

# BENEFÍCIOS DA MINERAÇÃO DE DADOS APLICADA À FUNÇÃO LOGÍSTICA MANUTENÇÃO

*Palavras-Chaves: logística; mineração de dados; manutenção*

## 1. INTRODUÇÃO

O Exército Brasileiro, segundo o *ranking* definido pelo portal *Global Firepower*, possui o décimo maior exército de uma lista de 140 forças militares analisadas. Além disso, o Brasil é um país de dimensões continentais, possuindo mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados. Apenas para fins comparativos, a área do território brasileiro é equivalente a toda a Oceania.

Para salvaguardar a soberania brasileira em toda essa extensão, o Exército Brasileiro (EB), segundo o Livro Branco de Defesa Nacional, conta com 670 Organizações Militares (OM), distribuídas por todo o território nacional.

A partir dos dados introdutórios acima destacados, pode-se vislumbrar a imensa gama de materiais e equipamentos necessários para manter todo esse sistema funcionando. Quando aqui se menciona a respeito de equipamentos, relaciona-se a produtos de defesa em geral, como fuzis, equipamentos rádio e viaturas, por exemplo.

No campo do orçamento público, conforme pesquisa ao portal Tesouro Transparente, desde novembro de 2014, o Estado Brasileiro apresenta *déficit* em seu resultado primário, o qual considera as receitas arrecadadas e as despesas realizadas em determinado período, sem considerar o valor a ser pago com as despesas financeiras, como por exemplo, os juros da dívida pública federal.

Ainda nesse cenário, destaca-se, portanto, a necessidade de endividamento público para fazer frente ao descompasso orçamentário vivido, o qual, segundo a Lei de Responsabilidade Fiscal, só pode ser realizado para custear despesas com investimentos, a exemplo de projetos inseridos dentro dos 13 programas estratégicos do EB existentes, atualmente, conforme portal do Escritório de Projetos do Exército.

No que tange ao ciclo de vida do material adquirido pela Força Terrestre, é interessante destacar que, normalmente, pelas características dos equipamentos e pelo alto valor agregado a estes, espera-se que o tempo de vida útil do material seja grande e que mantenha condições de confiabilidade e disponibilidade elevadas ao longo de sua utilização.

Nesse escopo, a função logística manutenção ganha grande importância, pois engloba as tarefas e atividades atinentes ao planejamento e gerenciamento das manutenções a serem realizadas durante todo o ciclo de vida dos materiais de uso militar de nosso Exército.

Importante ressaltar a diversidade de gêneros de produtos de defesa utilizados pelo EB e dentro de cada gênero a multiplicidade de espécies. Para exemplificar essa situação podemos considerar viaturas militares como gênero, a divisão entre viaturas blindadas e não blindadas como espécie e, como subespécies, os diversos modelos e marcas existentes.

Dentro dessa gama de possibilidades, apenas com a utilização de mão de obra humana, seria muito custoso, difícil e pouco produtivo, analisar os diversos dados que poderiam ser coletados durante os trabalhos de manutenção desses veículos para, por meio de análise, construir conhecimento e relações, a fim de aprimorar a capacidade de manutenção da Força Terrestre, aumentar a disponibilidade do material durante todo o seu ciclo de vida, bem como planejar de forma efetiva o emprego de recursos públicos nesta atividade de manutenção.

É nesse cenário de diversidade de materiais e grande quantidade de dados coletados que surge a possibilidade de ganho de eficiência e benefícios com a utilização da mineração de dados. Problemas que antes poderiam demorar muito tempo para serem descobertos e com a utilização de muita mão de obra humana para realizar análises, após a implantação de um sistema que utilize mineração de dados e com a utilização de um banco de dados consistente e fidedigno, estes mesmo problemas e fatos poderiam ser constatados de forma rápida e o sistema poderia trabalhar, ininterruptamente, rodando o algoritmo criado de forma a identificar padrões, associações e modelos regressivos para utilização em previsões de forma eficaz e efetiva.

## **2. MINERAÇÃO DE DADOS**

### **Dado, Informação e Conhecimento**

Apesar de no cotidiano utilizarmos os termos dado, informação e conhecimento como sinônimos, no contexto de mineração de dados, assim como no contexto militar, essas palavras possuem definições distintas.

Dado pode ser definido como um fato documentado, pode ser um número, letra, nome, etc. O que realmente caracteriza algo como um dado é que este é desprovido de qualquer significado, para sua compreensão deve estar inserido em algum contexto. Quando o dado passa a ter significado torna-se uma informação e, caso essa informação possa ser utilizada por algum ser humano na tomada de decisões, será considerada como conhecimento.

### **O processo de descoberta do conhecimento**

Quando se realiza a análise em uma base de dados, busca-se encontrar padrões e relações intrínsecas nos dados analisados. Para que essas relações sejam identificadas, faz-se necessário um trabalho de análise sistematizado e, sempre que possível, automatizado. Muitos autores consideram esse processo como o processo de descoberta do conhecimento, também chamado de KDD, devido ao seu nome em inglês: *Knowledge Data Discovery*.

O processo de descoberta do conhecimento é estruturado em cinco fases, as quais são apresentadas necessariamente na seguinte ordem: Obtenção dos dados, pré-processamento, mineração de dados e pós processamento. De forma genérica, as fases do processo de KDD pode ser descrito da seguinte forma: primeiro organiza-se as bases de dados da área de interesse que se pretende descobrir algo útil para a tomada de decisão. Na fase de pré-processamento, os dados serão organizados, selecionados e limpos (excluir

redundâncias, valores que não são representativos, padronização de unidades e formatos, etc).

Em seguida, tem início a fase de mineração de dados propriamente dita. Nesta fase, serão utilizados diversos algoritmos envolvendo realização de atividades que terão como produto uma predição, agrupamento ou associação, por exemplo, dependendo se o processo de mineração de dados for supervisionado ou não supervisionado.

Por fim, na etapa de pós processamento, o conhecimento novo adquirido será compilado em forma de relatórios e gráficos, apresentados para os tomadores de decisão e, dessa forma, finalizando o processo de descoberta do conhecimento.

### **Principais tarefas de mineração de dados**

Na mineração de dados há o emprego massivo de ferramentas estatísticas em todas as principais ferramentas utilizadas para essa finalidade. As principais tarefas de mineração de dados, destacadas por diversos autores, são a predição e a descrição. A primeira utiliza os dados existentes, normalmente em um determinado período de tempo, para inferir algum comportamento da variável em análise no futuro. Já com relação à tarefa descritiva, essa tem o objetivo de encontrar padrões que descrevem os dados e que possam ser úteis para aqueles que participam do processo de tomada de decisão.

Dentro de cada tarefa, existem algumas subtarefas, as quais são especializadas em descobrir determinado fenômeno. As principais e que poderiam ser úteis ao gerenciamento da manutenção dentro do Exército Brasileiro são associação, regressão, classificação e agrupamento.

Na associação busca-se a ocorrência simultânea de dois fatos, os algoritmos são baseados nos níveis de ocorrência, suporte e confiança. O exemplo clássico trazido nos livros a respeito do assunto é a descoberta por uma rede de supermercados norte americano que aumentou, em cerca de 40%, o nível de vendas de cerveja ao alocar tal produto próximo às fraldas, tendo em vista que descobriram, por meio de análise, que os pais que compravam fraldas para os bebês, também compravam cerveja junto.

Na regressão busca-se, após análise de dados passados, montar um modelo, como por exemplo uma reta no caso da regressão linear, que irá predizer determinados valores futuros de uma variável. Classificação e agrupamento, apesar de serem parecidos, pois ambos têm a característica de separar elementos em grupos, a principal diferença entre eles é que na classificação as classes já estão definidas e os dados serão separados dentro dessas classes, já no agrupamento, as classes não são definidas anteriormente e o próprio algoritmo irá separar os dados de acordo com sua similaridade, baseada em algum padrão referencial, como média, mediana e desvio padrão.

## **2. FUNÇÃO LOGÍSTICA MANUTENÇÃO NO EXÉRCITO BRASILEIRO**

A função logística manutenção, segundo o manual Logística Militar Terrestre, está relacionada com as atividades que tem por finalidade manter as condições do material durante todo o seu ciclo de vida e, quando avariado, restabelecer as condições de uso.

Com base na definição exposta acima e com os manuais militares que tratam da função logística manutenção, podemos dividir a manutenção em algumas atividades: levantamento de necessidades, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção corretiva e manutenção modificadora.

O Exército Brasileiro, conforme o manual de logística militar terrestre, considera a manutenção preventiva como base para todo o sistema de manutenção da Força Terrestre e esta cuida de manutenções de baixa complexidade técnica que tem por objetivo manter o nível de desempenho e disponibilidade do material.

No que diz respeito à manutenção preditiva, esta utiliza parâmetros técnicos e estatísticos de confiabilidade, para prever a execução da manutenção no momento em que for necessária, de forma que não seja necessária a parada do material antes desse ponto, podendo aumentar os índices de confiança e disponibilidade do material.

Dentro da estrutura organizacional do EB, a manutenção é escalonada em quatro escalões, os quais são baseados em níveis de complexidade técnica da manutenção e em Organizações Militares específicas para realização da manutenção prevista em cada escalão.

### **Sistema Logístico de Manutenção**

A Diretoria de Material (DMAT), órgão da estrutura do Exército Brasileiro responsável pelo gerenciamento de grande parte dos materiais da Força Terrestre, adotou o Sistema Logístico de Manutenção (SisLogMnt) para controle de todas as viaturas existentes no EB. O SisLogMnt se trata de um software que possui como objetivo proporcionar o gerenciamento de manutenções, suprimento e controle de disponibilidade das viaturas, conforme manual de operação do sistema disponibilizado pela DMAT.

Atualmente o sistema é composto por onze módulos que permitem desde cadastros à emissão de relatórios e indicadores. Nos diversos menus, há a inserção de informações em um banco de dados.

O cadastro das viaturas é realizado pelo operador, alguns campos possuem restrição de domínio, no entanto, os campos de descrição do material, EB da Viatura e número de série, por exemplo, são cadastrados de forma livre pelo operador. Há, ainda, a possibilidade da impressão de ficha registro da viatura e cadastro das manutenções realizadas na viatura e suprimento aplicado.

Na ficha de serviço da viatura, é possível registrar odômetros de entrada e saída da viatura, combustível e um *check list* básico da viatura. Existe, também, a possibilidade de acompanhar as manutenções preventivas que estão sendo realizadas e a situação da disponibilidade da viatura.

Dessa forma, a base de dados do SisLogMnt pode ser utilizada, caso haja a possibilidade, como dados de entrada em um processo de mineração de dados para descoberta de relações, associações e predizer determinados comportamento de viaturas e suprimento de manutenção utilizados.

Destaca-se a necessidade de padronização dos dados a serem inseridos no sistema, pois, ainda que para alguns campos haja restrição de domínio, em outros, o operador é livre para cadastramento da forma que melhor interpretar o fato, o que pode ocasionar ruídos e até mesmo percepções errôneas da realidade pelos algoritmos de mineração de dados.

### **Breves considerações a respeito da mineração de dados na base de dados de Manutenção Preventiva do Exército Brasileiro**

Conforme já exposto, percebe-se que o Exército Brasileiro iniciou a sistematização do processo de manutenção preventiva e corretiva, por intermédio do Sistema Logístico de Manutenção. A base de dados que está sendo criada e alimentada, diariamente, por todas as Organizações Militares do país, pode ser utilizada por algoritmos de mineração de dados.

Ao se realizar a análise dos componentes que são trocados nas viaturas militares, podemos utilizar algum algoritmo de agrupamento para tentar montar modelos que nos apresentem itens que podem ser considerados de alta mortalidade, por exemplo.

Tratando a respeito de associação, podemos buscar elementos que usualmente são trocados em conjunto durante as manutenções. Quando compararmos dados históricos, algoritmos de predição, como é o caso da regressão linear, poderia nos informar de forma bastante precisa o ponto de falha do equipamento.

Dessa forma, utilizando a base de dados do sistema de manutenção preventiva do Exército e, se possível, conjugando com outras bases de dados que o EB possua, os tomadores de decisão poderão ter subsídios maiores para aumentar a eficácia e bom emprego dos recursos orçamentários sob controle da Força Terrestre.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aumento do uso de ferramentas de tecnologia da informação, no caso específico deste estudo, a mineração de dados, pode trazer muitos benefícios para a Força Terrestre. Ainda que o custo de implantação de todo o sistema responsável por realizar a mineração seja alto, pois engloba alto poder computacional e equipamentos caros, devemos destacar que esse é um custo inicial fixo, o qual será diluído ao longo dos anos de utilização dos equipamentos.

Outro aspecto importante é que, após a implantação do sistema, a necessidade de trabalho humano nessas análises será reduzida, toda essa mão de obra economizada poderá ser revertida para a atividade fim da instituição. Além disso, a tomada de decisão poderá ser realizada de forma mais eficiente e efetiva, pois será baseada em subsídios mais robustos e trabalhados.

A imparcialidade no processo de escolha de grupos ou predições é consideravelmente aumentada, tendo em vista que a máquina irá apenas executar o algoritmo, livre de vieses e considerações psicológicas naturais do ser humano.

Por fim, faz-se possível o melhor emprego dos recursos públicos recebidos pela Força Terrestre, já que com mais informações e melhores condições para decidir, a proporção de decisões acertadas cresce e a chance de não se confirmarem os cenários planejados reduz-se. Além disso, poderíamos iniciar um novo sistema de manutenção utilizando de forma massiva a manutenção preditiva para alguns itens, de forma a evitar paradas de viaturas para manutenção desnecessárias e aumentando o tempo que o material se mantém disponível.

## 6. REFERÊNCIAS

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Folder SIGELOG:** 2018. Disponível em: [https://www.colog.eb.mil.br/images/banners/materias/Folder\\_SIGELOG3.pdf](https://www.colog.eb.mil.br/images/banners/materias/Folder_SIGELOG3.pdf). Acesso em: 27 set. 2022.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Portaria nº 344 EME.** [S. l.], 31 ago. 2017. Disponível em: [http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006\\_outras\\_publicacoes/01\\_diretrizes/04\\_estado-maior\\_do\\_exercito/port\\_n\\_344\\_eme\\_31ago2017.html](http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/01_diretrizes/04_estado-maior_do_exercito/port_n_344_eme_31ago2017.html). Acesso em: 27 set. 2022.

KOTHE, Maurício; TEIXEIRA E SILVA, Leandro. **SISTEMA LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO (SisLogMnt): MELHORIAS PARA APRIMORAR A GESTÃO DA FROTA DE VIATURAS BLINDADAS GUARANI.** 20?. Artigo (Pós Graduação) - UNIASSELVI, [S. l.], [20--].

SIEGEL, David. **Topics Breadcrumbs You are here:Home Predictive Maintenance for Mining Vehicle Applications:** How predictive solutions helped a mining equipment manufacturer solve issues before they arose. [S. l.], 24 set. 2021. Disponível em: <https://www.pumpsandsystems.com/predictive-maintenance-mining-vehicle-applications>. Acesso em: 27 set. 2022.

Silva, Leandro Augusto da. **Introdução à mineração de dados: com aplicações em R** / Leandro Augusto da Silva, Sarajane Marques Peres, Clodis Boscaroli. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.