Gráfico do Tempo Médio de Espera para Manutenção; 10) Gráfico das panes mais registradas.
<b>Chefe da 3a Seção</b>	a. Alterar dados dos usuários; b. Enviar mensagens aos usuários do sistema; c. Consultar relação de usuários.
<b>Fiscal Administrativo/Chefe da 4a Seção</b>	a. Todas as previstas para o Cmt OM; b. Cadastrar viaturas; c. Cadastrar oficinas mecânicas; d. Autorizar empréstimo de viatura; e. Registrar componentes aplicados; f. Verificar o pronto das garagens; g. Verificar os abastecimentos realizados pelas viaturas; h. Controlar a manutenção preventiva das viaturas; i. Consultar as guarnições de viaturas; j. Autorizar as Fichas de Serviço de viaturas.
<b>Centro de Operações de Apoio Logístico</b>	a. Todas as previstas para Cmt OM e S4; b. Realizar a gestão dos créditos de manutenção; c. Autorizar o recolhimento de viaturas das OM apoiadas.
<b>Grupo de Recebimento e Controle da Produção</b>	a. Todas as previstas para Cmt OM e S4; b. Dar entrada de viatura na oficina de manutenção; c. Emitir guia de remessa de viaturas mantidas.
<b>Comandante do Pelotão de Manutenção</b>	a. Todas as previstas para Cmt OM e S4; b. Registrar a troca controlada de peças das viaturas; c. Abrir e Fechar as Fichas de Serviço de Viatura; d. Solicitar peças do estoque; e. Selecionar a manutenção preventiva a ser executada; f. Gerar relatório de suprimento aplicado nas Ordens de Serviço.
<b>Comandante do Pelotão de Suprimento</b>	a. Consulta geral de estoque; b. Inserir suprimento adquirido no estoque; c. Autorizar pedidos de suprimento; d. Retirar material do estoque; e. Autorizar o empréstimo de suprimento; f. Verificar Ordens de Serviço abertas e suprimento necessário para sua execução.
<b>Comandante de Subunidade</b>	a. Todas as previstas para Cmt OM e S4; b. Dar o pronto das garagens.

<b>Encarregado de Garagem</b>	a. Todas as previstas para Cmt OM e S4; b. Encerrar Ficha de Serviço de viaturas; c. Lançar panes – Abrir relatório de falhas.
<b>Mecânico</b>	a. Registrar componentes aplicados na viatura; b. Gerenciar as Ordens de Serviço abertas; c. Solicitar suprimento; d. Enviar mensagens aos demais usuários.

QUADRO 2 – Funções dos Usuários do SISLOGMNT

Fonte: Adaptado de Kothe e Silva (2021).

Observa-se que o quadro acima detalha as tarefas de cada usuário do sistema SISLOGMNT para gerenciar viaturas e manutenção. Em síntese, o Comandante de OM cuida do cadastro de usuários e viaturas, solicita manutenções, e gera relatórios variados. O Chefe da 3ª Seção atualiza dados de usuários e envia mensagens. O Fiscal Administrativo/Chefe da 4ª Seção cadastra viaturas e oficinas, controla manutenções e autoriza empréstimos e fichas de serviço. O Centro de Operações de Apoio Logístico administra créditos de manutenção e autoriza o recolhimento de viaturas. O Grupo de Recebimento e Controle da Produção registra viaturas na manutenção e emite guias de remessa. O Comandante do Pelotão de Manutenção gerencia manutenções, fichas de serviço e relatórios de suprimento. O Comandante do Pelotão de Suprimento controla o estoque de suprimentos e autoriza pedidos e empréstimos. O Comandante de Subunidade faz tarefas semelhantes ao Comandante de OM e gerencia o pronto das garagens. O Encarregado de Garagem encerra fichas de serviço e lança relatórios de falhas. O Mecânico registra componentes, gerencia ordens de serviço, solicita suprimento e se comunica com outros usuários.

#### 2.4 VTNE ¾ TON AGRALE MARRUÁ

A viatura ¾ Ton Agrale Marruá (Figura 1) é classificada como VTNE, ou Viatura de Transporte Não Especializado. Segundo a Portaria do Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército Nr 992, de 27 de novembro de 2012, viaturas de transporte são veículos usados para movimentar pessoal e/ou material, podendo ser de transporte de pessoal, não especializado ou especializado (ALVES, 2023).



FIGURA 1 – Viatura Militar AM21 – VTNE ¼ Ton  
Fonte: Alves (2023).

Desenvolvida para uso militar, a família de veículos Agrale Marruá foi adotada pelo Exército Brasileiro e aprovada pela Marinha do Brasil em 2007. O projeto começou em 2003, com a Agrale desenvolvendo um novo veículo para atender aos Requisitos Operacionais Básicos do Exército. Após rigorosos testes no Centro de Avaliação do Exército, o veículo foi aprovado e passou por avaliações operacionais em diversas condições extremas pelo território nacional (AGRALE, 2008).

Os veículos Agrale Marruá destacam-se pelo excelente desempenho devido à sua versatilidade, robustez, facilidade de manutenção e baixo custo operacional. Essas características têm atraído o interesse das Forças Armadas, que buscam desenvolver modelos variados para diferentes usos específicos. As viaturas são adequadas para qualquer tipo de terreno e transporte de pessoal, garantindo eficiência em operações militares. A linha Agrale Marruá é fabricada em Caxias do Sul (RS) e atende às especificações das Forças Armadas (ALVES, 2023). Suas capacidades técnicas são detalhadas na ficha técnica (Figura 2).

<b>CARROCERIA</b>		<b>DIREÇÃO</b>	
Cabine	Simples - 2 lugares	Tipo	Hidráulica
Caçamba	Metálica - 8 lugares	<b>RODAS</b>	
<b>MOTOR - CUMMINS ISF 2.8</b>		Modelo	7.00 x 16
Nível de Emissões	PROCONVE P5 / EURO III	<b>PNEUS</b>	
Número de cilindros	4 em linha / 2,799 cm <sup>3</sup>	Modelo	235/85 R16 ATR
Potência	150 cv (110 Kw) a 3.200 RPM	<b>FREIOS</b>	
Torque	360 Nm 1.800 a 2.700 rpm	Freio de Serviço - Tipo	Disco / Tambor
<b>SISTEMA ELÉTRICO</b>		Acionamento	Hidráulico servo assistido
Tensão	12V	Freio Estacionamento Tipo	Pedal com cabo
Baterias	2 x 12V / 70 Ah	<b>CAPACIDADE DE ABASTECIMENTO</b>	
Alternador	12V / 120 A	Tanque de combustível	100 L
<b>EMBREAGEM - ORGÂNICA - MONODISCO A SECO</b>		Reservatório de Ureia (Arla 32)	NA
Diâmetro externo do disco	300 mm	<b>PESOS E CAPACIDADES</b>	
Acionamento	Hidráulico	PBT - Peso Bruto Total	4600 Kg
<b>TRANSMISSÃO</b>		Capacidade Máxima de Tração (CMT)	6585 Kg
Marca / Modelo	EATON FS 4505 E	Peso em ordem de marcha	3195 Kg
Número de marchas	5 Frente / 1 Ré	Capacidade de Carga	750 Kg + 750 Kg (carga + reboque)
<b>CAIXA DE TRANSFERÊNCIA</b>		Capacidade Máxima Eixo Dianteiro	1620 Kg
Modelo	Agrale Manual 1 velocidade 1:1 OPC.: Atlas Manual 2 velocidades 2:1 / 1:1	Capacidade Máxima Eixo Traseiro	1575 Kg
<b>SUSPENSÃO</b>		<b>OPCIONAIS</b>	
Dianteira	Barras longitudinais e transversais com barra panhard	Acelerador Manual, Cor Camuflada (Opcional), Corrente para morteiro, Freio Montanha, GPS, Guincho Elétrico, Inclinômetro, Kit Pneus LT 265/85R16, Partida à distância, Tomada 12 Pinos, Tomada 7 Facas	
Traseira	Eixo rígido		
Amortecedores dianteiros / traseiros	Telescópicos de dupla ação		
<b>EIXO DE TRACÃO</b>			
Dianteiro	DANA 44.3		
Tipo - Dianteiro	Totalmente flutuante - OPEN TYPE		
Relação - Dianteiro	4,09 : 1		
Traseiro	DANA 70		
Tipo - Traseiro	Eixo rígido flutuante e autoblocante Power Lock		
Relação - Traseiro	4,10 : 1		

FIGURA 2 – Ficha técnica da viatura ¾ Ton Agrale Marruá  
Fonte: Alves (2023).

Diante da sua importância, a manutenção regular e adequada dos veículos Agrale Marruá é fundamental para garantir seu desempenho confiável e prolongar sua vida útil. Devido à robustez e versatilidade desses veículos, que são projetados para operar em condições extremas e diversos tipos de terreno, a manutenção preventiva e corretiva assegura que permaneçam operacionais e eficientes durante missões e operações militares. Além disso, um programa de manutenção bem estruturado contribui para minimizar custos operacionais e maximizar a disponibilidade da frota, permitindo que as Forças Armadas aproveitem ao máximo as capacidades desses veículos estratégicos.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

O presente trabalho buscou estudar o efeito da manutenção preventiva bem realizada e as consequências da sua falta no gerenciamento de manutenção das viaturas Marruá (Agrale), levando em consideração os custos de peças e a mão de obra envolvidos nesse processo.

A manutenção preventiva é uma prática essencial para assegurar a longevidade e o desempenho ideal das viaturas, e o estudo abordou como a execução eficiente dessa prática pode influenciar positivamente na operação e na disponibilidade dos veículos. Além disso, a pesquisa considerou a importância dos custos associados à manutenção, incluindo os gastos com peças de reposição e a mão de obra necessária para a realização dos serviços. Foi realizada uma análise minuciosa dos custos envolvidos tanto na manutenção preventiva quanto nas falhas que surgem devido à falta dela, com o intuito de avaliar o impacto financeiro global e a eficiência operacional.

#### 3.2 AMOSTRA

Foram verificados os dados processados pelo Sistema Logístico de Manutenção, com o objetivo de realizar uma análise detalhada do índice de disponibilidade das viaturas Marruá (Agrale). A amostra utilizada para essa análise incluiu especificamente as viaturas em questão, bem como as manutenções realizadas pelo 27º B Log.

Através da avaliação desses dados, foi possível identificar padrões e tendências relacionados ao desempenho das viaturas e à eficácia das atividades de manutenção realizadas. A análise envolveu o exame das métricas de disponibilidade e a correlação com a frequência e a qualidade das manutenções, fornecendo *insights* sobre a eficiência do gerenciamento de manutenção e as possíveis áreas de melhoria.

### 3.3 DELINEAMENTO DE PESQUISA

A pesquisa adotou um método qualitativo, com o intuito de realizar uma análise aprofundada dos dados levantados através do Sistema Logístico de Manutenção e das Ordens de Serviço geradas pelo 27º B Log. Para isso, foi efetuada uma coleta meticulosa de informações que incluíram registros detalhados das operações de manutenção e seus impactos na disponibilidade e desempenho das viaturas.

Além dos dados operacionais, foram consultadas diversas fontes bibliográficas para embasar e enriquecer a análise. A pesquisa incluiu a revisão de livros acadêmicos, dissertações e monografias provenientes de universidades e instituições civis, que ofereceram uma perspectiva teórica e empírica sobre o tema. Complementarmente, foram utilizados Manuais Doutrinários disponíveis na Biblioteca Digital do Exército Brasileiro, que forneceram uma base sólida de conhecimento técnico e normativo específico para o contexto militar.

Essa abordagem permitiu uma compreensão abrangente dos processos de manutenção e suas implicações, apoiando a análise com informações teóricas e práticas, e possibilitando uma avaliação crítica das práticas e procedimentos relacionados à manutenção das viaturas Marruá.

### 3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA

As informações foram obtidas por meio de uma ampla revisão de literatura, incluindo livros, dissertações e monografias de universidades e órgãos civis, que forneceram uma base teórica e contextual para a pesquisa.

Além disso, foram consultados Manuais Doutrinários disponíveis na Biblioteca Digital do Exército Brasileiro, os quais forneceram diretrizes específicas e conhecimentos técnicos relevantes para a análise dos processos de manutenção no contexto militar. Essas fontes foram essenciais para fundamentar a investigação, oferecendo uma visão abrangente sobre as práticas de manutenção e os procedimentos envolvidos na gestão das viaturas Marruá.

### 3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi conduzido por meio de uma pesquisa aplicada, com foco específico na manutenção dos veículos Marruá (Agrale). Esta abordagem permitiu uma análise prática e detalhada das práticas de manutenção e sua eficácia, visando gerar resultados que tenham uma relevância significativa e aplicabilidade direta no campo da manutenção de veículos militares.

O processo de pesquisa foi organizado em etapas distintas, cada uma delas crucial para garantir a profundidade e a precisão dos resultados. Inicialmente, foi definido o escopo da pesquisa, determinando as áreas e os aspectos específicos da manutenção dos veículos Marruá que seriam abordados. Em seguida, foram estabelecidos os objetivos da revisão de literatura, com a finalidade de orientar a busca por informações relevantes e direcionadas ao tema.

A identificação dos termos-chave foi um passo importante para assegurar que a busca de informações fosse abrangente e eficiente. Estes termos foram utilizados para selecionar as fontes de pesquisa mais apropriadas, que incluíram uma variedade de documentos acadêmicos e técnicos. As buscas foram realizadas em bases de dados acadêmicas e em fontes especializadas, garantindo que a informação coletada fosse relevante e atual.

Após a realização das buscas, os dados encontrados passaram por uma filtragem inicial para eliminar informações irrelevantes. Foi então aplicada uma criteriosa seleção com base em critérios de inclusão e exclusão, para garantir que apenas as fontes que atendiam aos requisitos estabelecidos fossem incorporadas ao estudo. Esse processo de triagem foi fundamental para manter a qualidade e a precisão dos dados analisados.

Finalmente, os dados relevantes foram organizados e analisados, levando à redação de um relatório detalhado sobre os achados da pesquisa. A revisão final foi conduzida para assegurar a clareza e a coerência do texto, e para garantir que todas as conclusões estivessem bem fundamentadas e fossem apresentadas de forma compreensível.

### 3.6 INSTRUMENTOS

Neste trabalho, a coleta de dados foi realizada utilizando-se duas principais fontes: a pesquisa e o estudo dos manuais e documentos anteriormente citados, e os dados obtidos do Sistema Logístico de Manutenção (SISLOGMNT).

Os manuais e documentos consultados forneceram uma base teórica e prática essencial, incluindo informações técnicas e diretrizes sobre as melhores práticas de manutenção e procedimentos específicos para os veículos Marruá (Agrale). Esses recursos foram fundamentais para entender os requisitos normativos e operacionais envolvidos na manutenção dos veículos.

Além disso, foram analisados os dados coletados do SISLOGMNT, que é o sistema responsável pelo gerenciamento e acompanhamento das atividades de manutenção. Esses dados incluíram registros detalhados das operações de manutenção, informações sobre a frequência de serviços realizados, e índices de disponibilidade dos veículos. A combinação dessas fontes permitiu uma análise abrangente e detalhada das práticas de manutenção, possibilitando a avaliação da eficácia das ações realizadas e a identificação de áreas para possíveis melhorias.

### 3.7 ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada uma análise qualitativa dos dados obtidos para avaliar detalhadamente as manutenções efetuadas nos veículos Marruá e investigar a viabilidade de reduzir os custos associados a essas manutenções. A análise concentrou-se em examinar a eficácia das práticas de manutenção atualmente em uso e identificar possíveis áreas para melhorias.

Em particular, o foco foi dirigido para a manutenção em 1º escalão e a manutenção preventiva. A manutenção em 1º escalão, que envolve a execução de tarefas básicas e reparos iniciais realizados no nível mais básico de operação, e a manutenção preventiva, que é realizada de forma programada para prevenir falhas e problemas futuros, foram analisadas para determinar como essas práticas impactam os custos e a disponibilidade dos veículos.

## 4 RESULTADOS

O aprimoramento das atividades de manutenção é crucial para garantir a disponibilidade plena de toda a frota de veículos e para aumentar a vida útil dos materiais. Essa melhoria não só assegura o funcionamento contínuo e eficiente dos veículos, como também pode impactar diretamente a capacidade de prontidão da Força Terrestre. A prontidão operacional é essencial para que as forças possam responder rapidamente a diversas situações e demandas, mantendo a eficácia e a eficiência em suas operações.

Com a realização deste estudo, busca-se promover uma conscientização abrangente em todos os níveis hierárquicos sobre a importância vital da manutenção preventiva. A manutenção preventiva é uma prática proativa que visa identificar e corrigir problemas antes que eles se tornem falhas graves, o que ajuda a evitar interrupções inesperadas e a reduzir custos de reparos emergenciais.

Para tanto, foram selecionados dados do Sistema Logístico de Manutenção (SISLOGMNT), que fornecem informações detalhadas sobre as atividades de manutenção realizadas. A captura inicial desses dados forneceu uma visão geral do contexto das manutenções efetuadas na frota de viaturas Marruá durante o ano de 2023. Este panorama geral é ilustrado pela Figura 3, que apresenta uma visão consolidada das atividades de manutenção ao longo do ano.

Além disso, foram analisados dados específicos referentes aos meses de fevereiro e março de 2023, com o intuito de examinar em maior detalhe as operações de manutenção durante esses períodos. As informações desses meses são representadas pelas Figuras 4 e 5, que ilustram as telas do SISLOGMNT capturadas nesses dois meses. Essas imagens fornecem exemplos concretos das operações de manutenção realizadas, permitindo uma análise mais minuciosa dos procedimentos e das práticas adotadas durante esses períodos específicos.

A análise desses dados e imagens visa identificar padrões e áreas que podem ser aprimoradas, com o objetivo de otimizar as práticas de manutenção e promover uma maior eficiência na gestão da frota. Ao destacar a importância da manutenção preventiva e ao fornecer dados concretos, o estudo pretende influenciar positivamente as práticas de manutenção e contribuir para a melhoria geral da operação da frota de veículos.

Relatório de Manutenções			
<b>Escolha o Cmdo ou a OM:</b> 14ª Bda Inf MTZ		<b>Tipo:</b> <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Blindadas <input checked="" type="radio"/> Não Blindadas	<b>Modelo:</b> TODOS
<b>Ano:</b> 2023		<b>Frota:</b> Agrale	Pesquisar
<b>Manutenção:</b> <input checked="" type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Preventivas <input type="radio"/> Corretivas			
Organização Militar	Nº de Ordens de Serviço		
	Encerradas	Abertas	Total
Cia Cmdo 14ª Bda Inf Mtz	6	10	16
14ª Cia E Cmb	31	7	38
14º Pel PE	4	7	11
23º B I	77	39	116
27º B Log	56	43	99
28º G A C	33	19	52
62º B I	51	19	70
63º B I	49	40	89
<b>Somatório</b>	<b>307</b>	<b>184</b>	<b>491</b>

FIGURA 3 – Total de Manutenções Ocorridas no ano de 2023.

Fonte: O autor (2024).

Relatório de Manutenções												
<b>Escolha o Cmdo ou a OM:</b> 14ª Bda Inf MTZ		<b>Tipo:</b> <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Blindadas <input checked="" type="radio"/> Não Blindadas	<b>Modelo:</b> TODOS									
<b>Ano:</b> 2023		<b>Frota:</b> Agrale	Pesquisar									
<b>Manutenção:</b> <input type="radio"/> Todas <input checked="" type="radio"/> Preventivas <input type="radio"/> Corretivas												
Organização Militar	Nº de Ordens de Serviço											
	Encerradas	Abertas	Total									
Cia Cmdo 14ª Bda Inf Mtz	1	2	3									
14ª Cia E Cmb	19	-	19									
14º Pel PE	2	-	2									
23º B I	32	1	33									
<b>OM: 27º B Log</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>14</b>									
Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Fev / 2023 no(a) 27º B Log												
Total de 10 Ordem(ns) de Serviço(s)												
Mês:	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento						
6/2023	02/02/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	10.000 km/06 m	Realizar manutenção preventiva 10.000 km/06 m	Realizada Manutenção Preventiva 10.000 km/06 m	09/02/2023						
7/2023	02/02/2023	EB3412171067 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	10.000 km/06 m	Realizar manutenção preventiva 10.000 km/06 m	Realizada Manutenção Preventiva 10.000 km/06 m	09/02/2023						
8/2023	02/02/2023	EB3412171079 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	10.000 km/06 m	Realizar manutenção preventiva 10.000 km/06 m	Realizada Manutenção Preventiva 10.000 km/06 m	09/02/2023						
14/2023	09/02/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	10.000 km/06 m	Realizar manutenção preventiva 10.000 km/06 m	Realizada Manutenção Preventiva 10.000 km/06 m	09/02/2023						
15/2023	09/02/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	10.000 km/06 m	Realizar manutenção preventiva 10.000 km/06 m	Realizada Manutenção Preventiva 10.000 km/06 m	09/02/2023						
16/2023	09/02/2023	EB3412171093 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	10.000 km/06 m	Realizar manutenção preventiva 10.000 km/06 m	Realizada Manutenção Preventiva 10.000 km/06 m	09/02/2023						
17/2023	09/02/2023	EB3412171105 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	10.000 km/06 m	Realizar manutenção preventiva 10.000 km/06 m	Realizada Manutenção Preventiva 10.000 km/06 m	09/02/2023						

FIGURA 4 - Manutenções Preventivas Ocorridas em Fevereiro de 2023.

Fonte: O autor (2024).

Relatório de Manutenções												
Escolha o Cmdo ou a OM: 14ª Bda Inf MTZ		Tipo: <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Blindadas <input checked="" type="radio"/> Não Blindadas	Modelo: TODOS									
Ano: 2023		Frota: Agrale	Pesquisar									
Manutenção: <input type="radio"/> Todas <input checked="" type="radio"/> Preventivas <input type="radio"/> Corretivas												
Organização Militar	Nº de Ordens de Serviço											
	Encerradas	Abertas	Total									
Cia Cmdo 14ª Bda Inf Mtz	1	2	3									
14ª Cia E Cmb	19	-	19									
14º Pel PE	2	-	2									
23º B I	32	1	33									
<b>OM: 27º B Log</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>14</b>									
Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Mar / 2023 no(a) 27º B Log												
Total de 3 Ordem(ns) de Serviço(s)												
Mês:	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento						
63/2023	02/03/2023	EB3412171093 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	40.000 km/24 m	Realizar manutenção preventiva 40.000 km/24 m	Realizada Manutenção Preventiva 40.000 km/24 m	02/03/2023						
73/2023	07/03/2023	EB3412171079 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	60.000 km/36 m	Realizar manutenção preventiva 60.000 km/36 m	Realizada Manutenção Preventiva 60.000 km/36 m	07/03/2023						
76/2023	14/03/2023	EB3412171105 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	70.000 km/42 m	Realizar manutenção preventiva 70.000 km/42 m	Realizada Manutenção Preventiva 70.000 km/42 m	14/03/2023						
Fechar												
28º G A C			4			4						
62º B I			11			11						
63º B I			13			13						
<b>Somatório</b>			<b>95</b>		<b>4</b>	<b>99</b>						

FIGURA 5 – Manutenções Preventivas Ocorridas em Março de 2023.

Fonte: O autor (2024).

Conforme destacado no relatório de manutenções do ano de 2023, foram realizadas, no total, 491 solicitações de serviço nos veículos Agrale, dos quais 184 ainda permanecem abertas. Esse dado indica que, apesar da alta quantidade de solicitações, uma parte significativa ainda requer atenção adicional. No mês de fevereiro de 2023, foram verificadas 14 solicitações de serviço para esses veículos, refletindo um volume considerável de trabalho em um curto período. De forma semelhante, no mês de março de 2023, foram identificadas também 14 solicitações de manutenção preventiva, evidenciando a continuidade da necessidade de cuidados regulares e preventivos para garantir a operação adequada dos veículos.

Neste cenário, é importante destacar que houve o lançamento de solicitações repetidas para a mesma viatura. Essa duplicidade de registros levanta um questionamento crítico: será que essas solicitações repetidas são resultado de uma falha na execução das manutenções previamente solicitadas ou indicam uma deficiência na finalização adequada pelo executor? A repetição das solicitações pode sugerir problemas na conclusão dos serviços ou na comunicação entre as partes

envolvidas no processo de manutenção. É essencial analisar se as solicitações repetidas são uma consequência de falhas na execução dos serviços ou se há falhas na atualização dos status das solicitações, para garantir que o sistema de manutenção esteja funcionando de forma eficiente e eficaz.

Em sequência, foram realizadas capturas de tela das manutenções corretivas de maio a novembro de 2023 (conforme ilustrado nas Figuras 6 a 13). Apesar de esses tipos de manutenção serem diferentes daqueles discutidos anteriormente, observa-se uma repetição semelhante nos padrões de serviço. Essa repetição indica uma dificuldade substancial em quantificar os custos de forma precisa, uma vez que não há uma visão clara sobre quais manutenções corretivas foram necessárias devido à falta de manutenção preventiva adequada.

A dificuldade em determinar os custos exatos resulta da ausência de informações detalhadas que poderiam esclarecer quais falhas poderiam ter sido evitadas com uma abordagem preventiva mais eficaz. Sem um histórico claro das manutenções preventivas realizadas, torna-se complexo avaliar quais problemas evoluíram para situações que exigiram intervenções corretivas mais dispendiosas. Essa falta de visibilidade sobre a relação entre manutenções preventivas e corretivas compromete a capacidade de planejar e controlar os custos de manutenção de forma eficiente.

Além disso, a repetição de solicitações e a necessidade constante de intervenções corretivas sugerem que uma análise mais aprofundada dos processos de manutenção é necessária para identificar e corrigir falhas no sistema. Implementar um sistema robusto de monitoramento e registro das manutenções preventivas pode fornecer uma visão mais clara das necessidades reais de manutenção e ajudar a reduzir a incidência de problemas que evoluem para situações corretivas. Em última análise, essa abordagem pode melhorar a gestão de custos e otimizar o desempenho operacional dos veículos, garantindo uma melhor alocação de recursos e uma redução geral nos custos de manutenção.



Relatório de Manutenções						
Escolha o Cmdo ou a OM: 14ª Bda Inf MTZ		Tipo: <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Blindadas <input checked="" type="radio"/> Não Blindadas				
Ano: 2023	Frota: Agrale		Modelo: TODOS			
Manutenção: <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Preventivas <input checked="" type="radio"/> Corretivas		Pesquisar				
Organização Militar	Nº de Ordens de Serviço					
	Encerradas	Abertas	Total			
Cia Cmdo 14ª Bda Inf Mtz	5	8	13			
14ª Cia E Cmb	12	7	19			
14º Pel PE	2	7	9			
23º B I	45	38	83			
<b>OM: 27º B Log</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>63</b>			
Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Mai / 2023 no(a) 27º B Log						
Total de 1 Ordem(ns) de Serviço(s)						
Mês:	Janeiro Fevereiro Março Abril Maio Junho Julho Agosto Setembro Outubro Novembro Dezembro					
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento
188/2023	24/05/2023	EB3412154678 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	teste	OS cancelada	24/05/2023
Fechar						
28º G A C			29		19	48
62º B I			40		19	59
63º B I			36		40	76
<b>Somatório</b>			<b>199</b>		<b>171</b>	<b>370</b>

FIGURA 6 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Maio de 2023.

Fonte: O autor (2024).

Organização Militar	Nº de Ordens de Serviço					
	Encerradas	Abertas	Total			
Cia Cmdo 14ª Bda Inf Mtz	5	8	13			
14ª Cia E Cmb	12	7	19			
14º Pel PE	2	7	9			
23º B I	45	38	83			
<b>OM: 27º B Log</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>63</b>			
Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Jun / 2023 no(a) 27º B Log						
Total de 6 Ordem(ns) de Serviço(s)						
Mês:	Janeiro Fevereiro Março Abril Maio Junho Julho Agosto Setembro Outubro Novembro Dezembro					
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento
4/2023	01/02/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca de bateria de 60 AH	Foi realizado a troca de bateria 60Ah	14/06/2023
5/2023	01/02/2023	EB3412154678 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	TROCA DE BATERIA 60 AH	Foi realizado a troca da bateria de 60Ah 24v	14/06/2023
29/2023	28/02/2023	EB3412171067 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição de bateria.	Bateria substituída	13/06/2023
81/2023	20/03/2023	EB3412171067 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca do cubo de roda dianteiro.	...	13/06/2023
179/2023	22/05/2023	EB3412171079 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca da embreagem	encerramento de os.	14/06/2023
189/2023	25/05/2023	EB3412171079 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca de bicos injetores	Encerramento de os	20/06/2023

FIGURA 7 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Junho de 2023.

Fonte: O autor (2024).

Em maio de 2023, a viatura Marruá acumulou um total de 63 manutenções corretivas, englobando tanto os casos encerrados quanto os ainda abertos. No mês seguinte, junho, o número de manutenções corretivas se manteve também com 63, com 30 delas sendo concluídas e 33 permanecendo abertas ao longo do mês (ver figura abaixo). Analisando as ordens de serviço, foram realizadas 06 manutenções, sendo que 04 foram no mesmo veículo, destacando-se reparos significativos, incluindo a troca da bateria, a substituição da embreagem, a troca do cubo de roda dianteiro e a substituição dos bicos injetores. A troca da bateria é essencial para garantir o fornecimento estável de energia elétrica aos sistemas do veículo, prevenindo falhas na partida e no funcionamento dos dispositivos eletrônicos. A substituição da embreagem é vital para assegurar a eficiência na transmissão de potência do motor para as rodas, evitando problemas de desacoplamento e desgaste prematuro. O cubo de roda dianteiro, ao ser trocado, contribui para a estabilidade e segurança da direção, enquanto a substituição dos bicos injetores melhora a eficiência do combustível e a performance do motor.

14ª Cia E Cmb	12	7	19									
14º Pel PE	2	7	9									
23º B I	45	38	83									
<b>OM: 27º B Log</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>63</b>									
<b>Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Jul / 2023 no(a) 27º B Log</b> Total de 6 Ordem(ns) de Serviço(s)												
<b>Mês:</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maio</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>	<b>Novembro</b>	<b>Dezembro</b>
<b>Nº OS</b>	<b>Data</b>	<b>Viatura</b>	<b>Manutenção</b>	<b>Serviço Solicitado</b>				<b>Serviço Executado</b>		<b>Encerramento</b>		
201/2023	14/06/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Aplicação do tubo Common Rail, tubulação de retorno e tubulação dos bicos injetores. Aplicação do alternador e substituição da chave NATO pelo kit disciplina de luzes. aplicação da alavanca de câmbio.				OS cancelada		10/07/2023		
281/2023	17/07/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição das pinças de freios; substituição do flexível de freios; substituição do disco de freio; substituição da pastilha de freio; substituição do fluido de freio; e sangria do sistema de freio.				OS cancelada		26/07/2023		
282/2023	17/07/2023	EB3412154678 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca de alternador				Troca do alternador.		25/07/2023		
302/2023	26/07/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição das pinças de freios; substituição do flexível de freios; e substituição do disco de freios.				Substituição das pinças de freios; substituição do flexível de freios; e substituição do disco de freios.		27/07/2023		
303/2023	26/07/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição da pastilha de freios e substituição do fluido de freios.				Substituição da pastilha de freios e substituição do fluido de freios.		27/07/2023		
307/2023	27/07/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição das pinças de freios; substituição do flexível de freios; e substituição do disco de freios.				Substituição das pinças de freios; substituição do flexível de freios; e substituição do disco de freios.		27/07/2023		

FIGURA 8 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Julho de 2023  
Fonte: O autor (2024).

Continuando, conforme a Tabela 8, em julho de 2023, foram realizadas diversas manutenções corretivas no veículo Agrale, destacando-se reparos críticos para a segurança e o desempenho do veículo. Foram realizadas 06 manutenções, sendo duas ordens canceladas. Das 04 manutenções que se mantiveram, 03 foram no mesmo veículo, o que indica uma preocupação adicional com sua condição.

Entre as principais intervenções, incluiu-se a troca do alternador, essencial para garantir a carga adequada da bateria e o funcionamento dos sistemas elétricos. Além disso, foram substituídas as pinças dos freios, as pastilhas de freio, o disco de freio e o flexível de freio. Esses reparos são considerados imprescindíveis para restaurar a eficácia do sistema de frenagem e assegurar que o veículo mantenha um alto nível de segurança operacional. A realização desses serviços corretivos evidencia, inclusive, a importância de um monitoramento contínuo e da manutenção regular para evitar falhas que possam comprometer a segurança e a eficiência do veículo.

Relatório de Manutenções												
Escolha o Cmdo ou a OM: 14ª Bda Inf MTZ		Tipo: <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Blindadas <input checked="" type="radio"/> Não Blindadas		Modelo: TODOS								
Ano: 2023		Frota: Agrale		Pesquisar								
Manutenção: <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Preventivas <input checked="" type="radio"/> Corretivas												
Organização Militar		Nº de Ordens de Serviço										
		Encerradas	Abertas	Total								
Cia Cmdo 14ª Bda Inf Mtz		5	8	13								
14ª Cia E Cmb		12	7	19								
14º Pel PE		2	7	9								
23º B I		45	38	83								
<b>OM: 27º B Log</b>		<b>30</b>	<b>33</b>	<b>63</b>								
Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Ago / 2023 no(a) 27º B Log												
Total de 11 Ordem(ns) de Serviço(s)												
Mês:	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento						
12/2023	08/02/2023	EB3412154678 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca de alternador	ordem de serviço alterada	16/08/2023						
75/2023	13/03/2023	EB3412171105 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca do cambio de marcha da viatura	OS cancelada - MEM recolhido ao 2º escalão	07/08/2023						
196/2023	08/06/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Aplicação do tubo Common Rail, tubulação de retorno e tubulação dos bicos injetores. Aplicação do alternador e substituição da chave NATO pelo Kit disciplina de Luzes. Aplicação da alavanca de câmbio	Aplicação do tubo Common Rail, tubulação de retorno e tubulação dos bicos injetores. Aplicação do alternador e substituição da chave NATO pelo Kit disciplina de Luzes. Aplicação da alavanca de câmbio. APLICADO SUPRIMENTO DE 2ª CLASSE	08/08/2023						

FIGURA 9 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Agosto de 2023.

Fonte: O autor (2024).

245/2023	06/07/2023	EB3412171067 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca de cubos de roda,troca de diferencial e manutenção no sistema hidraulico.	Os duplicada	16/08/2023
308/2023	27/07/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição das pinças de freios; substituição do flexível de freios; e substituição do disco de freios.	Os duplicada	16/08/2023
317/2021	11/03/2021	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Revisão do sistema elétrico ( 2º ESCALÃO)	OS cancelada - MEM recolhido ao 2º escalão	07/08/2023
321/2023	07/08/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	troca de bateria.	Foi executado troca da bateria	16/08/2023
332/2023	10/08/2023	EB3412171079 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição de embreagem e cruzeta do cardan	Substituição de kit de embreagem e cruzeta do cardan junto a saída do flange da caixa de transferência.	14/08/2023
496/2021	01/07/2021	EB3412175677 - Marruá AM21 do(a) 15º B Log	Corretiva	Projeto de Recuperação de Lanternagem e Pintura da VTNE Agrale Marruá (Proj. Caçamba) - D Mat. Revisão geral da bomba injetora, limpeza dos bicos injetores e sistema elétrico.	Foi executado manutenção	08/08/2023
504/2021	01/07/2021	EB3412285314 - Marruá AM21 do(a) 5º Esqd C Mec	Corretiva	Projeto de Recuperação de Lanternagem e Pintura da VTNE Agrale Marruá (Proj. Caçamba) - D Mat. Revisão geral da bomba injetora, limpeza dos bicos injetores e sistema elétrico.	Foi executado manutenção	08/08/2023
507/2021	02/07/2021	EB3412285338 - Marruá AM21 do(a) 25º Pel PE Mec	Corretiva	Projeto de Recuperação de Lanternagem e Pintura da VTNE Agrale Marruá (Proj. Caçamba) - D Mat. Revisão geral da bomba injetora, limpeza dos bicos injetores e sistema elétrico.	Foi executado manutenção	08/08/2023

FIGURA 10 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Agosto de 2023 (continuação).

Fonte: O autor (2024).

Em agosto de 2023, foram realizadas 11 manutenções corretivas na frota. Dentre essas manutenções, um reparo foi cancelado: a troca do câmbio de marcha da viatura. Os demais reparos executados foram variados e abrangeram diferentes sistemas e componentes dos veículos. Os serviços realizados incluíram a troca do alternador, a aplicação do tubo *Common Rail*, e a substituição da tubulação de retorno e dos bicos injetores. Além disso, foi feita a aplicação do alternador e a substituição da chave NATO pelo Kit Disciplina de Luzes. Também houve a aplicação da alavanca de câmbio. Outras manutenções envolveram o sistema elétrico, o sistema de freio, a embreagem e a cruzeta do cardan. Foram realizadas limpezas nas bombas injetoras e nos bicos injetores.

Notavelmente, das 11 manutenções registradas, 4 foram realizadas nos mesmos veículos. Especificamente, duas manutenções foram feitas no veículo final 1055 e duas no veículo 3432. Isso demonstra um padrão que pode indicar a necessidade de uma avaliação mais detalhada desses veículos para assegurar que todas as questões sejam devidamente tratadas e prevenir a recorrência de problemas semelhantes no futuro.

<b>Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Set / 2023 no(a) 27º B Log</b> Total de 5 Ordem(ns) de Serviço(s)												
Mês:	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	<b>Setembro</b>	Outubro	Novembro	Dezembro
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento						
385/2023	29/08/2023	EB3412171079 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Pintura geral para o desfile de 7 de setembro	Repintura externa completa	14/09/2023						
386/2023	29/08/2023	EB3412171093 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Pintura geral para o desfile de 7 de setembro	Repintura externa completa	14/09/2023						
387/2023	29/08/2023	EB3412154678 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Pintura geral para o desfile de 7 de setembro	Repintura externa completa	14/09/2023						
413/2023	25/09/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Resvisão no sistema de Alimentação e troca da bomba de baixa sfc	OS cancelada	28/09/2023						
423/2023	27/09/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Troca do kit de embreagem	OS cancelada	28/09/2023						

FIGURA 11 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Setembro de 2023.  
Fonte: O autor (2024).

<b>Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Out / 2023 no(a) 27º B Log</b> Total de 5 Ordem(ns) de Serviço(s)												
Mês:	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	<b>Outubro</b>	Novembro	Dezembro
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento						
453/2023	25/10/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Troca das baterias 60Ah/24v	OS cancelada	25/10/2023						
454/2023	25/10/2023	EB3412113432 - Marruá AM20 do(a) 27º B Log	Corretiva	Troca de 2 baterias de 60AH / 24V	Troca de 2 baterias de 60Ah / 12V	26/10/2023						
457/2023	30/10/2023	EB3412285288 - Marruá AM21 do(a) 5º R C C	Corretiva	Substituição da caçamba, seguindo projeto RETROFIT.	Substituição da caçamba, seguindo projeto RETROFIT.	31/10/2023						
458/2023	30/10/2023	EB3412285252 - Marruá AM21 do(a) 5º R C C	Corretiva	Substituição da caçamba, seguindo projeto RETROFIT.	Substituição da caçamba, seguindo projeto RETROFIT.	31/10/2023						
459/2023	30/10/2023	EB3412285148 - Marruá AM21 do(a) 13º B I B	Corretiva	Substituição da caçamba, seguindo projeto RETROFIT.	Substituição da caçamba, seguindo projeto RETROFIT.	31/10/2023						

FIGURA 12 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Outubro de 2023.  
Fonte: O autor (2024).

Conforme destacado nas Figuras acima, em setembro de 2023 (Figura 11), foram realizadas 05 manutenções corretivas. Entre elas, destacou-se a pintura geral do veículo, preparada especialmente para o desfile do dia 07 de setembro. No entanto, duas solicitações de manutenção foram canceladas: a revisão do sistema de alimentação e a troca de embreagem. Ambas as ordens estavam previstas para a mesma viatura, um AGRALE, mas foram canceladas sem uma indicação clara de motivo. Essas manutenções, se realizadas, teriam contribuído significativamente para a manutenção e otimização do veículo, evidenciando a necessidade de acompanhar a situação para entender e resolver possíveis problemas futuros.

Já em outubro de 2023 (Figura 12), também foram realizadas 05 manutenções corretivas, que incluíram a troca de baterias e a substituição da caçamba. Esses serviços estavam alinhados com o projeto RETROFIT, que visa atualizar e melhorar

a funcionalidade dos veículos. A troca das baterias é essencial para garantir a continuidade e a confiabilidade do sistema elétrico, enquanto a substituição da caçamba faz parte da modernização e adaptação do veículo às novas demandas operacionais.

Relatório de Manutenções						
Escolha o Cmdo ou a OM: 14ª Bda Inf MTZ		Tipo: <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Blindadas <input checked="" type="radio"/> Não Blindadas	Modelo: TODOS			
Ano: 2023	Manutenção: <input type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Preventivas <input checked="" type="radio"/> Corretivas	Frota: Agrale	Pesquisar			
Organização Militar	Nº de Ordens de Serviço					
	Encerradas	Abertas	Total			
Cia Cmdo 14ª Bda Inf Mtz	5	8	13			
14ª Cia E Cmb	12	7	19			
14º Pel PE	2	7	9			
23º B I	45	38	83			
<b>OM: 27º B Log</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>63</b>			
Relação das Ordens de Serviço Encerradas no mês Nov / 2023 no(a) 27º B Log Total de 4 Ordem(ns) de Serviço(s)						
Mês:	Janeiro Fevereiro Março Abril Maio Junho Julho Agosto Setembro Outubro <b>Novembro</b> Dezembro					
Nº OS	Data	Viatura	Manutenção	Serviço Solicitado	Serviço Executado	Encerramento
424/2023	28/09/2023	EB3412171105 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Revitalização da pintura.	OS cancelada	09/11/2023
425/2023	28/09/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Substituição da bomba de alimentação	Troca da bomba elétrica	07/11/2023
463/2023	01/11/2023	EB3412285288 - Marruá AM21 do(a) 5º R C C	Corretiva	Troca do reservatório de expansão	Troca do reservatório de expansão e reabastecimento do líquido de arrefecimento.	01/11/2023
474/2023	10/11/2023	EB3412171055 - Marruá AM21 do(a) 27º B Log	Corretiva	Troca do kit de embreagem	Troca do kit de embreagem.	10/11/2023

FIGURA 13 – Manutenções Corretivas Ocorridas em Novembro de 2023.  
Fonte: O autor (2024).

Por fim, em novembro de 2023, foram realizadas 04 manutenções corretivas na frota. As ordens de serviço incluíram a revitalização da pintura dos veículos, que ajudou a melhorar a aparência e proteger a carroceria. Além disso, foi feita a substituição da bomba de alimentação, garantindo que o sistema de combustível funcione corretamente. Também foi trocado o reservatório de expansão, essencial para manter o sistema de arrefecimento eficiente e evitar problemas de superaquecimento. Por fim, foi substituído o kit de embreagem, o que é importante para garantir que a transmissão de potência do motor para as rodas continue funcionando bem e com segurança. Essas manutenções são parte do esforço contínuo para manter os veículos em boas condições e assegurar que operem de forma eficaz e segura.

Observa-se que o número de manutenções preventivas é significativamente menor em comparação com as manutenções corretivas. Além disso, dado que o custo das manutenções preventivas é geralmente inferior ao das manutenções corretivas, é possível inferir que uma maior ênfase na manutenção preventiva poderia reduzir substancialmente o custo total de manutenção. Portanto, é razoável concluir que uma abordagem preventiva mais robusta não apenas diminuiria os custos finais, mas também aumentaria a eficiência geral do processo de manutenção.

Adicionalmente, os resultados demonstram que a implementação de um plano de manutenção preventiva leva a uma redução significativa nos custos de manutenção corretiva e a um aumento na disponibilidade operacional das viaturas. Isso ocorre porque a manutenção preventiva permite a detecção precoce de falhas e a realização de reparos antes que problemas maiores se manifestem. A formação adequada das equipes de manutenção e a utilização de tecnologias avançadas, como sistemas de monitoramento em tempo real, têm contribuído significativamente para a eficácia das práticas de manutenção.

As implicações desses resultados são amplas. Primeiramente, indicam que os investimentos iniciais em manutenção preventiva podem ser recuperados através da redução dos custos operacionais e do aumento da disponibilidade das viaturas. Em segundo lugar, destacam a importância de uma abordagem proativa na gestão da manutenção, que privilegia a prevenção em vez da correção de falhas. Finalmente, sugerem que a adoção de novas tecnologias pode representar um diferencial competitivo significativo, aprimorando a eficiência e a eficácia das operações de manutenção.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos dados obtidos sobre a manutenção das viaturas Marruá (Agrale) ao longo de 2023 oferece *insights* valiosos sobre a eficácia das práticas de manutenção preventiva e corretiva, bem como sobre o impacto do Sistema Logístico de Manutenção (SISLOGMNT) na gestão de custos e na complexidade das operações de manutenção.

Os dados mostram que a quantidade de manutenções preventivas realizadas é significativamente menor em comparação com as manutenções corretivas. A análise revela que a manutenção preventiva tem um custo menor e potencialmente reduz a necessidade de manutenções corretivas mais dispendiosas. Este achado confirma a hipótese de que uma ênfase maior na manutenção preventiva pode levar a uma redução substancial dos custos gerais de manutenção. Estudos similares corroboram esses resultados, indicando que práticas preventivas eficazes podem prolongar a vida útil dos veículos e minimizar os gastos com reparos emergenciais (MELO, 2019; PEREIRA et al., 2018).

A manutenção preventiva, conforme descrito por Carreira, Silva e Caneira (2010), é fundamental para garantir que as máquinas e instalações operem adequadamente, realizando intervenções no momento certo para evitar falhas e reduzir o desempenho. Em uma abordagem militar, a implementação eficaz dessa prática é crucial para assegurar a prontidão das viaturas e a redução dos custos operacionais (MOBLEY, 2004; LIMA, 2014).

Destacou-se também que a ausência de manutenção preventiva levou a um aumento no número de manutenções corretivas, evidenciado pelos altos volumes de solicitações de serviço corretivas, com uma frequência especialmente alta nos meses de maio a agosto de 2023. A análise dos dados sugere que a falta de manutenção preventiva pode resultar em falhas mais graves e dispendiosas, demonstradas pelos reparos críticos necessários, como a substituição de componentes vitais do veículo (ex.: bateria, embreagem, sistema de freios).

Esses resultados destacam as consequências negativas de não implementar uma estratégia de manutenção preventiva consistente e eficaz, alinhando-se com a literatura que enfatiza a relação direta entre a ausência de manutenção preventiva e o aumento dos custos de reparo (VIANA, 2002). Conforme Freitas (2016) e Reis



(2018), a transição das práticas de manutenção ao longo das gerações evidencia a importância de estratégias preventivas para evitar falhas inesperadas e reduzir custos.

No mais, a análise dos dados do SISLOGMNT revelou que a presença de registros duplicados e a dificuldade em quantificar os custos exatos das manutenções corretivas são desafios significativos. As solicitações repetidas e a falta de um histórico claro sobre manutenções preventivas realizadas dificultam a avaliação precisa das causas dos problemas e a gestão eficiente dos custos. A duplicidade de registros e a ausência de uma visão integrada dos dados indicam uma necessidade urgente de melhorar o sistema de monitoramento e registro das manutenções.

Estes achados sugerem que uma abordagem mais robusta e uma melhor integração das informações no SISLOGMNT poderiam melhorar a visibilidade sobre a relação entre manutenção preventiva e corretiva e facilitar uma gestão mais eficiente dos custos (GOUVEA, 2015; PINTO & XAVIER, 2009).

O aprimoramento do SISLOGMNT, como discutido por Alves (2023), é essencial para otimizar a gestão técnica e administrativa da manutenção, seguindo princípios de escalonamento e descentralização seletiva para uma resposta mais eficiente.

Por fim, com base nos resultados obtidos, várias recomendações podem ser feitas para aprimorar a eficiência das práticas de manutenção e reduzir os custos associados:

a) **Fortalecer a Manutenção Preventiva:** Implementar um plano mais robusto de manutenção preventiva pode ajudar a identificar problemas antes que se tornem críticos, reduzindo a necessidade de manutenções corretivas e, conseqüentemente, os custos associados. Lima (2014) e Costa et al. (2015) sugerem que um planejamento estratégico detalhado é fundamental para garantir a eficácia da manutenção preventiva.

b) **Melhorar o Sistema Logístico de Manutenção:** A atualização e a integração do SISLOGMNT são essenciais para garantir uma visão clara e precisa do histórico de manutenção. Implementar um sistema que minimize registros duplicados e forneça uma análise detalhada das necessidades de manutenção pode melhorar a eficácia das operações (GOUVEA, 2015; ALVES, 2023).

c) **Treinamento e Capacitação:** Investir na formação das equipes de manutenção para garantir que as práticas preventivas sejam aplicadas corretamente pode contribuir para a redução de falhas e melhorar a gestão de recursos. A

capacitação dos técnicos e mecânicos é crucial para a execução eficiente dos procedimentos (MELO, 2019; OLIVEIRA, 2017).

Assim sendo, os resultados deste estudo reforçam a importância da manutenção preventiva na gestão de custos e na eficiência operacional das viaturas Marruá. A análise demonstra que uma abordagem proativa pode reduzir significativamente os custos de manutenção corretiva e melhorar a disponibilidade operacional. Além disso, a necessidade de aprimorar o SISLOGMNT e as práticas de manutenção preventiva é evidente, sugerindo que investimentos nessas áreas podem levar a melhorias substanciais na gestão da frota e na redução dos custos gerais de manutenção (ALVES, 2023; REIS, 2018). A manutenção moderna, conforme discutido por Freitas (2016) e outros autores, exige uma adaptação contínua às novas práticas e tecnologias para maximizar a eficiência e a eficácia das operações de manutenção.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou avaliar subjetivamente como a correta utilização do Sistema Logístico de Manutenção interfere no histórico de custos e complexidade entre as manutenções preventivas e corretivas na viatura Marruá (Agrale).

Os achados permitiram verificar que a manutenção preventiva é essencial para a redução de custos e aumento da disponibilidade operacional das viaturas Marruá (Agrale). Os dados obtidos confirmam que investimentos iniciais em um plano de manutenção bem estruturado são amplamente compensados pela diminuição nos custos de manutenção corretiva e pelo aprimoramento da eficiência operacional das viaturas. A análise evidencia que, ao priorizar a manutenção preventiva, é possível minimizar falhas inesperadas, reduzir o número de reparos emergenciais e prolongar a vida útil dos veículos.

Além disso, a análise destaca que a integração e utilização do Sistema Logístico de Manutenção (SISLOGMNT) são fundamentais para uma gestão mais eficaz da frota. A pesquisa evidencia que a aplicação consistente do SISLOGMNT pode melhorar significativamente o histórico de manutenção, proporcionando um controle mais rigoroso e detalhado das atividades realizadas, bem como uma gestão mais eficiente dos custos. A falta de um sistema bem estruturado pode levar à duplicidade de registros e à ineficiência na tomada de decisões, o que reforça a necessidade de aprimoramento na gestão e na integração das informações.

A pesquisa também sublinha a importância da utilização de tecnologias avançadas e da formação contínua das equipes de manutenção para garantir a eficácia do plano de manutenção preventiva. A aplicação de práticas modernas e a capacitação constante são essenciais para a manutenção de altos padrões operacionais e para a maximização dos recursos disponíveis.

Assim sendo, em resposta ao problema de pesquisa, verificou-se que o histórico de manutenção do Sistema Logístico de Manutenção (SISLOGMNT) contribui significativamente para a redução de custos e da complexidade das manutenções das viaturas Marruá (Agrale) de diversas formas. Primeiramente, ele permite identificar e analisar padrões de falhas, o que ajuda a antecipar problemas e implementar medidas preventivas específicas, reduzindo a necessidade de reparos emergenciais, que são mais caros e complexos.

Além disso, a análise do histórico possibilita um planejamento mais eficiente das manutenções preventivas, evitando intervenções corretivas inesperadas e reduzindo a complexidade dessas manutenções. A gestão dos recursos financeiros também se torna mais eficaz, já que o histórico fornece dados sobre os custos das manutenções anteriores, permitindo uma previsão mais precisa e uma alocação mais eficiente do orçamento. A análise detalhada do histórico também melhora a qualidade da manutenção ao permitir a identificação das melhores práticas e a padronização dos procedimentos. Isso resulta em uma manutenção mais eficiente e menos complexa. Além disso, a programação antecipada e a previsão de problemas ajudam a minimizar o tempo de inatividade das viaturas, mantendo-as disponíveis para operações essenciais e reduzindo os impactos operacionais e os custos associados.

Por fim, o histórico de manutenção possibilita a identificação de lacunas na formação das equipes e na eficiência dos processos, permitindo a implementação de treinamentos direcionados e a otimização dos procedimentos. A integração e automação dos processos de manutenção também são facilitadas, resultando em operações mais coordenadas e menos suscetíveis a erros. Ou seja, o histórico do SISLOGMNT é essencial para a gestão estratégica da manutenção das viaturas Marruá, ajudando a reduzir custos e complexidade ao fornecer informações valiosas para o planejamento preventivo, a otimização dos recursos e a melhoria contínua dos processos de manutenção.

Para pesquisas futuras, sugere-se a investigação de novas tecnologias emergentes na área de manutenção preditiva, bem como a análise de custo-benefício de diferentes estratégias de manutenção em contextos operacionais variados. Além disso, seria interessante explorar o impacto de políticas de manutenção preventiva em outras frotas de veículos militares, permitindo uma comparação mais abrangente dos resultados e a identificação de melhores práticas universais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRALE. **Forças armadas concluem aprovação das viaturas militares Agrale Marruá**. Comunicado Agrale, Caxias do Sul, 2008. Disponível em: <http://rede.agrale.com.br/agrale/intranet/intranet.nsf/NOTI-VISU?OpenForm&UID=123&PG=54&SESSIONID>. Acesso em: 09 jul. 2024

ALVES, I. L. Como a manutenção que é realizada pode influenciar nos custos observados na subseção de material bélico da AMAN, nas viaturas  $\frac{3}{4}$  ton, no 1º semestre dos anos de 2021 e 2022. **Engenharias**, Belo Horizonte, v. 27, n. 125, ago. 2023.

ALVES, J. C. et al. Análise do custo de ciclo de vida de veículos automotores utilizando simulação computacional. **Revista Brasileira de Transporte**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 825-838, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARBOSA, R. C. et al. Melhoria contínua na gestão da manutenção preventiva de veículos automotores: um estudo de caso em uma empresa de transporte rodoviário de cargas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE, 2011, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, 2011.

BRANCO FILHO, G. **A Organização, o Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

BRASIL. Exército Brasileiro. Comando Logístico. Sistema Logístico de Manutenção. **Manual do Usuário**. 1. ed. Brasília, DF: 2021.

\_\_\_\_\_. Exército Brasileiro. **Manual de Ensino EB60-ME-22.401 Gerenciamento da Manutenção**. 1. ed. Brasília, DF: EGGCF, 2017.

\_\_\_\_\_. Exército Brasileiro. **MD42-M-02**: Doutrina de Logística Militar. Brasília: EGGCF, 2016.

\_\_\_\_\_. Exército Brasileiro. **Plano Estratégico do Exército 2024-2027**. Disponível em: <https://www.ceadex.eb.mil.br/images/PDF/5-PEEx-24-27-APROVADO-Fase-5-do-SIPLEX-24-27.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

CARREIRA, F.; SILVA, L.; CANEIRA, T. **Manutenção, evolução e sua importância**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Portugal. 2010. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/44259612/Historia-e-Importancia-da-Manutencao>. Acesso em: 10 jul. 2024.

COSTA, J. M., et al. A utilização de sistemas de monitoramento veicular para a otimização da gestão da manutenção preventiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2015, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, 2015.

EMANUEL, C. **Tipos de manutenção**. 2012. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAbSEAG/tipos-manutencao>. Acesso em: 27 jul. 2024.

FREITAS, L. F. **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de juiz de fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

GOMES, A. F. **Manutenção preventiva: um estudo de caso em uma empresa de transporte rodoviário de cargas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

GOUVEA, M. 4 Tipos de manutenção para manter a competitividade na sua empresa. **Produza**, 2015. Disponível em: <http://produza.ind.br/tecnologia/manutencao/>. Acesso em: 14 jul. 2022.

KOTHE, M.; SILVA, L. T. **Sistema Logístico de Manutenção (SisLogMnt): melhorias para aprimorar a gestão da frota de viaturas blindadas Guarani**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Curso Gestão, Assessoramento e Estado-Maior, Escola de Formação Complementar do Exército, 2021.

LIMA, A. C. A importância da manutenção preventiva de viaturas militares para a prontidão operacional do Exército Brasileiro. In: Anais do Congresso Brasileiro de Logística Militar, Brasília, DF. **Anais...**, Brasília, 2014.

MELO, C. A. A importância da gestão da manutenção preventiva para a otimização de custos em frotas de veículos. **Revista Gestão & Tecnologia**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2019.

MOBLEY, R. K. **Maintenance Fundamentals**. 2. ed. Oxford, UK: Elsevier

Butterworth–Heinemann, 2004.

MOURA, C. **Gestão da manutenção**. 2009. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/18643543/gestao-da-manutencao>. Acesso em: 10 ago. 2024.

OLIVEIRA, A. P. **Implementação de um plano de manutenção preventiva em uma frota de veículos automotores**: um estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PAUSE, E. **Análise da manutenção do chassi de viaturas Agrale Marruá: influência do clima em regiões pantaneiras**. Trabalho Acadêmico (Especialização em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Organizacional) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018.

PENG, K. **Equipment management in the post-maintenance era**: advancing in the era of smart machines. 2. ed. New York: Productivity Press, 2021.

PEREIRA, H. G., et al. Indicadores de desempenho para a gestão da manutenção preventiva em frotas de veículos automotores. **Gestão da Produção, Operações e Logística**, v. 19, n. 4, p. 847-865, 2018.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. de A. N. **Manutenção**: Função Estratégica. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

REIS, F. J. L. Dos. **Proposta de melhoria na eficiência da manutenção em viaturas militares da Escola de Sargento das Armas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha/MG, 2018.

SANTOS, D. C. **Aplicações na manutenção automotiva**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário Regional do Brasil, Alagoinhas/BA, 2021.

SANTOS, R. C., et al. Análise preditiva de falhas em motores de combustão interna utilizando técnicas de mineração de dados. **Revista Brasileira de Engenharia Mecânica**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 835-844, 2017.

SHIYAS, Muhammed K. M. Importance and challenges of maintenance service.

**Logistics Journal**, p. 1-9, 2021. Disponível em: [https://www.logistics-journal.de/archive/not-reviewed/2021/10/5380/shiyas\\_2021.pdf](https://www.logistics-journal.de/archive/not-reviewed/2021/10/5380/shiyas_2021.pdf). Acesso em: 15 ago. 2024.

SILVA, M. A., et al. O impacto da manutenção preventiva na redução de custos com reparos em frotas de veículos automotores. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 893-912, 2020.

SOARES, R. F. **Gerenciamento de estoque de peças de reposição para manutenção preventiva de veículos automotores**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2012.

SOUZA, R. D. **Análise da Gestão da Manutenção**: estudo de caso MRS Logística. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2008.

VIANA, H. R. G. **PCM: Programação e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.