



Para ser relevante.

www.fdc.org.br



Programa de Pós-graduação em Gestão de Negócios

PROJETO APLICATIVO 2022

Grupo 4

Flávio Magalhães Lana

Gabriel de Oliveira Brandão Gomes

Marcelo Túlio de Oliveira

Victor Ferreira Ribeiro Walter

Nova Lima - MG

2022

FUNDAÇÃO DOM CABRAL

PROGRAMA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE NEGÓCIOS

Flávio Magalhães Lana

Gabriel de Oliveira Brandão Gomes

Marcelo Túlio de Oliveira

Victor Ferreira Ribeiro Walter

**MANUTENÇÃO DE ATIVOS: UM ESTUDO QUE PROMOVA AGILIDADE E
EFICIÊNCIA EM CUSTOS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO NO METRÔRIO**

Nova Lima - MG

2022

Flávio Magalhães Lana
Gabriel de Oliveira Brandão Gomes
Marcelo Túlio de Oliveira
Victor Ferreira Ribeiro Walter

**MANUTENÇÃO DE ATIVOS: UM ESTUDO QUE PROMOVA AGILIDADE E
EFICIÊNCIA EM CUSTOS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO NO METRÔRIO**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Programa de Especialização em Gestão de
Negócios da Fundação Dom Cabral como requisito
parcial para a conclusão da Especialização em
Gestão de Negócios.**

Orientador: Geraldo Figueiredo Filho

Dedicamos este projeto
aos nossos pais,
as nossas famílias que nos
apoiaram e incentivaram nos estudos,
às empresas Patrus, MetrôRio e Via Ouro
pela oportunidade de aprender
e crescer como pessoa e profissionalmente,
aos educadores pelos ensinamentos
que ampliam nosso saber.

Agradecemos ao Sest Senat pela
oportunidade valorosa de aperfeiçoamento,
a FDC e colaboradores, aos professores,
aos amigos que formamos aqui e aos
nossos familiares pela força!

*“A tecnologia é um mecanismo
de liberação de recursos.
Ela pode tornar abundantemente
o que antes era escasso”.*
(Peter Diamandis).

RESUMO

O MetrôRio é a empresa operadora e concessionária das três linhas metroviárias da capital fluminense com cerca de 55 km de vias férreas, 42 estações de acesso e aproximadamente 45.000 ordens de manutenção, avaliadas anualmente. O sistema metroviário é um meio de transporte de passageiros seguro, pontual e ágil, com alta capacidade de transporte, intervalos regulares e baixo impacto para o meio ambiente, que demanda, porém um alto volumes de recursos para os investimentos na implementação; e continuamente com as despesas de manutenção, que devido à sua complexidade requer um sistema de gerenciamento e controle robusto, uma estrutura organizacional adequada, que se estende às áreas de mecânica, sistemas elétricos, eletrônicos e civil. No MetrôRio, a alimentação das informações no sistema de manutenção é manual, com pouca utilização e aproveitamento das tecnologias disponíveis, o que resulta em baixa produtividade. Nesse contexto, o escopo deste projeto envolve a compreensão e detalhamento do estágio atual do processo de manutenção na empresa, as oportunidades e alternativas para o aprimoramento do modelo, com a adoção de vetores de tecnologia aplicáveis à automação de inserção de dados e informações ao sistema de gestão (ERP) existente. Como fundamentação teórica foram pesquisados conceitos e metodologias de manutenção, custos e gestão aplicáveis ao sistema de transporte metroviário. As pesquisas sobre o modal metroviário, em conjunto com a realidade organizacional do MetrôRio, quanto ao modelo de manutenção, gestão e controle do processo, e também com benchmarking em organizações de referência, que adotam práticas de sucesso no processo de automação, contribuíram para a estruturação da proposta de solução que envolve a identificação e implementação de software compatível com o sistema existente (SAP), acoplado às utilização de ferramental de mobilidade (celular, tablets e totens) para inserção de dados em *real time*. A análise de viabilidade indica ganhos efetivos de produtividade e redução de custos, com redução na utilização de materiais, burocracia e menor emprego de recursos humanos, que podem ser redirecionados para atividades mais nobre e produtivas.

Palavras-chave: Manutenção; metrô; produtividade; tecnologia; gestão; mobilidade; recursos humanos.

ABSTRACT

MetrôRio is the concession which operates subway system in the state capita of Rio de Janeiro, which encompass 3 subway lines with approximately 55 km of tracks, 42 access stations and approximately 45.000 maintenance annual orders. The subway system is a safe, punctual, and agile way passenger transport, with high capacity, regular schedule, and low environmental impact. It demands, however, a high volume of resources for investments in the implementation; and continuous with maintenance expenses, which due to its complexity requires a robust management and control system, an adequate organizational structure, extended to mechanics, electrical, electronic, and civil systems. Currently at the MetrôRio, maintenance information is inserted manually into systems, with little use of available technologies, which results in low productivity. In this context, the purpose of this project is to understand the current stage of the maintenance process in the company, the opportunities, and alternatives for the improvement of the model, with the adoption of technology vectors applicable to the automation of data insertion in the management system (ERP). The references involve research on concepts and methodologies related to maintenance, costs, and management, applicable to the subway transport system. Additional research was conducted on the subway way of transport, along with an in-depth comprehension of the organizational reality of MetrôRio, regarding maintenance, management, and control of the process, and also with benchmarking that were conducted with reference organizations, that has been adopting successful practices in the automation process. Such activities have contributed to the structuring of a solution proposal that involves the identification and implementation of a compatible software to the existing SAP system, coupled with the adoption mobile devices (cell phones, tablets, and totems) for the insertion of data in real time. The feasibility analysis indicates effective gains in productivity and cost reduction, with a reduction in the use of materials, bureaucracy, and less use of human resources, which can be redirected to more noble and productive activities.

Keywords: Maintenance; subway; productivity; technology; management; mobility; human resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das Linhas do MetrôRio.	15
Figura 2 - Fluxograma de atividades de manutenção.	23
Figura 3 - Fluxograma de atividades de manutenção.	24
Figura 4 - Infográfico de um sistema de gestão ERP.	25
Figura 5 - Exemplo de parcerias do MetrôRio.	33
Figura 6 - Estudo de efetividade da manutenção na Patrus Transportes.	37
Figura 7 - Estrutura hierárquica gerencial do MetrôRio.	40
Figura 8 - Fluxo de atividades de manutenção.	42
Figura 9 - Equipe de apropriação de manutenção.	44
Figura 10 - Equipe de apropriação de manutenção.	46
Figura 11 - Colaboradora em apropriação.	47
Figura 12 - Dispositivos de acesso à ferramenta escolhida.	50
Figura 13 - Exemplo de totem para a utilização em oficina.	51
Figura 14 - Exemplo de acesso remoto via aplicativo Android.	52
Figura 15 - Arquitetura mobile simplificada.	53
Figura 16 - Fluxograma para avaliação das opções de mercado.	54
Figura 17 - Mapa estratégico do MetrôRio 2020.	56
Figura 18 - Metodologia 5W2H.	58
Figura 19 - Modelo de gestão do Ciclo V em projetos.	65
Figura 20 - Círculo de Ouro do PA.	66
Figura 21 - Cronograma do PA.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Papéis e responsabilidades: manutenção de ativos.	41
Tabela 2 - Números macro da gestão da manutenção do MetrôRio – 2020 e 2021.	46
Tabela 3 - Alinhamento do projeto aplicativo com os objetivos estratégicos.	56
Tabela 4 - 5W2H do projeto de implantação.....	59
Tabela 5 - Estimativa de custo evitado com a mão de obra de apropriação.....	62
Tabela 6 - Economia detalhada com o novo sistema móvel.	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
AGETRANSP	Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários e Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro
CAPEX	Capital Expenditure
CRRC	Changchun Railway Vehicles Co.
ERP	Enterprise Resource Planning
FDC	Fundação Dom Cabral
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
Funcef	Fundação dos Economiários Federais
HH	Homem-hora
Invepar	Investimentos e Participações em Infraestrutura S.A.
MetrôRio	Concessão Metroviária do Rio de Janeiro S.A.
NBR	Norma Brasileira
OS	Ordem de Serviço
PA	Projeto Aplicativo
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
Petros	Fundação Petrobrás de Seguridade Social

PM	Plant Maintenance
Previ	Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil
RJ	Rio de Janeiro
ROI	Return Over Investment – retorno sobre o investimento
SAP	Sistemas, aplicativos e produtos em processamento de dados
SP	São Paulo
TBL	Triple Bottom Line – tripé da sustentabilidade
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos

SUMÁRIO

1 RESUMO EXECUTIVO	14
1.1 Problema de pesquisa	16
1.2 Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	17
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
1.4 Breve apresentação dos capítulos do projeto aplicativo	17
2 BASES CONCEITUAIS	19
2.1 Princípios da manutenção	19
2.2 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	22
2.3 Sistemas integrados de gestão empresarial	24
2.4 Gestão do conhecimento na manutenção	26
2.5 Tripé da sustentabilidade (TBL)	26
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	28
4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO	31
4.1 Análise do setor	31
4.1.1 <i>Histórico</i>	31
4.1.2 <i>Principais concorrentes</i>	32
4.1.3 <i>Tamanho do mercado</i>	33
4.1.4 <i>Justificativa do problema principal</i>	34
4.1.5 <i>Avaliação dos stakeholders</i>	35
4.2 Benchmarking realizado	35
4.2.1 <i>Patrus Transportes</i>	36
4.2.2 <i>Light S.A.</i>	38
4.3 Realidade atual da empresa	39
4.3.1 <i>Estrutura da manutenção</i>	39
4.3.2 <i>Sistema de gestão e controle da manutenção</i>	41
4.3.3 <i>Equipe de controle e apropriação</i>	42
4.4 Pesquisa / Levantamentos	43

5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO	48
5.1 Atividade	48
5.2 Proposta de solução	48
5.3 Análise de viabilidade	54
5.3.1 <i>Análise estratégica</i>	55
5.3.2 <i>Análise Legal / Regulatória</i>	57
5.3.3 <i>Análise dos procedimentos internos</i>	57
5.3.4 <i>Análise dos recursos humanos</i>	59
5.3.5 <i>Análise técnica dos recursos tecnológicos disponíveis</i>	60
5.3.6 <i>Análise da viabilidade financeira</i>	61
5.3.6.1 <i>Economia na impressão de folhas de papéis</i>	61
5.3.6.2 <i>Custo evitado com a utilização de mão de obra (HH) para apropriação das ordens</i>	62
5.3.6.3 <i>Orçamento de implantação da proposta de solução</i>	63
5.3.6.4 <i>Conclusão da análise de viabilidade financeira</i>	63
5.4 Implantação do projeto	64
5.4.1 <i>Gestão do Ciclo V no projeto</i>	64
5.4.2 <i>Gestão interna do conhecimento</i>	65
5.4.3 <i>Cronograma de implantação</i>	67
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	69
GLOSSÁRIO	78
APÊNDICE	79

1 RESUMO EXECUTIVO

O MetrôRio, com sede no Rio de Janeiro, é a concessão metroviária da capital fluminense sob controle da Mubadala Capital, fundo de investimentos dos Emirados Árabes Unidos, e dos fundos de pensão Funcef, Petros e Previ, que gerenciam a Hmobi, *holding* de investimentos em mobilidade urbana.

De acordo com o MetrôRio (2021), a concessão é responsável pela manutenção e operação do sistema metroviário da cidade do Rio de Janeiro, com atividades distribuídas em 3 linhas (Figura 1), 42 estações, 55 km de linhas operacionais e 64 trens (sendo 30 unidades do fabricante Alstom/Mafersa e 34 unidades do fabricante CRRC).

A companhia possui cerca de 2.200 funcionários e busca oferecer uma alternativa confiável de mobilidade urbana para cariocas e turistas, seja no cotidiano da cidade ou em grandes eventos realizados na mesma. A operação comercial funciona de segunda a sábado das 5h à meia-noite e aos domingos e feriados das 7h às 23h.

Segundo o Data.Rio (2021), *site* Armazém de Dados da cidade do Rio de Janeiro, o sistema atendeu aproximadamente mais de 251 milhões de passageiros em 2019, no período anterior à pandemia.

A manutenção da infraestrutura, equipamentos, sistemas elétricos, eletrônicos e o material rodante é realizada por equipes próprias, com gestão apoiada por um *software* de controle e acompanhamento, alimentado manualmente pelos colaboradores que, em função do volume de informações e a forma de inserção dos dados no *software*, resultam em impactos negativos na produtividade e retrabalhos.

A transcrição dos dados e o tempo despendido para a apropriação das informações no sistema consomem quantidade elevada de mão de obra (homem-hora) e elevam os custos do processo, com baixa qualidade técnica de forma recorrente, e agravada pela crise no transporte público por conta da pandemia, o que evidencia a necessidade de modernização do processo de controle da manutenção.

Figura 1 - Mapa das Linhas do MetrôRio.



Fonte: METRÔRIO, 2021.

O regime de escalas de trabalho adotado por conta da pandemia causou efeito negativo nos processos de manutenção em função da baixa disponibilidade de mão de obra para as atividades em campo e a subsequente apropriação de informações no sistema.

Nesse cenário, em busca da evolução dos processos de manutenção, foi acelerada a busca por uma solução de integração do *software* de gestão com a manutenção para maior celeridade e confiabilidade nas informações inseridas.

1.1 Problema de pesquisa

Para aprimorar o sistema de gestão de ativos do MetrôRio, este projeto está estruturado e direcionado à tratar do seguinte problema: “Quais as alternativas e soluções aplicáveis à realidade da empresa que contribuam para a melhoria e produtividade do processo de manutenção do MetrôRio?”

1.2 Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado

O atual mercado de transportes demanda alta produtividade e eficiência nas suas operações de manutenção. Quando a manutenção não acompanha as inovações tecnológicas disponíveis, resultam em custos elevados, processos morosos e defasados, com a existência de retrabalhos e consumo desnecessário de mão de obra dedicada ao controle e gestão das informações.

Essa defasagem impacta, diretamente na produtividade e na qualidade das informações geradas pelas manutenções realizadas no MetrôRio. Diante dessa realidade e considerando as atuais tecnologias disponíveis, a evolução no processo de manutenção representa o caminho mais indicado na busca pelo amadurecimento que se almeja alcançar.

Soma-se a isso, o contexto pandêmico no qual o Rio de Janeiro e o Brasil estão imersos; os impactos econômicos para a concessão aumentam ainda mais a necessidade de implantação de uma solução de integração com o sistema já existente. Assim, o presente projeto aplicativo (PA) visa apresentar uma saída que promova agilidade e eficiência em custos e produtividade nos processos de manutenção do MetrôRio.

1.3 Objetivos

Na busca pela evolução do processo de manutenção do MetrôRio, o projeto tem os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo de manutenção que promova a agilidade e a eficiência em custos de manutenção, com a implantação de dispositivo tecnológico que fará a integração entre o colaborador de manutenção e o sistema de gestão de forma mais inteligente e ágil, com melhorias no processo de gestão, redução de perdas e incremento na gestão de ativos.

1.3.2 Objetivos específicos

Na busca pela evolução do processo de manutenção do MetrôRio, o projeto tem como objetivos específicos: o mapeamento do processo de manutenção, gargalos, custos envolvidos e impactos nas áreas envolvidas; a identificação das melhores práticas de sucesso no mercado brasileiro; o estabelecimento de benefícios para os stakeholders envolvidos na implantação dos processos integrados de manutenção e os sistemas disponíveis; a proposta de solução de manutenção direcionada à gestão de ativos adequada e viável às características do MetrôRio.

1.4 Breve apresentação dos capítulos do projeto aplicativo

O trabalho se inicia com uma apresentação sucinta sobre a empresa e seu problema, a justificção do projeto e a exposiçõ dos objetivos gerais e específicos.

No segundo capítulo são detalhadas as bases conceituais de manutenção e referenciais teóricos que foram utilizados durante a execuçõ deste trabalho.

No capítulo seguinte é apresentado a metodologia com suas características, tipo e abordagem, bem como os recursos utilizados para a coleta de dados.

No quarto capítulo é realizada uma avaliação sobre o setor metroviário, os aspectos históricos, operacionais e regulatórios, assim como a atual realidade da empresa e os *benchmankings*, no intuito de avaliar as soluções implantadas em outras companhias com problemas similares.

Dando continuidade ao estudo, o desenvolvimento do trabalho se dá após a apresentação e análise dos dados levantados, bem como detalha-se a proposta de solução para o problema encontrado, o estudo de viabilidade técnica, financeira, operacional e estratégica da tecnologia e o respectivo cronograma estimado de implantação.

No sexto e último capítulo são feitas as considerações finais com base nos resultados obtidos nas pesquisas realizadas, além das referências aos itens fora do projeto e as lições aprendidas ao longo deste estudo.

2 BASES CONCEITUAIS

2.1 Princípios da manutenção

A palavra “manutenção” tem origem do latim “*Manus Tenere*” e significa manter o que se tem. De acordo com Ferreira (2010), os militares guardavam o sentido de manter, nas frentes de combate, toda a estrutura bélica em condições de combate, ou seja, operantes.

As atividades de manutenção têm vivenciado algumas transformações expressivas como conseqüências de:

- aumento significativo da quantidade de ativos (equipamentos, máquinas, instalações, edificações, etc.);
- complexidade dos novos projetos;
- novas técnicas de manutenção;
- priorização da atividade de manutenção como fator estratégico para o negócio;
- advento de novas tecnologias.

Segundo Kardec e Nascif (2009), o processo de manutenção se desenvolveu ao longo de quatro gerações, onde a primeira geração abrange o período anterior à Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945), com nível baixo de mecanização e baixa complexidade técnica de equipamentos. Seu perfil era essencialmente corretivo. Cabral (2016), no artigo publicado pela Navaltik Management, define manutenção:

Como o conjunto de ações destinadas a assegurar o bom funcionamento dos equipamentos e dos sistemas, garantindo ser intervencionados nas oportunidades e com o alcance certos, conforme as boas práticas técnicas e exigências legais, para evitar a perda de função ou redução do rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, e tudo a um custo global otimizado. (CABRAL, 2016, p. 01).

Entre os anos 50 e 70, com o fim da Segunda Guerra e, conseqüentemente, com a forte pressão pelo aumento de produtividade e disponibilidade dos ativos, houve

um foco intenso em manutenção preventiva de forma programada e com maior frequência.

A terceira geração, a partir da década de 70, se caracterizou pela crescente preocupação na disponibilidade das máquinas, impulsionada por equipamentos mais robustos e sofisticados, potencializando o conceito de confiabilidade. Nessa geração ganhou força a preocupação com a relação custo-benefício. É crescente, também, o uso de outros equipamentos como computadores e *softwares* no apoio à manutenção. Inicia-se, assim, a observação da existência de padrões de falhas.

Na sequência, segundo Kardec e Nascif (2009), a partir da década de 90, a quarta geração caracterizou-se por mitigar o risco de falhas, refletindo no aumento da importância da disponibilidade e confiabilidade. A prática de análise de falhas é definitivamente estabelecida. Há um aumento da preocupação com todo o processo de manutenção, inclusive com a segurança. O custo da manutenção também ganha foco, causando racionalização das preventivas e fortalecimento de projetos voltados para a confiabilidade dos equipamentos.

Nos dias atuais, com o desenvolvimento da indústria 4.0 nos processos produtivos, os procedimentos de manutenção são alvos de aplicações intensas de tecnologias de digitalização das etapas de execução e análise, com o objetivo de redução de custos, aumento da confiabilidade, aumento da disponibilidade, racionalização de mão de obra e redução de manutenção preventiva em detrimento da manutenção preditiva.

Segundo Miranda (2020), a diferença mais relevante entre o modelo antigo de manutenção industrial e o modelo apresentado pela indústria 4.0 se refere à mudança de visão dos ativos para equipamentos mais inteligentes e integrados. Através de sensores e outras tecnologias é possível extrair dados cada vez mais precisos sobre os ativos e em tempo real. A análise dessas informações também pode ser feita por meio da Inteligência Artificial, capaz de ler grandes quantidades de dados (Big Data), com capacidade de orientar a Engenharia de Manutenção e/ou seu Planejamento e Controle a trabalhar com dados que geram informações que possibilitem a previsão da quebra e a intervenção antes da quebra, ou seja, trabalhar com a confiabilidade.

A ABRAMAN (2011 *apud* SALERMO, 2005), faz referência a manutenção como um elo de integração entre os responsáveis pelas atividades de conformidade e inovação, tendo como foco a melhoria contínua do sistema e a subsistência do ritmo adequado das operações.

De acordo com Costa (2013), diversas definições são apresentadas sendo que a maioria dá enfoque aos aspectos preventivos, de conservação e corretivos; mas é válido observar a evolução nos aspectos humanos, de custos, ambientais e de confiabilidade, como consequência do aumento da importância e responsabilidades da manutenção dentro das organizações.

Segundo a ABNT (1994), a manutenção é 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 possa desempenhar uma função requerida” (NBR 5462/1994), podendo incluir neste conceito a modificação de determinado item.

Portanto, é importante entender como objeto de manutenção todas as estruturas passíveis de intervenções para o bom funcionamento do sistema de ativos de um determinado processo, inclusive no sistema de transporte metroferroviário. Kardec e Nascif (2009) expõem que na quarta geração da manutenção, a eficiência é incorporada à eficiência organizacional de uma empresa, pois independente do ramo de atuação, a manutenção está presente no decorrer do tempo.

Diante do exposto, faz-se necessário encarar a manutenção como representação de menos peso no custo direto do negócio (mão de obra, aquisição e serviços e estoque) e mais peso no desempenho e contribuição para o resultado final do negócio, tendo em vista que a manutenção é a chave para criar capacidade produtiva e de otimização.

A correta gestão da manutenção com a utilização de técnicas e metodologias adequadas representa uma série de benefícios de maneira geral, dos quais podem ser listados:

- aumento da produtividade da equipe e do equipamento;
- aumento de segurança do trabalho dos colaboradores;
- aumento na disponibilidade dos equipamentos;
- redução de custos com multas ambientais;
- redução de multas regulatórias;
- economia de peças, componentes e acessórios dos equipamentos e sistemas;
- economia de energia elétrica;
- melhoria na qualidade dos serviços prestados aos clientes;
- aumento da vida útil dos equipamentos, sistemas e estruturas.

Segundo dados da ABRAMAN (2011), foi realizada uma pesquisa com empresas brasileiras que empregam 37,17% dos recursos de manutenção em atividades preventivas, 27,4% em atividades corretivas, 18,51% em atividades preditivas e 16,92% em outros recursos. Para melhor exemplificar, conforme ABRAMAN (2011) e Mason Equipment (2021), conceitua-se os principais processos de manutenção:

- **Manutenção preditiva** – Realizada com o uso de tecnologia e *softwares* que fazem o monitoramento dos equipamentos com frequência, visando a antecipação de falhas e paradas inesperadas. Essa manutenção trabalha com o aumento da previsibilidade e da confiabilidade dos ativos;
- **Manutenção preventiva** – Essa manutenção caracteriza-se por uma programação prévia com base em procedimentos e normas técnicas, manuais de fabricantes e melhores práticas do mercado. Sua função principal é a realização de atividades que foquem na prevenção de falhas e acidentes com os equipamentos, limpeza, lubrificação, substituição de peças, fixação e retorqueamento de parafusos/porcas, etc.;
- **Manutenção corretiva** – A principal característica dessa manutenção é a correção de uma falha que já ocorreu. A manutenção corretiva atua no restabelecimento do equipamento ou sistema defeituoso, no menor tempo e impacto possível para a operação, com a substituição de peças/componentes e/ou reparo em estruturas. É o tipo de manutenção que gera o maior prejuízo para a companhia, principalmente, se houve a paralisação da operação e/ou acidentes com colaboradores.

2.2 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Conforme Egídio (2015), o planejamento é um conjunto de intenções, enquanto o controle é um conjunto de ações que visam o direcionamento do plano de manutenção. O controle faz os ajustes que permitem que a operação atinja os objetivos que o plano estabeleceu, mesmo que as suposições feitas pelo plano não se confirmem.

A função do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é, de forma básica, definir os métodos e as tarefas de manutenção que levem à maximização do desempenho global dos equipamentos e minimização do custo global de manutenção. O PCM deve ser o norteador das equipes de manutenção.

Para que o desempenho do PCM ocorra da forma prevista, o fluxo de atividades e execução, ilustrados nas Figuras 2 e 3, devem ser observados e aplicados.

Figura 2 - Fluxograma de atividades de manutenção.



Fonte: EGÍDIO, 2015.

Figura 3 - Fluxograma de atividades de manutenção.



Fonte: EGÍDIO, 2015.

Este projeto aplicativo (PA) abordará a utilização de ferramenta específica para otimização do fluxo indicado acima, especialmente, para as etapas de execução e *feedback*/encerramento das ordens de serviço.

2.3 Sistemas integrados de gestão empresarial

Segundo publicação de Silva e Santos (2009), as empresas buscam melhorar os processos de manutenção com o objetivo de expandir a capacidade produtiva com o aumento da competitividade no mercado. Assim, as empresas de manutenção buscam a estruturação de um sistema de informação apropriado ao gerenciamento, por meio da implantação de sistemas específicos ou através de módulos ERP, sistemas esses que promovem a integração entre os diversos departamentos da organização.

O ERP (Enterprise Resource Planning) é um sistema de informação que interliga todos os dados e processos de uma organização em um único sistema (TURBAN, 2010). O ERP é a espinha dorsal dos negócios eletrônicos, uma arquitetura

de transações que liga todas as funções de uma empresa (O'BRIEN, 2007), conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Infográfico de um sistema de gestão ERP.



Fonte: EXSAM SISTEMAS, 2015.

Segundo Rodrigues (2014), os sistemas ERP abrangem cada passo da operação, desde as compras, provisões, planejamento, manufatura, formação de preço, contas a pagar e receber, processos contábeis, controle de estoque, administração de contratos, venda de serviços e todos os níveis de comércio varejista ou atacadista, passando pela gestão eficaz dos relacionamentos com os clientes e os fornecedores, pós-venda, análise de resultados e outros fatores personalizados, altamente adaptáveis a qualquer empresa, independente do ramo de negócio.

Ainda, segundo Rodrigues (2014), dentre os objetivos da implantação de um sistema ERP, destaca:

- automatização de tarefas manuais;
- otimização de processos;
- redução de custos;
- controle sobre as operações da empresa;
- eliminação de retrabalho;
- padronização de processos em todas as áreas;
- queda nos custos de estoque.

No decorrer deste projeto aplicativo apresenta-se o uso do *software* ERP SAP módulo PM, sistema de gestão utilizado pelo MetrôRio no controle da manutenção.

2.4 Gestão do conhecimento na manutenção

No âmbito do processo de disseminação do conhecimento de novas técnicas e novas ferramentas para otimização das atividades de manutenção, a gestão do aprendizado merece destaque.

Segundo Buainain (2021), o aprendizado organizacional pode ser considerado como um processo de retenção, desenvolvimento e transferência de conhecimento dentro de uma organização, seja por meio da observação de exemplos de outras pessoas, compartilhamento de informações, cultura organizacional, uso de tecnologia, dentre outros métodos.

Sendo assim, o ambiente organizacional, as relações no trabalho, a infraestrutura da corporação, as políticas e a cultura da empresa têm papel determinante na aplicação estruturada dos processos de gestão do aprendizado organizacional.

O engajamento da liderança da organização, bem como uma política de recursos humanos pautada e estruturada para a gestão do aprendizado podem trazer benefícios diretos na disseminação do conhecimento, na satisfação dos colaboradores, no aumento da produtividade, nos resultados da corporação e, conseqüentemente, no clima organizacional.

2.5 Tripé da sustentabilidade (TBL)

Segundo Ferreira (2019), o TBL (Triple Bottom Line – tripé da sustentabilidade) trata-se de um conceito que prega a gestão empresarial como foco, além dos resultados no impacto causado pela empresa, no planeta. O conceito foi idealizado por John Elkington no ano de 1994 e representa a busca pelo equilíbrio entre o uso de recursos naturais e sociais, sem deixar de pensar no lucro. O conceito ganhou expressividade ao longo dos últimos anos, porém, muitas vezes, com um viés excessivamente técnico e mercadológico.

Em vista disso, em 2018, 25 anos após o lançamento do artigo original, Elkington publicou um novo artigo sobre o tema com um pedido de reinterpretação do conceito e reforçou o apelo para que as empresas tentem aplicar seus esforços de maneira mais concreta, pensando realmente no impacto de suas operações, e não apenas nos indicadores e números. Ainda, conforme Ferreira (2019), o TBL precisa ser destrinchado e compreendido dentro das empresas para que tenha uma atuação consciente e responsável, considerando menos o *status* e a valorização de suas ações.

Um modelo organizacional orientado pelos conceitos de inovação e sustentabilidade possui grande relevância nas organizações atuais, com forte tendência de se manter neste *status* de importância, sendo base das discussões organizacionais. Nesse modelo, deve-se estar atento ao consumo que pode provocar o aumento da produção devido a demanda por novos produtos e, conseqüentemente, pode acarretar o aumento de recursos materiais e de emissões de poluentes, o que vem a prejudicar o meio ambiente. Logo, a compatibilidade dos interesses da companhia com o modelo de organização inovadora sustentável é uma das maiores dificuldades para a gestão de uma empresa (FERREIRA *et al*, 2017).

No MetrôRio, suas operações e projetos buscam a atuação nos três pilares do TBL sem mensuração de indicadores. Há ações sociais junto aos funcionários e comunidade em torno de suas linhas, há ações ambientais com foco na minimização dos impactos no meio ao qual está inserido, além da busca responsável pelos resultados financeiros e a geração de economia para a companhia. O referido PA busca a aplicação dos três pilares de sustentabilidade.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa, segundo Castro (2002), é o espaço no qual se deve traçar os meios necessários à observação da realidade de modo sistemático e disciplinado, no sentido de observar os fatos, analisar as relações entre eles e, finalmente, responder ao problema de pesquisa que representa para o pesquisador uma lacuna no conhecimento. Castro (2002) e Gil (1999) explicitam os três tipos de pesquisas, sendo exploratórias, descritivas e explicativas.

As Pesquisas Exploratórias têm como finalidade principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Geralmente é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Dos tipos de pesquisa, é o que apresenta menor rigidez no planejamento, geralmente, envolve levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso (GIL, 1999 *apud* OLIVEIRA, 2011).

Ainda, segundo os referidos autores, nas Pesquisas Descritivas o objeto de investigação é parcialmente conhecido. As pesquisas desse tipo têm como objetivo primordial descrever aspectos particulares de determinado grupo, ou então, fazer a relação entre as variáveis que forem surgindo. Envolve planejamento mais rigoroso e técnicas padronizadas de coleta de dados. As pesquisas descritivas são as mais solicitadas por organizações como, instituições educacionais, empresas comerciais, partidos políticos, etc.

As Pesquisas Explicativas têm como preocupação fundamental identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento acerca da realidade, por explicar a razão das coisas. Por esse motivo, é também o mais complexo, já que existe grande probabilidade de se cometer erros. Gil (1999 *apud* OLIVEIRA, 2011) afirma que o conhecimento científico está fundamentado nos resultados oferecidos pelos estudos explicativos, sem, contudo, desmerecer as pesquisas exploratórias e descritivas, que são normalmente etapas prévias indispensáveis à obtenção de explicações científicas.

Quanto ao tipo de pesquisa utilizada no presente PA classifica-se como descritiva, pois sua finalidade consiste em descrever o conhecimento e a utilização das ferramentas gerenciais baseadas na gestão de manutenção. A respeito da pesquisa descritiva, Gil (1999) afirma que tem “como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relação entre variáveis” (GIL, 1999 *apud* OLIVEIRA, 2011, p. 21).

Quanto à abordagem constitui-se em uma pesquisa qualitativa, pois se utiliza de descrições, comparações e interpretações. Conforme Guerra (2014), aprofundar-se na compreensão dos fenômenos que se estuda, interpretando-os segundo a perspectiva dos próprios sujeitos que participam da situação, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito.

Quanto às fontes de pesquisas elas se constituem em fontes secundárias pelo fato de que possuem dados que já foram coletados e sintetizados, ou seja, informações disponíveis para consulta. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram as pesquisas de campo, os levantamentos bibliográficos e documentais, as entrevistas de funcionários e a observação dos participantes.

No desenvolvimento deste projeto aplicativo que promove Agilidade e Eficiência em custos no processo de manutenção no MetrôRio, tem-se como objetivo principal a implantação de um dispositivo tecnológico que promova maior rapidez na imputação de dados. Para atingir o objetivo buscou-se fazer um levantamento de informações e dados sobre a manutenção, a partir da utilização de materiais já elaborados, tais como *sites*, livros, artigos e projetos.

Na fase de pesquisa realizou-se a análise e descrição da situação do MetrôRio, no que diz respeito ao cenário atual de manutenção, em todas as etapas do processo, desde as ordens de manutenção até o ciclo de atendimento. Por meio do conhecimento e entendimento da realidade da referida empresa, estudou-se as ações para a elaboração da proposta de solução que melhor corrobora com o objetivo do presente estudo.

Além disto, foram realizadas perguntas aleatórias com respostas abertas (Apêndice A), ou seja, não estruturadas, a alguns funcionários do setor de manutenção, dando-lhes liberdade de respostas de acordo com as suas percepções, bem como de opinar sobre o processo.

A coleta de informações foi produzida através de pesquisas documentais no MetrôRio, onde o colaborador teve acesso aos documentos estatísticos que mostram a realidade do processo atual. Por meio desta pesquisa foi possível verificar os gargalos no tempo de atendimento e a perda de produtividade, além do desperdício no consumo de papéis.

Foi realizado o *benchmarking* com duas empresas, sendo uma de médio e outra de grande porte, de segmentos diferentes, porém ambas são referências na programação e controle de manutenção.

Por fim, avançou-se com um estudo de caso com levantamento das perdas no processo de solicitação de manutenção e preenchimento das ordens de serviço. Com o resultado e conhecimento dos dados, foi possível analisar a fundo o problema e promover o estudo de ações de melhoria, isto é, a proposta de um projeto aplicativo com vistas a solucionar a dificuldade encontrada.

4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO

4.1 Análise do setor

4.1.1 Histórico

Conforme o Glossary of Transit Terminology, publicado por American Public Transportation Association (2013), o metropolitan (metrô) é um tipo de transporte de alta capacidade voltado, principalmente, para áreas urbanas. Os metrôs são ferrovias elétricas que operam em passagens exclusivas que, em geral, são túneis ou vias elevadas. Ben-Akiva e Morikawa (2002) listam diversas vantagens para o uso do metrô, sendo: a confiabilidade, o conforto, a segurança e uma menor emissão de poluentes ao meio ambiente. Como principais desvantagens, segundo Santiago (2013), o modal metroviário possui pouca flexibilidade de percursos, a dependência de integração com outros modais e um elevado custo de implantação e manutenção.

No Brasil, a cidade pioneira na inserção de linhas metropolitanas de transporte foi São Paulo, com a inauguração em 1974 (MEIER, 2019). O metrô na capital fluminense foi inaugurado em 5 de março de 1979, sob gestão da administração pública estadual, com apenas 5 estações abertas. Ao longo dos anos seguintes novas estações e linhas foram inauguradas em direção aos bairros da Tijuca, Pavuna e Barra da Tijuca, totalizando 55 km de vias e 42 estações (METRÔRIO, 2021).

Em 1998, dentro do Programa de Desestatização do Estado do Rio de Janeiro, houve a licitação do metrô tendo como vencedor o consórcio Opportrans (Cometrans-Buenos Aires e Sorocaba Empreendimentos SA do Banco Opportunity). Em 2009, o metrô passou a integrar o Grupo Invepar – Investimentos e Participações em Infraestrutura S.A., formado pelos fundos de pensão Funcef, Petros e Previ, além da Construtora OAS S.A (METRÔRIO, 2021).

Em novembro de 2021 a concessão mudou de mãos, novamente. A Mubadala Capital, fundo soberano de Abu Dhabi – Emirados Árabes Unidos, assumiu o controle do MetrôRio e da MetroBarra S.A. (empresa responsável pelos investimentos em sistemas da linha 4). Dessa forma, a gestão do MetrôRio passou para a Hmobi, *holding* de investimentos em mobilidade urbana, na qual Mubadala Capital detém 51,5% e os

três fundos de pensão (Funcef, Petros e Previ) têm 48,5% (VALOR ECONÔMICO, 2021).

O MetrôRio (2021) é responsável pela manutenção e operação do sistema, ficando as expansões da rede metroviária e a aquisição de novos trens a cargo da RioTrilhos (Governo do Estado do Rio de Janeiro). A fiscalização do serviço prestado pela Concessão Metroviária do Rio de Janeiro é realizada pela Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários e Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro (AGETRANSP).

4.1.2 Principais concorrentes

O sistema de transportes na cidade do Rio de Janeiro é formado por vários modais como o rodoviário (ônibus, vans, táxis e veículos por aplicativo), ferroviário (metrô, trem urbano e veículo leve sobre trilhos) e aquaviário (barcas). O MetrôRio atende a cidade, partindo da Pavuna na zona norte e indo até a Barra da Tijuca na zona oeste, passando pela Tijuca, pelo centro e pela zona sul.

Nesse contexto, é possível identificar que os principais concorrentes do MetrôRio são as linhas de ônibus convencionais, o veículo leve sobre trilhos (VLT) no centro da cidade, as vans, os táxis, os veículos de aplicativos e os ônibus de condomínios.

A capital fluminense é servida também pela empresa Supervia (companhia operadora de trens urbanos do estado do Rio de Janeiro) que atende em nove linhas, abrangendo bairros do subúrbio da cidade e 12 municípios da região metropolitana com 104 estações. De acordo com o MetrôRio, a Supervia não se caracteriza como uma concorrente direta do MetrôRio, mas como uma abastecedora de passageiros em função da complementaridade dos bairros atendidos. As empresas possuem algumas estações compartilhadas aumentando a integração entre as linhas.

Em função da existência de muitos concorrentes, o MetrôRio busca a melhoria constante em sua operação comercial com foco na confiabilidade e qualidade dos serviços para o cliente. Um bom exemplo é o estabelecimento de parcerias com outras empresas (Figura 5) para aumentar os benefícios aos clientes e incentivar a complementação entre os modais de transportes. Tais parcerias são objetivadas pelo aumento de passageiros no sistema metroviário.

Figura 5 - Exemplo de parcerias do MetrôRio.



Fonte: METRÔRIO, 2021.

4.1.3 Tamanho do mercado

Segundo o Data.Rio (2021), Armazém de Dados da cidade do Rio de Janeiro, entre 2014 e 2019, o MetrôRio transportou em média mais de 800 mil passageiros por dia. De acordo com o Portal G1 (2016), durante os jogos olímpicos de 2016, a concessão metroviária do Rio de Janeiro atingiu o pico de 1,121 milhão de passageiros no dia 17 de agosto do referido ano.

Em função da pandemia do COVID-19, segundo a reportagem do Jornal O DIA (2021), o MetrôRio teve redução de 50% na média de passageiros transportados em dias úteis, em relação ao período que antecedeu a pandemia. Essa redução representa uma queda relevante no faturamento e afeta de sobremaneira a operação e a manutenção da concessionária.

A reportagem da CNN Brasil (2021) cita que, de acordo com a Rio Ônibus – Sindicato das Empresas de Ônibus da Cidade do Rio de Janeiro – a média diária de passageiros transportados foi reduzida de 3,5 milhões para 1,8 milhão no ano de 2020. A matéria apurou ainda que as concessionárias de transportes coletivos no Rio de Janeiro acumulam um *déficit* de 1,2 bilhão de reais em função da pandemia.

Conforme pesquisa do Itaú Unibanco-Cebrap (2021) – Centro Brasileiro de Análise e Planejamento – a pandemia trouxe mudanças nas formas de trabalho e na dinâmica de mobilidade da população pela cidade do Rio de Janeiro. Em função da implementação de *home office* a boa parte da população, o uso do ônibus, mesmo que esporádico, caiu 22 pontos percentuais; do metrô e trem caiu os mesmos 22 pontos percentuais. A pesquisa reforça ainda que por conta da pandemia e o receio de contaminação, os cariocas passaram a utilizar mais o automóvel particular, táxi, serviços por aplicativos, bicicletas ou optaram por seguir a pé.

4.1.4 Justificativa do problema principal

Diante dos desafios apresentados neste cenário pandêmico, a companhia encontra-se em um momento de reinvenção com foco na redução de custos operacionais e no aumento das receitas tarifárias e não tarifárias. Nesse contexto inédito, o MetrôRio busca com criatividade e inovação a melhoria nos processos internos para o aumento da produtividade. A atual situação apresenta um grande desafio para ajustar a oportunidade de melhoria e reconfigurar o processo de manutenção.

O projeto aplicativo vem ao encontro do tripé da sustentabilidade, também conhecido como TBL ou 3BL (Triple Botton Line). Segundo Lima (2019), a solução de integração representa o caminho a ser pavimentado para a busca de práticas sustentáveis que serão apoiadas nos seguintes pilares:

- *people* (social) – melhoria da execução da manutenção com a possibilidade de desenvolvimento dos indivíduos e da equipe envolvida;
- *planet* (ambiental) – economia de tempo e no consumo de papel na realização das manutenções nos ativos do metrô;
- *profit* (econômico) – em função das melhorias na execução das manutenções, a economia nos processos resulta em retorno financeiro para a companhia.

Ainda de acordo com Lima (2019), os três pilares devem interagir de forma holística e devem ser praticados independente da obrigatoriedade legal. Atualmente, os clientes estão buscando cada vez mais empresas que prezam pelo tema da sustentabilidade e o cuidado com o planeta. A demanda sustentável vem tornando a procura das companhias pelo TBL genuíno e com o MetrôRio não é diferente. Dessa forma, o projeto aplicativo está em consonância ao tema sustentável, pois muito mais do que uma “moda”, o cuidado com o planeta é uma necessidade que precisa ser multiplicada.

4.1.5 Avaliação dos stakeholders

Os *stakeholders* do MetrôRio podem ser representados pelos seus clientes (passageiros), fornecedores, governo do estado, concorrentes, funcionários e acionistas. Entre os vários *stakeholders* da companhia, e dada a importância do tema do projeto aplicativo, foi realizada uma consulta com os gestores da manutenção da Gerência da Manutenção de Sistemas e Infraestrutura para avaliar o processo atual e as oportunidades de aprimoramento. Sob a ótica das equipes de manutenção, o posicionamento da maioria dos gestores converge para a necessidade de evolução e melhoria do processo de manutenção dos ativos do MetrôRio, tendo em vista a alta demanda de mão de obra para o controle e acompanhamento das atividades realizadas. Porém, nem todos os gestores possuem a visão holística sobre as etapas e áreas envolvidas e, tampouco, dominam as ferramentas disponíveis no mercado.

De acordo com as entrevistas realizadas, percebe-se que houve concordância de que o processo de manutenção necessita de mudanças a fim de continuar aderente às novas políticas de austeridade financeira da companhia durante o período de recuperação dos impactos causados pela pandemia do COVID-19. De maneira geral, os *stakeholders* consultados apresentaram um grande apoio ao estudo de integração sistêmica em função das vantagens que a tecnologia pode trazer para as equipes e os gestores.

4.2 Benchmarking realizado

A prática do *Benchmarking* é bastante utilizada entre as empresas, principalmente, quando buscam melhorias de resultados ou processo de avaliação, não somente em relação à concorrência, e sim, buscando incorporar as melhores experiências de mercado para aperfeiçoar os seus próprios métodos. Com o *benchmarking* é possível identificar as melhores ações utilizadas na organização e que podem ser copiadas ou adaptadas para a sua própria empresa.

Segundo Leibfried e McNair (1994), o processo de *benchmarking* pode ser definido como uma “abordagem estruturada” que objetiva a identificação de ações que conduzam a uma performance superior, conforme exposto a seguir.

4.2.1 Patrus Transportes

A Patrus Transportes nasceu em 1973 se lançando no mercado ao comprar um posto de gasolina. A partir daí, para transportar o combustível da empresa, adquiriu um caminhão que, logo, estava movendo as cargas de outros postos. Surgia ali o interesse pelo ramo de transporte e, mais do que isso, a visualização de um mercado em potencial. Assim nasceu a Patrus Transportes: mudando o foco de carga líquida (combustíveis) para carga seca (fracionada).

Desde então, vieram as décadas de 80 e 90 nas quais foram conquistando cada vez mais clientes e expandindo a sua área de atuação por várias cidades e estados do Brasil. Hoje, com mais de 46 anos de uma longa trajetória e 85 unidades espalhadas pelo Sul, Sudeste, Bahia, Sergipe e Ceará, continua em movimento.

Com a expansão da companhia e investimento em ativos, como carretas, perceberam a necessidade de um maior controle de manutenção sobre este equipamento, através da contratação de um *software* que traria tecnologia e inovação, integrando e automatizando o processo e controle, por meio de um aplicativo que coleta todos os dados dos equipamentos, organiza por *status* dentro de uma plataforma, aumenta a disponibilidade e automatiza as tarefas repetitivas. Williams *et al.* (1994) afirma que a disponibilidade dos equipamentos depende da confiabilidade e manutenção por eles apresentadas.

Através destas informações o grupo de pesquisadores deste PA realizou uma visita a empresa Patrus Transportes, em agosto de 2021, para conhecer o processo e entender se havia convergência com o processo do MetrôRio. Na ocasião, foi entrevistado o gerente de manutenção que apresentou alguns propósitos e ganhos realizados após a implantação da nova ferramenta. Mesmo que distintos o negócio das empresas, foram encontradas sinergias nos processos do setor de manutenção, onde as atribuições implantadas também trouxeram ganhos semelhantes na automação do processo, baseando-se nos objetivos em comum.

O grande propósito do investimento na tecnologia foi decorrente da realização de um *checklist* das carretas para garantir a integridade do equipamento durante as viagens e das cargas transportadas, com agilidade no processo, assertividade das integrações das informações e redução de custos, a partir dos seguintes objetivos:

- garantir que antes de iniciar carregamento que a carreta não tenha nenhum problema no baú que danifique a carga;
- garantir ao motorista, antes de iniciar a viagem, que a carreta não tenha problemas e que possibilita uma viagem segura, sem risco de acidentes e danos à carga;
- durante uma viagem, ao chegar em uma filial intermediária, apontar a situação da carreta a fim de avaliar possíveis manutenções e checar se todos os itens estão em boas condições, verificando se não falta nada;
- verificar todas as carretas que chegam na filial entrevistando o motorista para identificar possíveis manutenções preventivas, para atuar com precaução antes de iniciar um novo carregamento ou liberação de um baú vazio;
- garantir que ao terminar a descarga da carga, o baú seja conferido e se tiver algum problema que possa ser realizada a manutenção, antes de prosseguir com um novo carregamento.

O projeto teve duração de, aproximadamente, 8 meses para finalização, desde o início das negociações até a fase final de implantação. Durante este tempo, foi realizado o projeto piloto. Para que houvesse total sinergia, todas as equipes das unidades foram treinadas com conhecimentos específicos da nova tecnologia implantada, o que gerou facilidade na mudança de cultura dos clientes que aderiram à nova solução.

A implantação da nova ferramenta foi em abril/2020 e, no mês seguinte, já houve diferença no indicador do setor, conforme evidenciado na Figura 6:

Figura 6 - Estudo de efetividade da manutenção na Patrus Transportes.



Fonte: PATRUS TRANSPORTES, 2020.

4.2.2 Light S.A.

A Light foi fundada em 1899 no Canadá e teve sua primeira operação no Brasil em 1901, no município de São Paulo – SP. Em 1905, a Light iniciou suas operações no Rio de Janeiro – RJ, com a construção de uma hidrelétrica e uma sequência de aquisições de companhias de gás, telefônicas e bondes pela cidade. Nos anos seguintes, foram construídas novas usinas hidrelétricas até que, em 1970, a companhia foi estatizada durante o período da ditadura militar. Em 1996 a Light foi privatizada por um grupo de empresas e teve seu processo de reestruturação societária finalizado em 2002.

A Light é a concessionária de distribuição de energia elétrica do município do Rio de Janeiro e é sediada na mesma cidade. Conforme informado no *site* oficial da empresa:

O Grupo Light é constituído pela holding, Light S.A., por suas controladas diretas - Light Serviços de Eletricidade S.A. (distribuição de energia), Light Energia S.A. (geração de energia), LightCom Comercializadora de Energia S.A. (comercialização de energia), Light Conecta Ltda (geração de energia e serviços), Light Soluções em Eletricidade Ltda. (serviços) e Instituto Light (institucional) – e por controladas em conjunto: Light S.A. (responsável pelo empreendimento PCH Paracambi), Amazônia Energia Participações S.A. (para participação no projeto da UHE Belo Monte), Axxiom Soluções Tecnológicas S.A. (serviços de TI) e Energia Olímpica S.A. (constituída para a implantação da subestação Vila Olímpica e de duas linhas subterrâneas de 138 kV) (GRUPO LIGHT, 2021).

Atualmente, a empresa possui um parque diversificado no ramo de energia, compreendendo ativos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Com a robustez do parque de ativos, a empresa investiu fortemente nas ferramentas e melhores práticas de PCM, de forma a garantir a disponibilidade e confiabilidade de seus ativos e serviços.

O *benchmarking* foi realizado na empresa Light Serviços de Eletricidade S.A. com integrantes da equipe de analistas da área de planejamento e controle da manutenção de redes de distribuição, durante o mês de setembro de 2021, sendo possível observar que uma das principais ferramentas implantadas pela empresa é o controle das etapas de execução e encerramento de ordens de serviço, através de dispositivo eletrônico móvel (*palmtop*)¹ sobre posse direta das equipes executoras.

¹ Palmtop é um computador de tamanho reduzido que se pode usar sobre a palma da mão, também conhecido como PDA (Personal Digital Assistant), e utiliza sistemas operativos apropriados às suas características (PORTO, 2015).

As equipes conseguem realizar as atividades de apropriação, contemplando recursos (materiais e mão de obra) utilizados, atividades executadas, bem como observações a respeito da atividade em execução.

Este processo de utilização de *palmtop* assegurou versatilidade, confiabilidade e redução de custo para a empresa, através de:

- automatismo para apropriações de manutenções corretivas, preventivas e preditivas;
- dispensa de impressão das ordens de serviço para efetivação em campo;
- grande facilidade de execução, aproximando os profissionais de execução do controle informatizado.

4.3 Realidade atual da empresa

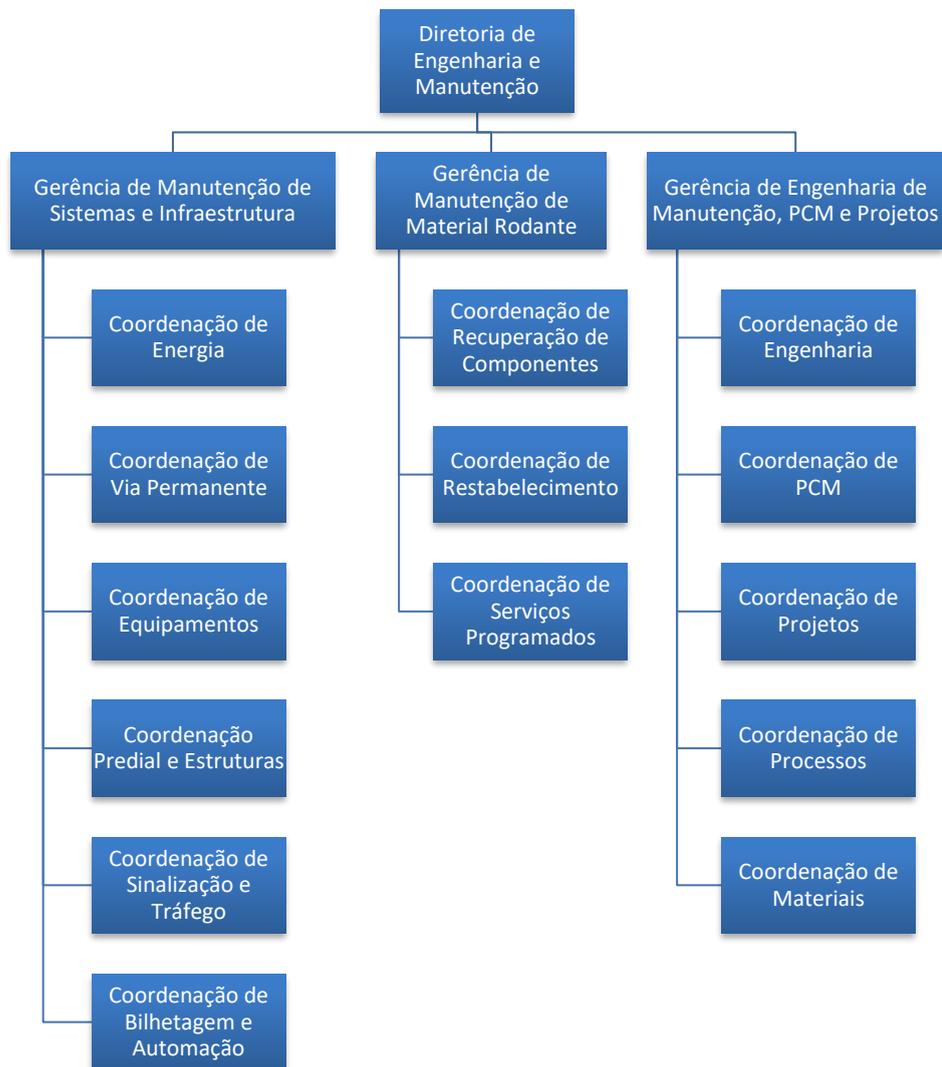
O MetrôRio, atualmente, opera de segunda a sábado das 5h à meia-noite e aos domingos e feriados das 7h às 23h. Já a manutenção dos ativos acontece durante os sete dias da semana, nas 24 horas do dia. A disponibilidade e o comprometimento das equipes de manutenção são a base para manter a segurança e a confiabilidade operacional. As manutenções geram um alto volume de informações rotineiras e essenciais para a correta manutenção dos ativos, demandando de uma estrutura robusta para controle e acompanhamento, além de um sistema moderno de gestão.

Nos próximos tópicos deste subcapítulo serão apresentados a hierarquia da diretoria de manutenção, o sistema de gestão e a equipe de controle e apropriação.

4.3.1 Estrutura da manutenção

No MetrôRio, as áreas de manutenção estão ligadas à diretoria de engenharia e manutenção, sendo divididas em três gerências distintas, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7 - Estrutura hierárquica gerencial do MetrôRio.



Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2021.

Pela filosofia da companhia a gerência de engenharia é a “dona” do ativo e possui a responsabilidade de definir os procedimentos técnicos, as prioridades e a periodicidade de manutenção de cada ativo. Dessa forma, cada gerência de engenharia possui suas coordenações com papéis e responsabilidades associadas ao escopo desse trabalho, de acordo com o que está exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Papéis e responsabilidades: manutenção de ativos.

Gerência	Coordenação	Papel e Responsabilidade
Engenharia de Manutenção, PCM e Projetos	Coordenação de Engenharia	Definição das atividades a serem realizadas nos planos de manutenção, periodicidades e ativos prioritários. A engenharia realizou a auditoria da manutenção dos ativos.
Engenharia de Manutenção, PCM e Projetos	Coordenação de PCM (Planejamento e Controle da Manutenção)	Programação e compatibilização das atividades de manutenção, concomitantemente com a operação comercial. Após a realização da manutenção, o PCM gera indicadores e dashboards de desempenho.
Manutenção de Material Rodante	Todas	Realização de manutenção preditiva, preventiva e corretiva nos trens e veículos auxiliares.
Manutenção de Sistemas e Infraestrutura	Todas	Realização de manutenção preditiva, preventiva e corretiva nos ativos de sistemas e infraestrutura.

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores, 2021.

A grande maioria das áreas de manutenção do MetrôRio possuem, predominantemente, atividades preventivas e preditivas. Cada área tem seu planejamento e atividades pré-definidas para a manutenção dos equipamentos, sistemas e estruturas, conforme programado pela coordenação de PCM, com as respectivas periodicidades, materiais e recursos humanos. As manutenções são realizadas pelas equipes formadas, em geral, por oficiais de manutenção e técnicos especialistas nas áreas multidisciplinares, que o sistema metroferroviário requer.

4.3.2 Sistema de gestão e controle da manutenção

A manutenção é um processo fundamental na busca pela qualidade e longevidade da empresa. Dessa forma, o gerenciamento da manutenção procura maximizar a eficiência do processo produtivo, enquanto mantém o tempo e o custo dentro do planejado.

A gestão da manutenção no MetrôRio é realizada por meio do *software* SAP módulo PM (Plant Maintenance). Segundo o Portal ITS Consulting (2021), o SAP PM é um *software* que faz o gerenciamento das atividades de manutenção em uma organização. O SAP PM realiza o controle e acompanhamento de todas as atividades da manutenção, desde o agendamento, a execução e a alimentação com as informações dos ativos.

O uso deste *software* representa inúmeras vantagens para a gestão da manutenção, dentre as quais, destaca-se:

- programação assertiva das manutenções entre os vários sistemas;
- integração sistêmica com o almoxarifado;
- padronização de atividades, mesmo em sistemas multidisciplinares;
- utilização de árvore de ativos para a atuação de diversas manutenções;
- apropriação de mão de obra em base única.

A gestão da manutenção dentro do SAP PM pode ser caracterizada de forma simplificada pelo fluxo de etapas relacionadas na Figura 8, desde a criação do plano até as ações decorrentes da manutenção no ativo.

Figura 8 - Fluxo de atividades de manutenção.



Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2021.

4.3.3 Equipe de controle e apropriação

Dentro do efetivo de colaboradores que compõem as equipes de manutenção do MetrôRio há uma parcela que, integral ou parcialmente, é responsável pelo tratamento de notas e Ordens de Serviço (OS) no sistema SAP.

O tratamento de notas compreende compilar as informações técnicas inerentes aos serviços corretivos e/ou sobre demanda, bem como a quantificação do efetivo disponibilizado para atuação em cada etapa do processo de atendimento da nota de serviço, de forma a garantir que os registros e evidências da execução estejam fielmente representados no sistema.

A exemplo do tratamento de notas, o processo de tratamento de ordens compreende, também, compilar dados técnicos e efetivo de execução, compreende os planos de manutenção de cada coordenação, tanto o bloco preventivo quanto o bloco preditivo. No tratamento de OS, todas as operações definidas nos planos de manutenção são representadas no sistema e apropriadas conforme relatado pelas equipes executoras.

Para os colaboradores que atuam de forma *'parcial'* existe uma divisão entre tempo despendido no processo de execução das atividades em campo e o tempo despendido para o processo de tratamento e apropriação das notas e ordens de serviço.

Aos colaboradores que atuam de forma *'integral'* há uma rotina definida que está diretamente relacionada com a logística das equipes de campo, de forma a garantir que todos os dados relacionados às atividades executadas pelas notas e OS sejam transmitidos de maneira objetiva e clara, garantindo a coerência entre o que é executado e o que é tratado e apropriado pelas equipes dedicadas.

4.4 Pesquisa / Levantamentos

Foi realizado um levantamento interno com coordenadores e engenheiros das equipes de manutenção do MetrôRio com foco no problema principal do trabalho e na busca de melhorias e oportunidades para o processo de manutenção. Foram analisadas 7 (sete) áreas de manutenção e 13 (treze) líderes de equipes para a compilação das informações coletadas, na busca pela identificação das dificuldades e problemas no processo de manutenção atual e os benefícios esperados para a implementação da solução de integração da manutenção, quando comparados ao atual processo. A pesquisa abordou os seguintes pontos:

- principais pontos de melhoria no sistema de gestão;
- oportunidades no processo de controle da manutenção;
- o *headcount* empregado para o controle da manutenção e para a alimentação do sistema de gestão;
- os custos envolvidos em cada área para gestão da manutenção;
- a qualidade das informações inseridas no sistema de gestão.

Os gestores entrevistados levantaram uma série de quesitos de aprimoramento do processo atual de gestão e listaram as principais dificuldades e fraquezas que enfrentam na condução das equipes. São elas:

- baixa produtividade;
- baixa confiabilidade dos lançamentos no sistema (SAP);
- alta quantidade de colaboradores (*headcount*) para controle e alimentação do sistema de gestão;
- alto índice de retrabalho;
- perda de informações ao longo do processo;
- alto custo com a locação de impressoras e papéis.

Figura 9 - Equipe de apropriação de manutenção.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Os *stakeholders* também listaram alguns benefícios e vantagens que avaliam na implementação da integração sistêmica. São eles:

- geração automática e integrada de notas no SAP;
- apontamento de atividades realizadas;
- controle de operações planejadas x executadas;
- análise de tempo planejado x tempo real gasto;
- visão restrita e individual de lista de ordens a serem executadas por cada colaborador;
- possibilidade de aprovação / rejeição *online* ou *offline* integrado ao sistema (SAP);
- aumento da produtividade das equipes;
- liberação de homem-hora (HH) para a atuação em outras atividades de manutenção;
- melhoria nas informações inseridas no SAP.

Apesar de terem benefícios bem definidos e previstos, os gestores convergiram sobre alguns desafios internos que a implantação poderá trazer à equipe e gestores de manutenção do MetrôRio. A seguir a listagem dos principais desafios levantados:

- burocracia interna para a implantação da tecnologia;
- não aceitação de parte da equipe;
- questionamentos sobre os custos para manter o sistema de integração;
- falta de visão dos objetivos a serem alcançados por parte da equipe;
- dificuldade de parte da equipe para operar o sistema de integração;
- boatos e informações desencontradas sobre possíveis demissões de parte da equipe.

A pesquisa interna prosseguiu com o levantamento do perfil de distribuição das equipes de controle e apropriação, bem como a demanda média de notas e ordens para cada uma das coordenações. A Tabela 2 traz a quantidade presumida de colaboradores que realizam a alimentação do sistema de gestão de ordens (SAP), bem como o tempo médio dedicado à atividade. Além disso, traz o volume estimado de notas e ordens geradas para a manutenção do parque de ativos do MetrôRio.

Tabela 2 - Números macro da gestão da manutenção do MetrôRio – 2020 e 2021.

Coordenação	Quantidade de Colaboradores	Tempo Médio	Tempo Total	Quantidade de Ordens 2020	Quantidade de Ordens 2021
Via Permanente	10	1 hora/dia	10 horas/dia	13.659	11.428
Predial e Estruturas - Parcial	8	2 horas/dia	16 horas/dia	16.793	12.781
Predial e Estruturas - Integral	3	5 horas/dia	15 horas/dia		
Equipamentos	3	3 horas/dia	9 horas/dia	26.219	24.803
Bilhetagem e Telecomunicações	15	1 hora/dia	15 horas/dia	23.039	20.421
Energia	15	1 hora/dia	15 horas/dia	6.628	6.013
Tráfego Automatizado	15	2 horas/dia	30 horas/dia	13.926	12.963
Material Rodante	6	5 horas/dia	30 horas/dia	48.138	46.612
TOTAL	75	-	140 horas/dia	148.402	135.021

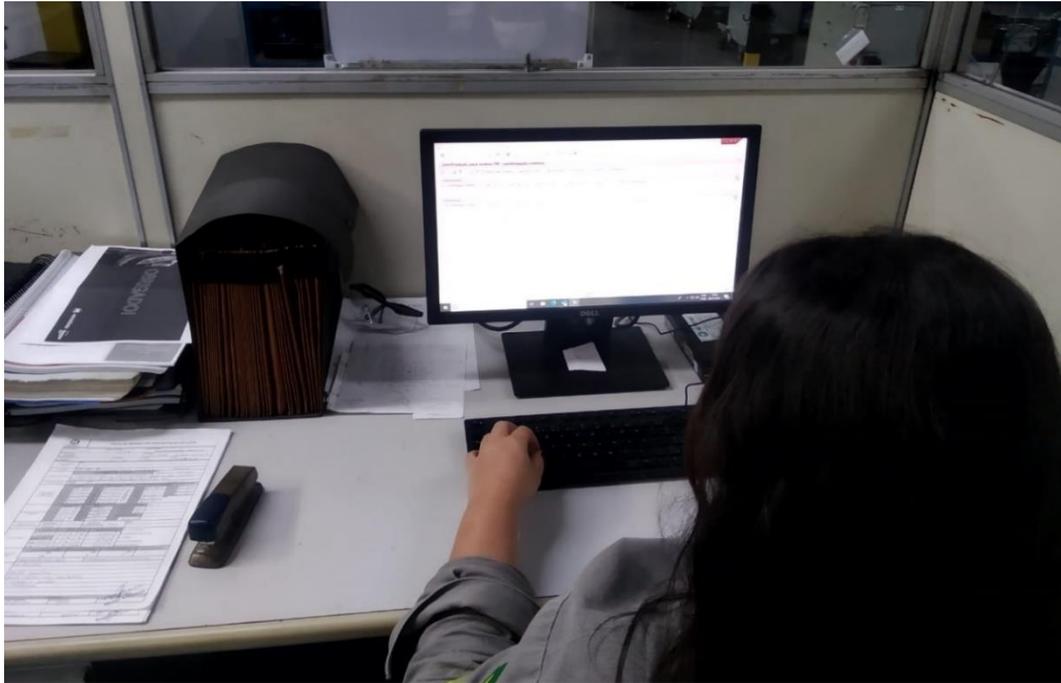
Fonte: Elaborada pelos pesquisadores, 2021.

Figura 10 - Equipe de apropriação de manutenção.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Figura 11 - Colaboradora em apropriação.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2021.

Após o cumprimento das pesquisas internas e de *benchmarking*, foram realizadas as análises de *softwares* de gestão e os fornecedores de ferramentas disponíveis no mercado. Em função das informações obtidas ao longo deste estudo e diante do que foi exposto até o momento, o presente projeto aplicativo (PA) pretende trazer uma solução viável para a melhoria da gestão da manutenção do MetrôRio. O desenvolvimento da proposta de solução será apresentado no capítulo seguinte.

5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Tomando como base a baixa produtividade das equipes bem como a qualidade das informações imputadas e sabendo das opções de tecnologia disponíveis, iniciou-se os estudos para a implantação de solução que visa aumentar as entregas das equipes de manutenção.

5.1 Atividade

A análise da realidade das atuais práticas da equipe de manutenção, os *benchmarkings* realizados, assim como a avaliação das ferramentas existentes no mercado, mostram que é possível aumentar a produtividade e a qualidade das equipes, sendo a base para a construção da proposta a ser implantada no MetrôRio, conforme a seguir.

5.2 Proposta de solução

A gestão da manutenção dos ativos do MetrôRio, feita com o *software* SAP módulo PM que dispõe das funcionalidades de integração e otimização da manutenção.

Esse sistema instituído e em pleno funcionamento é considerado extremamente confiável, o que descarta a implementação de um novo sistema e a aquisição de *softwares* similares ofertados por outras companhias com alta reputação como a Totvs, a Microsoft e a Oracle, em função do investimento relevante e o tempo requerido para a sua efetiva implementação.

Anteriormente a este projeto aplicativo, o MetrôRio avaliou o desenvolvimento de solução interna para fazer um *upgrade* na integração da manutenção, porém não foi possível avançar nessa empreitada em função da exigência de alta demanda da equipe de tecnologia, bem como a necessidade de tempo dispendioso para o desenvolvimento da solução.

Com base na experiência anterior do MetrôRio, os pesquisadores do presente projeto aplicativo definiram a proposta de solução a partir das opções existentes no mercado brasileiro. A pesquisa de mercado identificou que outras empresas também passaram por desafios similares, com baixa produtividade e excesso de processos manuais, porém encontraram saídas por meio do uso de ferramentas móveis que promoveram a melhoria na gestão dos ativos. Assim como o *benchmarking* realizado nas empresas Patrus e Light, foram avaliados outros cases de sucesso em companhias que operam no Brasil. Neste sentido, a Ambev, Bunge, Cenibra, Rumo e VLI implantaram soluções de mobilidade na manutenção e obtiveram resultados positivos para a gestão da manutenção.

A proposta de solução é baseada em um grupo de trabalho existente no MetrôRio, composto pelas gerências de manutenção de material rodante e infraestrutura e sistemas que, em conjunto, buscaram alternativas para o problema apresentado. O grupo iniciou as atividades mapeando os requisitos funcionais mínimos à proposta de solução para, na sequência, iniciar a pesquisa no mercado.

Com os requisitos funcionais definidos, a primeira iniciativa junto ao mercado ocorreu através da incubadora de empresas da FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), onde cinco *startups* foram consultadas com base nos requisitos funcionais, porém, nenhuma delas conseguiu demonstrar capacidade de cumprimento integral dos requisitos definidos. A partir do conhecimento deste resultado, o grupo de trabalho buscou empresas especializadas sendo que duas atenderam todos os requisitos funcionais e somente a empresa selecionada apresentou a proposta técnica e comercial o que levou a decisão da proposta de solução para esta empresa.

A proposta de solução define a utilização de uma ferramenta mobile com integração total ao atual sistema SAP, permitindo a otimização em tempo real nas atividades de apropriações das rotinas de manutenção. A ferramenta escolhida está disponível no mercado e oferece acesso remoto e local. Serão utilizados *totens*, *tablets* e *smartphones* (Figura 12) com o Sistema Operacional Android.

Figura 12 - Dispositivos de acesso à ferramenta escolhida.



Fonte: Fornecedor escolhido, 2021.

A proposta de solução contempla implementar um módulo complementar que possibilite a imputação dos dados de execução de ordens de manutenção no atual sistema, via dispositivos móveis, que agilizam e facilitam o controle das atividades de campo e os seus registros, como *tablets*, celulares e *totens*¹.

Entre as principais funcionalidades mapeadas pelo projeto e que serão atendidas pelo novo sistema estão:

- cadastro de locais de instalação;
- cadastro de equipamentos;
- cadastro de catálogos;
- consumo de ordens de manutenção;
- consumo de notas de manutenção;
- confirmação de ordens;
- criação de documento de medição;
- criação/modificação de nota de manutenção;
- criação/modificação de ordem de manutenção;
- envio de anexo para ordem de manutenção.

¹ A tecnologia totem é uma das melhores tendências em automação que oferecem flexibilidade e eficiência nos serviços. Os totens são ferramentas interativas e intuitivas que têm a capacidade de ensinar seus colaboradores a realizar muitas de suas tarefas por conta própria. Através do sistema disponibilizado é possível transmitir informações e capturar dados específicos. Fonte: AUTOATENDIMENTO, 2013. Disponível em: <https://url.gratis/TnIGcw>. Acesso em: 20 dez. 2021.

A conexão e inserção dos dados de manutenção em real *time* traz como benefício imediato maior agilidade com a redução do tempo necessário ao registro da informação para controle e acompanhamento das atividades em campo, com a redução do fluxo de papéis e a redução da mão de obra necessária para a apropriação e controle das informações, que pode ser redirecionada para atividades mais críticas.

Para o monitoramento das oficinas de manutenção o uso de *totens* conectados na rede local e, para as atividades em campo, o uso de *tablets* conectados à rede de internet 4G (ou 5G em um futuro não muito distante) ou à rede local das estações.

O acesso dos supervisores, engenheiros, coordenadores das equipes e demais usuários será por celulares (Sistema Android), com o acesso por *login/senha* (*tablets* e *smartphones*), crachás (*totens*) e QR Code.

Figura 13 - Exemplo de totem para a utilização em oficina.



Fonte: Fornecedor escolhido, 2021.

A partir das funcionalidades citadas será possível realizar a medição do tempo de execução das atividades do pessoal técnico das equipes de manutenção, levantar dados sobre a utilização da capacidade de execução, identificar pontos de melhoria no pessoal técnico, comparando execuções de tarefas iguais por equipes diferentes e diminuir o tempo de ativos parados em manutenção.

Além disto, o sistema também permite que os mantenedores acessem o sistema facilmente por crachá, QR Code ou *login*/senha e, em seguida, visualizem todas as suas tarefas já indicadas pelo líder ou programador, fornecendo agilidade ao processo e uma experiência positiva ao usuário.

Outro ponto de destaque da ferramenta é a possibilidade de ser utilizada por um aplicativo no sistema Android, onde os gestores podem executar suas Ordens de Serviço (OS) e abrir notas de manutenção normalmente, mesmo que não haja rede no momento. Todas as informações serão sincronizadas assim que possível, ou seja, sem a criação de barreiras no processo.

Figura 14 - Exemplo de acesso remoto via aplicativo Android.



Fonte: Fornecedor escolhido, 2021.

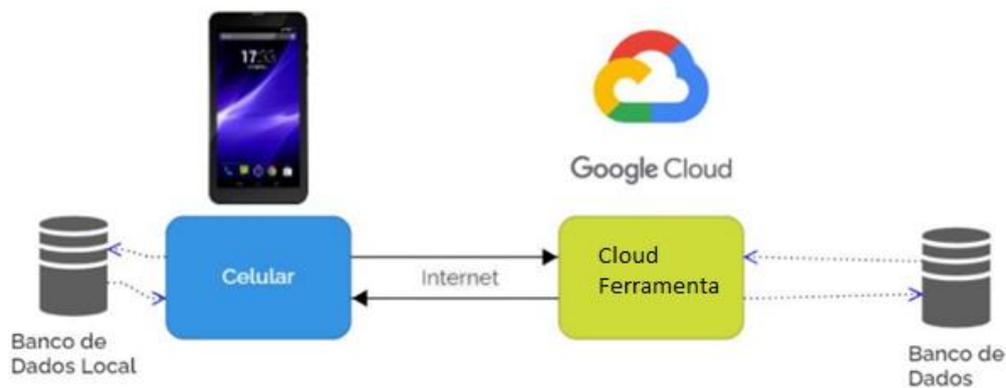
Em situações de atuações por corretivas não programadas, existem momentos em que o mantenedor precisa agir antes de esperar o planejamento, pelo fato de se tratar de uma emergência. Para atender a este cenário existe a funcionalidade de criação de OS diretamente na ferramenta escolhida. Este fluxo foi pensado para que seja executado antes da intervenção, gerando informação sem que o processo seja travado. Após a execução, podem ser gerados documentos no SAP automaticamente, como a nota de manutenção de ação e ordem de manutenção para a nota.

É possível, também, visualizar todas as ordens liberadas pelo planejamento para que a execução realize a separação por oficinas e equipes, com controle completo do sequenciamento das atividades pelas lideranças, garantindo previsões de liberação mais assertivas. Há, também, um módulo de gestão de pausas, principais motivos de perdas de horas produtivas, que poderão ser facilmente localizados. Desta forma, o sistema poderá ser um norteador para medidas desde o nível operacional até o nível estratégico.

Para indicadores pessoais, é plausível realizar a avaliação da utilização, da performance e da produtividade de cada colaborador, com a possibilidade de ranqueamento, além da possibilidade de indicadores por turmas, coordenações e gerências, sendo possível customizar as estratificações conforme o usuário desejar.

A Figura 15 demonstra a arquitetura mobile da solução proposta, baseada em armazenamento em nuvem.

Figura 15 - Arquitetura mobile simplificada.



Fonte: Fornecedor escolhido, 2021.

Tendo em vista a implantação da alternativa escolhida para a integração sistêmica, será criado um projeto para conduzir as ações, composto por uma equipe multidisciplinar que desenvolverá todas as etapas e registrará toda a documentação necessária, a fim de guiar o projeto ao atendimento dos seus requisitos.

O projeto contará com uma campanha interna de divulgação da solução para as equipes na busca de melhoria constante, compromisso e engajamento dos colaboradores. A divulgação contará com líderes e multiplicadores para que seja possível atingir todas as camadas das equipes, no intuito de maior aderência ao novo processo de manutenção.

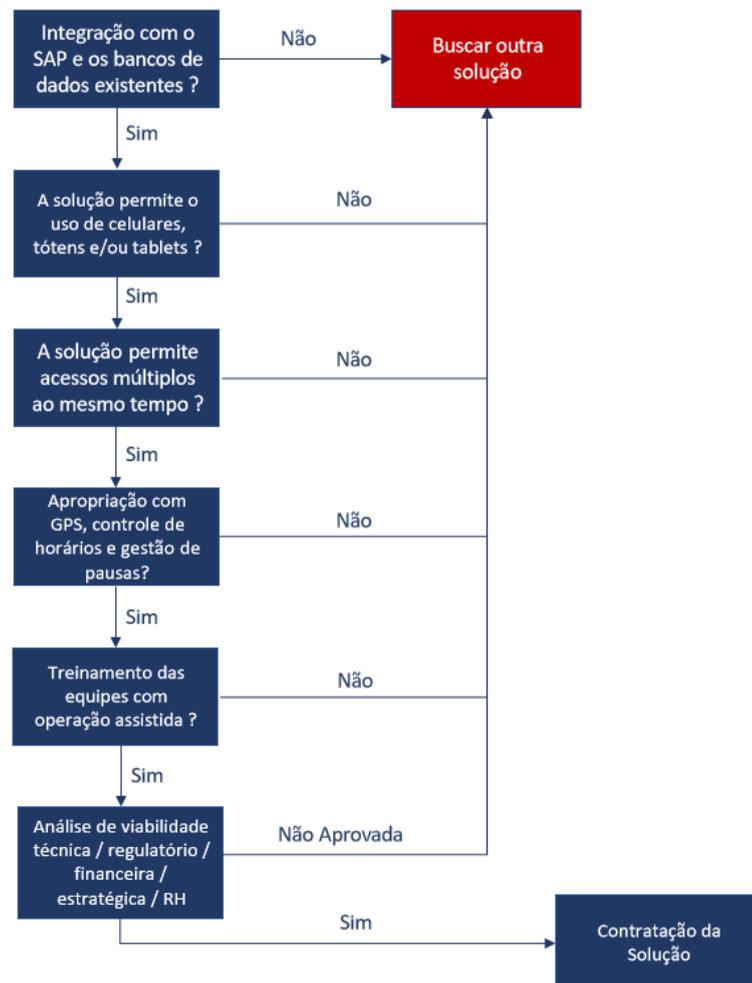
5.3 Análise de viabilidade

A análise de viabilidade do projeto aplicativo é baseada na avaliação dos parâmetros preliminares (análise estratégica, legal/regulatória, procedimentos internos e recursos humanos) e, caso haja viabilidade, serão avaliados os parâmetros centrais/principais (análise dos recursos tecnológicos disponíveis e análise financeira).

O avanço do projeto necessita da viabilidade dos parâmetros listados acima e, principalmente, que resulte em ganhos técnicos e financeiros para a manutenção dos ativos. Só assim, haverá viabilidade do projeto.

O avanço da proposta de solução foi estruturado na análise de viabilidade das opções de mercado e sua aplicabilidade no cenário do MetrôRio. Para a escolha da solução utilizou-se de um fluxograma (Figura 16) que auxiliou na tomada de decisão para a integração do sistema de manutenção e o caminho rumo à sua implementação.

Figura 16 - Fluxograma para avaliação das opções de mercado.



Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2021.

A análise de viabilidade da solução foi desenvolvida a partir da avaliação de seis pontos que foram fundamentais para a definição da proposta do projeto aplicativo. Os seis quesitos de análise para a avaliação do PA estão especificados, fundamentados e justificados nos subitens a seguir.

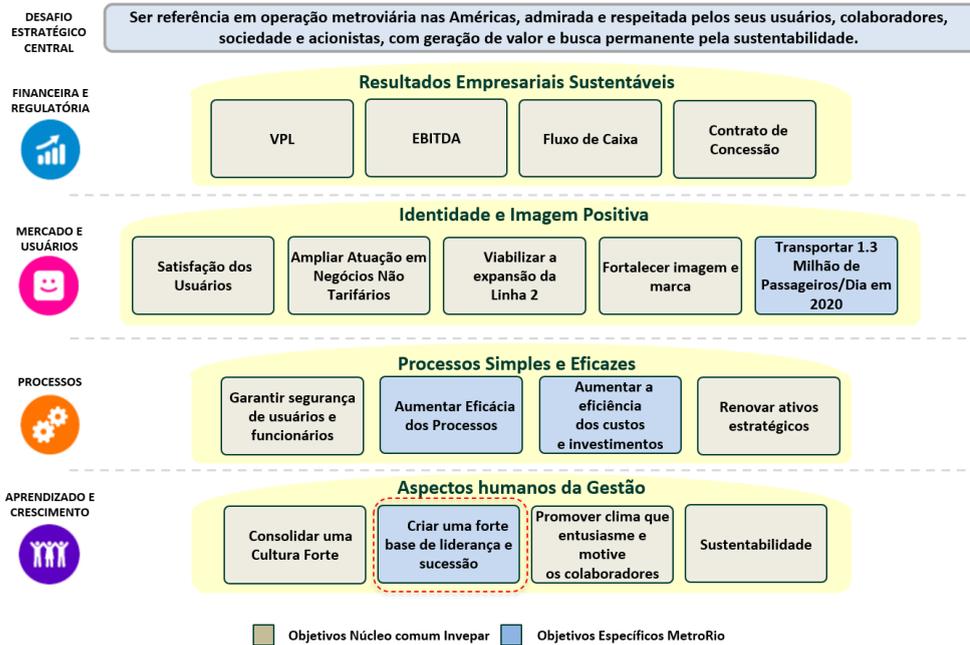
5.3.1 *Análise estratégica*

Pretende-se com a implantação do PA obter o aumento da produtividade das equipes de manutenção e a eliminação das atividades de anotação de informações para a posterior digitação no sistema de gestão (SAP). A solução fornecerá uma melhor dinâmica à manutenção das rotinas com informações *online* para as equipes proverem o controle de produtividade e o aumento do controle de qualidade das informações inseridas no sistema.

Dessa forma, a análise avaliou a aderência do PA à estratégia da companhia e suas diretrizes. Nesse sentido, o mapa estratégico é a ferramenta central que orienta as equipes e os colaboradores a buscarem o alinhamento das ações de acordo com o planejamento estratégico da empresa (METRÔRIO, 2021).

Este mapa visa obter resultados empresariais sustentáveis utilizando a gestão com foco nos aspectos humanos, em processos simples e eficazes, a fim de obter uma identidade e uma imagem positiva. Esses pilares representam e sustentam o desafio da empresa na busca em “ser referência em operação metroviária na América, admirada e respeitada pelos seus usuários, colaboradores, sociedade e acionistas, com geração de valor e busca permanente pela sustentabilidade” (METRÔRIO, 2021), conforme a visão da companhia e o seu posicionamento estratégico.

Figura 17 - Mapa estratégico do MetrôRio 2020.



Fonte: METRÔRIO, 2020.

Ainda, nesse sentido, o MetrôRio possui como missão “Prover soluções de mobilidade urbana com rapidez, previsibilidade e confiabilidade” que corrobora com o posicionamento estratégico da companhia. Nesta perspectiva, o projeto aplicativo busca como resultado o alinhamento ao mapa estratégico do MetrôRio com o enquadramento nos objetivos estratégicos.

A busca pela sustentabilidade no processo de manutenção enquadra o projeto aplicativo dentro da visão e valores da companhia. Além disso, o uso de dispositivos móveis para controle da manutenção também está alinhado com as perspectivas do planejamento estratégico, conforme ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Alinhamento do projeto aplicativo com os objetivos estratégicos.

Perspectivas	Objetivos Estratégicos
Financeira e Regulatória	Fluxo de caixa
Mercado e Usuários	Satisfação dos usuários
Processos	Aumentar a eficácia dos processos Aumentar a eficiência dos custos e investimentos
Aprendizado e Crescimento	Sustentabilidade

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores, 2021.

5.3.2 Análise Legal / Regulatória

A solução de sistema de gestão móvel para a execução das atividades de manutenção não possui qualquer impeditivo legal ou regulatório que prejudique o avanço da implantação do PA. Dessa forma, a análise legal/regulatória sinalizou positivamente para a execução da proposta de solução.

5.3.3 Análise dos procedimentos internos

Como, atualmente, no MetrôRio, não existe uma tecnologia móvel similar à proposta de solução, não há um procedimento interno sobre ela, portanto não há um regulamento que inviabilize a sua implantação e utilização.

Contudo, serão necessárias as revisões destes procedimentos internos: PRO-151 – Controlar a manutenção, PRO-159 – Cadastrar dados mestres no sistema informatizado de gestão da manutenção, PRO-163 – Executar manutenção não programada – Material Rodante, PRO-165 – Executar manutenção em oficina, PRO-166 - Executar manutenção programada – Material Rodante, PRO-167 - Executar manutenção não programada – Infraestrutura e sistemas, PRO-174 - Executar manutenção programada – Infraestrutura e sistemas.

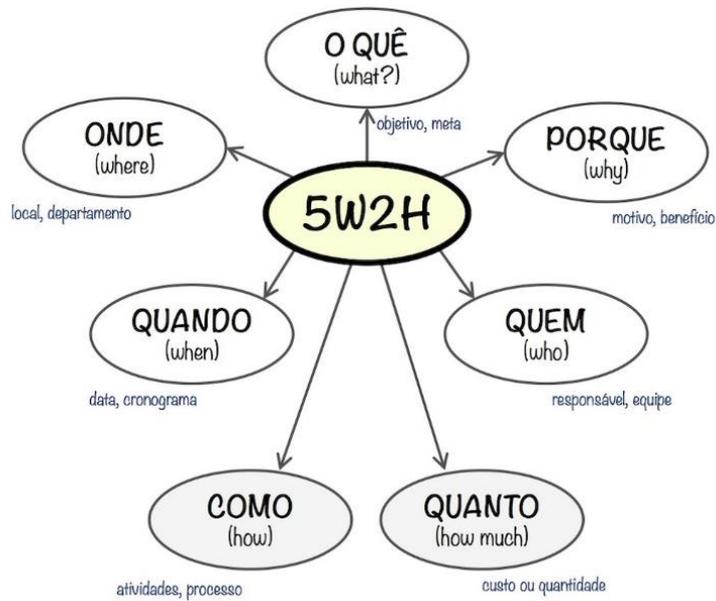
Além da revisão dos procedimentos internos, a implantação da nova tecnologia irá alterar o atual sistema de manutenção, pois o MetrôRio necessita da criação de um projeto para controlar, dar visibilidade e informar aos *stakeholders* e patrocinadores sobre o avanço da sua implantação.

O projeto será composto pelos seguintes documentos a serem desenvolvidos: escopo detalhado do projeto, matriz de requisitos, matriz de benefícios, matriz de comunicações, matriz de riscos, matriz de *stakeholders*, cronograma de implantação e relatório de lições aprendidas.

Para que o projeto seja desenvolvido de maneira adequada será utilizada a ferramenta 5W2H (Figura 18) para direcionar as ações a serem executadas e a definição dos respectivos responsáveis. De acordo com Nakagawa (2017) o 5W2H é uma técnica que consiste em fazer sete perguntas básicas: What (O quê?), Why (Por quê?), Who (Quem?), Where (Onde?), When (Quando?), How (Como?) e How Much (Quanto?). Segundo Paula (2015), essa técnica 5W2H é um *checklist* administrativo

de atividades, responsabilidades e prazos a serem desenvolvidos com clareza e eficiência por todos os envolvidos em um projeto.

Figura 18 - Metodologia 5W2H.



Fonte: PAULA, 2015.

A metodologia 5W2H foi escolhida pelos pesquisadores para eliminar dúvidas que possam surgir ao longo do processo ou atividade, para minimizar eventuais obstáculos durante a implantação e facilitar a definição da viabilidade das etapas a serem percorridas pelo projeto. A seguir, apresenta-se a tabela 5W2H com a proposta deste projeto aplicativo (Tabela 4).

Tabela 4 - 5W2H do projeto de implantação.

What (O quê)	Why (Por quê)	How (Como)	Who (Quem)	Where (Onde)	How Much (Quanto)	When (Quando)
Elaborar termo de referência do projeto	Definição clara dos entregáveis do projeto, especificações, equipamentos, requisitos e prazos	Definição de todos os requisitos necessários para que o projeto cumpra seu objetivo	Engenharia de Projetos, Engenharia de Manutenção, Manutenção e TI	Centro de Manutenção MetrôRio	HH da equipe técnica do projeto	3 meses
Executar o processo de contratação	Realização de processo idôneo, na busca do melhor custo-benefício	Utilização dos procedimentos de governança corporativa e compliance da empresa	Suprimentos	Centro Administrativo MetrôRio	HH da equipe de Suprimentos	4 meses
Mobilizar e executar o contrato	Implantação da solução de integração no sistema de manutenção atual	Fiscalizar a empresa no andamento do contrato de implantação da solução com a utilização dos documentos que suportam a metodologia de implantação do projeto	Gerente do projeto (Engenharia de Projetos) e TI	Centro de Manutenção MetrôRio	HH da equipe técnica do projeto	12 meses
Registrar as lições aprendidas	Para que os aprendizados do atual projeto sejam utilizados nos próximos	Reunir os registros de sucessos e insucessos do projeto	Gerente do projeto (Engenharia de Projetos) e TI	Centro de Manutenção MetrôRio	HH da equipe técnica do projeto	1 mês
Avaliar os resultados obtidos com a implantação da solução	Mensurar os ganhos obtidos com o projeto	Comparar os novos dados de hora-hora (HH)	Gerente do projeto (Engenharia de Projetos) e TI	Centro de Manutenção MetrôRio	HH da equipe técnica do projeto	2 meses
Corrigir falhas e melhorias no sistema	Melhoria e evolução do sistema	Correção de falhas registradas pela equipe	Tecnologia da Informação (TI)	Centro Administrativo MetrôRio	HH da equipe de TI	6 meses

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores, 2021.

5.3.4 Análise dos recursos humanos

O MetrôRio possui equipe qualificada tecnicamente nas áreas de Tecnologia da Informação, Engenharia de Manutenção, Engenharia de Projetos e Manutenção de Sistemas e Infraestrutura / Material Rodante para a definição dos requisitos necessários ao projeto, bem como a sua implantação. O MetrôRio tem um setor dentro da gerência de Recursos Humanos, chamado de Escola da Manutenção (ECO), que é responsável pela realização dos treinamentos técnicos internos, referentes à manutenção e operação da empresa. Após a implantação do sistema móvel de gestão da manutenção será necessário realizar o treinamento das equipes técnicas de manutenção e de planejamento e controle. Além disso, a ECO fica encarregada, também, pela multiplicação do conhecimento de utilização da nova ferramenta para

os novos colaboradores, salvo as reciclagens periódicas. Vale ressaltar que a equipe de implantação não ficará exclusivamente dedicada ao projeto, mas sim, continuará realizando outras atividades em paralelo.

Os desenvolvedores e autores deste projeto aplicativo acreditam que haverá resistência interna para a implantação e sustentação do novo sistema de gestão móvel das atividades de manutenção. Tal resistência é baseada na otimização da mão de obra e a consequente redução de homem-hora (HH) necessária para o controle e acompanhamento das atividades. Porém, o projeto não considera a ocorrência de desligamentos provenientes da implantação do sistema, mas de uma melhor utilização da mão de obra e o fortalecimento das equipes de campo para uma manutenção mais eficiente e ágil, bem como a melhoria da gestão dos ativos do MetrôRio.

5.3.5 Análise técnica dos recursos tecnológicos disponíveis

A solução possui as ferramentas necessárias para a implantação dentro do ambiente de manutenção do MetrôRio, assim como, possui a viabilidade de integração com o sistema SAP PM.

A solução proposta em parceria com o fornecedor definido contempla, também, toda a parte de configuração e parametrização, treinamento, operação assistida e canal de atendimento com suporte completo para *software* e *hardware*. A ferramenta permite customização, parametrização e desenvolvimento necessários para a realidade do MetrôRio.

A proposta contempla a instalação de pontos fixos (*totens*) de apropriação pelas equipes nas oficinas do Centro de Manutenção para a realização de serviços que não necessitem de deslocamento para a manutenção dos ativos. Para as apropriações itinerantes, como estações, vias operacionais e subestações de energia, serão utilizados *tablets* e *smartphones*. Além disso, continuarão sendo utilizados computadores comuns para o acesso, acompanhamento e encerramento das ordens de apropriação.

Conforme as informações acima, a análise técnica da solução se mostrou viável, tendo em vista o atendimento aos requisitos indispensáveis aos objetivos do projeto aplicativo.

5.3.6 Análise da viabilidade financeira

A análise de viabilidade financeira passa pela avaliação do atual recurso humano empregado nas apropriações (*headcount*) e do consumo de impressões e papéis para o controle das manutenções executadas, comparando com o custo de implantação da solução para gestão móvel da manutenção.

O projeto possui como premissa básica de que não haverá a aquisição de novos sistemas de gestão e/ou a compra de equipamentos. Além disso, a análise de viabilidade da proposta de solução é baseada em um contrato de locação dos equipamentos e fornecimento do *software*, incluindo a prestação de serviços de manutenção e operação assistida do sistema.

5.3.6.1 Economia na impressão de folhas de papéis

A filosofia de manutenção do MetrôRio demanda que para cada atuação da equipe nos ativos, os colaboradores devem realizar as atividades de posse da Ordem de Serviço (OS) impressa (papel A4) para que possam acompanhar as atividades da lista de tarefas e/ou *checklist*, além de realizar as anotações sobre melhorias e pendências.

Vale ressaltar que cada ordem atendida possui em média 4 folhas. As ordens corretivas (restabelecimento) demandam de menor quantidade de folhas impressas. Já as ordens preventivas necessitam de maior quantidade de folhas impressas, pois possuem *checklists* e listas de tarefas longas.

Conforme a Tabela 2, tendo o ano de 2020 como referência, foram atendidas 148.402 ordens que gerou um total de 593.608 folhas de papéis impressas, aproximadamente. De acordo com o contrato atual do MetrôRio de *outsourcing*, o preço por impressão de uma folha de papel, em cores preto e branco, corresponde a R\$ 0,16. Dessa forma, o custo anual de impressões fica em torno de R\$ 94.977,28. Com a implantação dos sistemas móveis de manutenção estima-se que a redução de impressões será de 90% do total, representando uma economia de R\$ 85.479,55.

5.3.6.2 Custo evitado com a utilização de mão de obra (HH) para apropriação das ordens

Ainda, segundo a Tabela 2, considerando o ano de 2020, foram utilizados 75 colaboradores para a apropriação de ordens. Para complementar, de acordo com a Tabela 5, esses colaboradores representaram a utilização de 36.960 horas ao longo do ano. O cargo (função) dos colaboradores de manutenção é, predominantemente, o oficial de manutenção III, com custo (salário base + encargos trabalhistas) para o MetrôRio no valor de R\$ 7.532,87 em 200 horas trabalhadas por mês (R\$ 37,66/hora trabalhada). Dessa forma, a referida tabela apresenta a memória de cálculo da economia.

Tabela 5 - Estimativa de custo evitado com a mão de obra de apropriação.

Coordenação	Tempo de Apropriação Total/Dia ²	Tempo de Apropriação Total/Mês (22 dias úteis)	Tempo de Apropriação Total/ano (12 meses)	Custo Total Ano
Via Permanente	10 horas/dia	220 horas/mês	2.640 horas/ano	R\$ 99.433,88
Predial e Estruturas - Parcial	16 horas/dia	352 horas/mês	4.224 horas/ano	R\$ 159.094,21
Predial e Estruturas - Integral	15 horas/dia	330 horas/mês	3.960 horas/ano	R\$ 149.150,83
Equipamentos	9 horas/dia	198 horas/mês	2.376 horas/ano	R\$ 89.490,50
Bilhetagem e Telecomunicações	15 horas/dia	330 horas/mês	3.960 horas/ano	R\$ 149.150,83
Energia	15 horas/dia	330 horas/mês	3.960 horas/ano	R\$ 149.150,83
Tráfego Automatizado	30 horas/dia	660 horas/mês	7.920 horas/ano	R\$ 298.301,65
Material Rodante	30 horas/dia	660 horas/mês	7.920 horas/ano	R\$ 298.301,65
TOTAL	140 horas/dia	3.080 horas/mês	36.960 horas/ano	R\$ 1.392.074,38

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores, 2021.

² Tempo de horas/dia calculado na Tabela 2 (p. 46), deste trabalho.

5.3.6.3 Orçamento de implantação da proposta de solução

Com a solução e fornecedor definidos foi avaliado o orçamento de implantação do sistema para gestão móvel das atividades de manutenção. O processo de cotação com a empresa fornecedora e a customização do sistema a ser implantado no MetrôRio teve como premissa a necessidade de sigilo bilateral na troca de informações. Em vista disso, o orçamento de implantação será apresentado em forma percentual de economia, sem informações detalhadas.

A proposta comercial de implantação da ferramenta escolhida para o sistema móvel de gestão da manutenção do MetrôRio foi orçada em R\$ 324.000,00 por ano, contemplando os requisitos funcionais do projeto com a utilização 300 unidades no total, distribuídos em *totens*, *tablets* e acessos via *smartphones*.

A empresa fornecedora realizará a programação do sistema, a customização da interface de apropriação, fornecimento, por comodato, dos dispositivos eletrônicos de apropriação, além de realizar a manutenção completa da solução a ser implantada.

5.3.6.4 Conclusão da análise de viabilidade financeira

Conforme a análise realizada da economia com a impressão de papéis e com a redução na utilização de mão de obra de apropriação, a implantação do sistema móvel promoverá a economia informada na Tabela 6.

Tabela 6 - Economia detalhada com o novo sistema móvel.

Item (Economia)	Custo Total Ano
Impressão de papéis e impressoras	R\$ 85.479,55
Utilização de mão de obra para apropriação	R\$ 1.392.074,38
TOTAL	R\$ 1.477.553,93

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores, 2021.

Como não haverá investimentos de CAPEX para a aquisição de equipamentos e novos sistemas, não será possível realizar a avaliação de payback e ROI (Return Over Investment – retorno sobre o investimento) do projeto aplicativo. Ao se comparar o orçamento de implantação do novo sistema móvel no valor de R\$ 324.000,00 anuais, com a economia total gerada (Tabela 6), o novo sistema representará uma redução de R\$ 1.153.553,93, aproximadamente. Essa economia representa uma redução de 78% do custo atualmente empregado, por ano, para a apropriação de ordens de manutenção, após a implantação integral do projeto aplicativo nas gerências de manutenção.

Dentro das avaliações realizadas, a análise de viabilidade financeira aponta que a implantação da solução de gestão móvel é viável.

5.4 Implantação do projeto

5.4.1 Gestão do Ciclo V no projeto

O planejamento do projeto indica a implementação ao longo de 24 meses, conforme as etapas descritas na Tabela 4 – 5W2H. O projeto seguirá as fases de implementação de acordo com o modelo de gestão do Ciclo V de projetos (Figura 19). Essa ferramenta é frequentemente utilizada em projetos de engenharia complexos, como sistemas espaciais, mas também, pode ser aplicada em projetos de menor escala (MANFRINI, 2021). O ciclo de vida em forma de V é um caminho sequencial de execução de processos. Cada fase deve ser concluída antes da próxima fase começar. Os testes do produto estão previstos em paralelo com a fase de desenvolvimento correspondente (MANTOVANI, 2015).

Segundo Rocha (2011), o modelo em V é um modelo utilizado em gestão de projetos desde 1980 que acompanhou o surgimento da engenharia de software e se tornou um conceito padrão em todos os domínios da indústria de softwares. Esse modelo pressupõe que sejam realizados testes ao longo de todo o processo de desenvolvimento. Em determinados pontos, os produtos intermediários do ciclo de desenvolvimento são revisados para, depois disso, ocorrer uma perfeita implementação procurando detectar o erro o mais cedo possível.

Figura 19 - Modelo de gestão do Ciclo V em projetos.



Fonte: SALES *et al.*, 2019.

A implantação do projeto aplicativo utilizará o Ciclo V durante as suas fases. As etapas do projeto serão baseadas nos macroprocessos definidos e suas conclusões e evoluções dependerão da conferência e entrega dos requisitos pré-definidos. Esse controle e acompanhamento setorizado facilitará o avanço e a busca pela qualidade das entregas previstas para o projeto.

5.4.2 Gestão interna do conhecimento

Após a implantação do projeto será essencial a gestão do conhecimento interno para a continuidade dos resultados esperados. A Escola de Manutenção (ECO) deverá acompanhar todas as etapas do projeto para obter todas as informações necessárias, visando a multiplicação da nova metodologia de utilização do sistema SAP PM, na busca pela continuidade na qualidade esperada com a implantação das novas ferramentas.

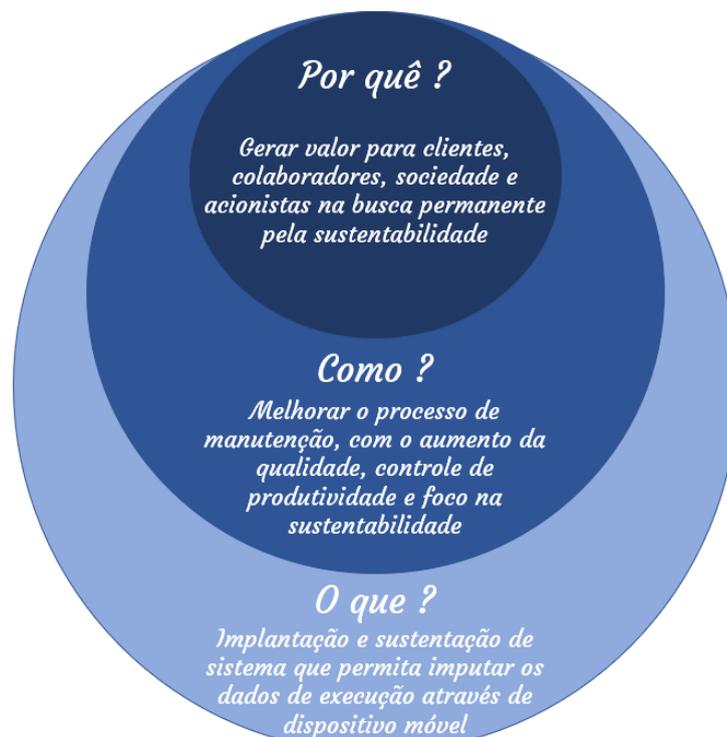
A ECO implantará agendas rotineiras para a capacitação e reciclagem dos colaboradores do MetrôRio, tendo em vista, principalmente, a constante atualização tecnológica do sistema e das ferramentas. Também será desenvolvida uma campanha informativa durante o projeto de implementação do sistema com foco no esclarecimento de dúvidas e objetivos do mesmo. Em função do longo período em

que as equipes utilizam o atual sistema, é esperado que os colaboradores apresentem alguma dificuldade de adaptação ao novo modelo de manutenção. A ECO será responsável pela disseminação do conhecimento e conduzirá as equipes ao domínio das novas ferramentas.

Na busca pela inspiração e engajamento das equipes internamente será utilizado o método Círculo de Ouro (*Golden Circle*). Segundo Silva (2021), o Círculo de Ouro é uma criação do especialista em liderança Simon Sinek, pensado para causar impacto positivo e uma imagem de confiança e sucesso nas empresas.

O Círculo de Ouro salienta o que as empresas e os líderes devem pensar, agir e comunicar. O processo acontece de dentro para fora, isto é, parte-se do centro do círculo em direção às extremidades, seguindo 3 camadas também conhecidas como esferas de trabalho que ajudam a empresa a extrair seu potencial e a se destacar de outras empresas. O método é representado por círculos em formato de alvo que indicam as três seguintes camadas: por quê, como e o quê (SILVA, 2021).

Figura 20 - Círculo de Ouro do PA.

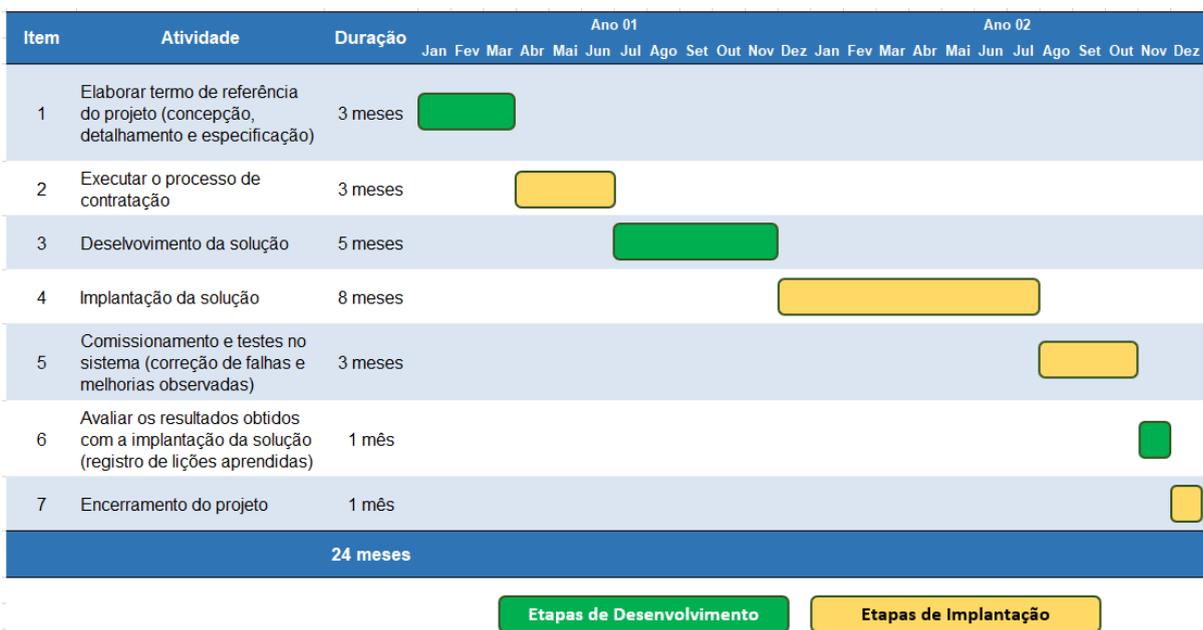


Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2021.

5.4.3 Cronograma de implantação

Segundo o GUIA PMBOK (2017), o cronograma do projeto fornece um plano detalhado que representa como e quando o projeto vai entregar os produtos, serviços e resultados definidos no escopo dele, serve como ferramenta de comunicação, gerenciamento de expectativas das partes interessadas e como base para a emissão de relatórios de desempenho.

Figura 21 - Cronograma do PA.



Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2021.

Como estratégia de implementação, o sistema será inicialmente instalado nas oficinas de manutenção preventiva de via permanente, veículos auxiliares e de material rodante por meio de *totens* fixos. Na sequência, o sistema será implantado na área de restabelecimento dos trens, pelas áreas de via permanente, tráfego automatizado, equipamentos, energia e predial/estruturas com a utilização de *tablets* e *smartphones*.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas e análises conduzidas neste projeto, indicam a oportunidade e a premente necessidade de implantação de ações no MetrôRio que promovam o aumento da produtividade e a redução de custos, com estímulos à sustentabilidade, pelas melhorias na gestão da manutenção de ativos da companhia, com a utilização de tecnologia para a integração dos processos e etapas.

A eficiência e viabilidade do modelo proposto, já implementado em outras companhias, demonstra ganho de eficiência e redução de custos pela implementação do sistema de gestão móvel para a execução de atividades de manutenção. A adição de um módulo de acesso para que os colaboradores possam alimentar os dados, acompanhar e executar as tarefas, através de acesso via *smartphones*, *totens* ou *tablets* gera uma economia anual na ordem de 78% do valor atualmente gasto com a apropriação de ordens de manutenção.

A implantação dessa tecnologia resulta em melhoria da produtividade das equipes de manutenção, com a eliminação de atividades de anotação manual de informações, otimização na dinâmica das rotinas de manutenção, e em última instância o aumento de qualidade das informações no sistema.

Não menos importante, a crise global causada pela pandemia, em que todos os setores foram atingidos, e com o MetrôRio não foi diferente, a proposta de solução possibilita a otimização de mão de obra e economia de recursos financeiros.

A implementação da solução proposta está alinhada com a própria visão do MetrôRio, que busca se tornar referência em operação metroviária nas Américas, ganhando respeito, admiração e fidelização de seus colaboradores, e tem foco na geração de valores e na busca permanente de estratégias que visam o desenvolvimento sustentável.

O uso de tecnologias adequadas para minimizar o desperdício de materiais, redução de tempo e valorização da mão de obra, promove o crescimento da empresa e dos colaboradores e conduz à melhoria da qualidade dos serviços, com segurança, transparência e responsabilidades sociais, econômicas e ambientais.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5462/1994 – Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

ABRAMAN. Associação Brasileira de Manutenção. **Documento Nacional 2011**. Disponível em: <http://www.abraman.org.br>. Acesso em: 28 out. 2021.

ARAÚJO, Geraldino Carneiro de; BUENO, Miriam Pinheiro; SOUSA, Adriana Alvarenga de; MENDONÇA, Paulo Sérgio Miranda. **Sustentabilidade Empresarial: Conceito e Indicadores**. Artigo. III CONVIBRA – Congresso Virtual Brasileiro de Administração. 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANP TRILHOS). **Segundo maior do país, metrô do Rio chega aos 40 anos; conheça a história**. Publicado em 04/04/2019. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/segundo-maior-do-pais-metro-do-rio-chega-aos-40-anos-conheca-a-historia/>. Acesso em: 13 jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANP TRILHOS). **Algumas vantagens do meio ferroviário em comparação com outros meios de transporte**. Publicado em 21/11/2018. Roland Zamora. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/algumas-vantagens-do-meio-ferroviario-em-comparacao-com-outros-meios-de-transporte/>. Acesso em: 13 jun. 2021.

BEN-AKIVA, M.; MORIKAWA, T. **Comparing ridership attraction of rail and bus**. Transport Policy, 2002, 107-116.

BUAINAIN, Amanda. **O que é aprendizagem organizacional**: conceito, como aplicar e ganhos, Amanda. Gupy Blog, artigo. Disponível em: <https://www.gupy.io/blog/aprendizagem-organizacional>. Acesso em: 22 set. 2021.

CABRAL, José Saraiva. Conceitos Básicos de Manutenção. Navaltik Management - **Guia Prático de Gestão da Manutenção de Edifícios**, set. 2016. Disponível em: https://www.manwinwin.com/wp-content/uploads/2016/12/Press2016_09_01.pdf. Acesso em: 24 set. 2021.

CASTRO, Cláudio de Moura. **Estrutura e apresentação de publicações científicas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1976. 72 p.

CASTRO, José Márcio de. **Métodos e técnicas de pesquisa: uma introdução**. Belo Horizonte: [s.n.] 2002.

CAVALCANTI, Clóvis. (org.). **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2003.

CEBRAP. **Pesquisa Itaú Unibanco-Cebrap mostra mudanças na mobilidade urbana do Rio de Janeiro (RJ) durante a pandemia**. 2021. Disponível em: <https://cebrap.org.br/pesquisa-itaunibanco-cebrap-mostra-mudancas-na-mobilidade-urbana-do-rio-de-janeiro-rj-durante-a-pandemia/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

CNN BRASIL. **Transporte público por ônibus tem prejuízo de mais de R\$ 14 bi durante a pandemia**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/transporte-publico-por-onibus-tem-prejuizo-de-mais-de-r-14-bi-durante-pandemia/>. Acesso em: 15 out. 2021.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

DATA.RIO. **Fluxo médio de passageiros por dia útil nas Linhas 1, 2 e 4 da rede metroviária no Município do Rio de Janeiro entre 1995 e 2020 - Tabela 1268**. Instituto Pereira Passos. 2021. Disponível em: <https://www.data.rio/documents/7f3d332baf2f499abc6a0742fce56bec/about>. Acesso em: 21 set. 2021.

DATA.RIO. **Passageiros transportados no Metrô, segundo as estações e linhas no Município do Rio de Janeiro entre 1995 e 2020 - Tabela 1267**. Instituto Pereira Passos, 30 mar. 2021. Disponível em: <https://www.data.rio/documents/7f3d332baf2f499abc6a0742fce56bec/about>. Acesso em: 21 set. 2021.

EGÍDIO, José Henrique. **Planejamento e Controle da Manutenção – Módulo 1 Avançado**, Núcleo de Educação a Distância. Belo Horizonte, MG, 2015.

ELKINGTON, John. **I Coined the Phrase “Triple Bottom Line.” Here’s Why It’s Time to Rethink.** Harvard Business Review. 25 Years Ago. Publicado em 25/06/2018. Disponível em: <https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>. Acesso em: 15 set. 2021.

FERREIRA, Gabriel Borges; FERREIRA, Thayse Ana; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. **Revisão sistemática de literatura sobre sustentabilidade no setor hoteleiro.** II CINGEN. Conferência Internacional em Gestão de Negócios. 28 a 30 de agosto de 2017. Cascavel, Paraná. Brasil.

FERREIRA, Helder Calsavara. A Manutenção Predial em face a norma NBR 5674/1999. **Manutenção de Edificações** – Procedimento. Curitiba – PR, 2010.

FERREIRA, Kellison. Triple Bottom Line (Tripé da Sustentabilidade): como unir planeta, pessoas e lucro na gestão empresarial. **Blog Rockcontent**, 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/triple-bottom-line/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 2010.

GLOSSARY OF TRANSIT TERMINOLOGY, American Public Transit Association (APTA), Publicado em Julho de 1994.

GRUPO LIGHT. **Empresa do Grupo Light.** Disponível em: <http://www.light.com.br/grupo-light/Empresas-do-Grupo/default.aspx>. Acesso em 18 ago 2021.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual de Pesquisa Qualitativa.** Belo Horizonte, Ânima Educação, 2014.

GUIA PMBOK. **Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.** 6ª edição, Project Management Institute, 2017.

INDIANA BUSINESS REVIEW. **The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work?** In: Timothy F. Slaper. Tanya J. Hall. Publicado em Março/Abril/Maio de 2011. Disponível em: <https://www.ibrc.indiana.edu/ibr/2011/spring/article2.html>. Acesso em: 25 set. 2021.

INDÚSTRIA HOJE. **O que é Manutenção Industrial de máquinas e equipamentos?** Tamires Almeida em 13/jan/2017. Disponível em: <https://industria hoje.com.br/o-que-e-manutencao-industrial-de-maquinas-e-equipamentos>. Acesso em: 21 mai. 2021.

ITS CONSULTING. **SAP PM: entenda o módulo planejamento de manutenção.** 2021. Disponível em: <https://itsconsulting.com.br/sap-pm-entenda-o-modulo-planejamento-de-manutencao/>. Acesso em: 30 out. 2021.

ITS SOLUÇÕES E TECNOLOGIA. **Quais as principais vantagens de um software SAP?** Publicado em 18/09/2018. Disponível em: <https://itsstecnologia.com.br/blogs/quais-as-principais-vantagens-de-um-software-sap/>. Acesso em: 30 out. 2021.

JORNAL O DIA. **Concessionárias de transportes apontam queda no número de passageiros.** 2021. Disponível em: <https://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/2021/10/6257898-concessionarias-de-transportes-apontam-queda-no-numero-de-passageiros.html>. Acesso em: 28 nov. 2021.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica.** 3. Ed. Revista ampliada – Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.

LEIBFRIED, Kathleen H. J., MCNAIR, C. J. **Benchmarking: uma ferramenta para a melhoria contínua.** Tradução de Ivo Koryotovski. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

LIMA, Natália. **Triple Bottom Line: como funciona o Tripé da Sustentabilidade?** Blog Keruak, 2019. Disponível em: <https://blog.keruak.com.br/triple-bottom-line/>. Acesso em: 23 set. 2021.

MANFRINI, Luiza. **Modelo em V como ferramenta para a gestão de projetos.** Publicado em 18 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/modelo-em-v-como-ferramenta-para-gest%C3%A3o-de-projetos-luiza-manfrini>. Acesso em: 16 out. 2021.

MANTOVANI, Mário J. **Quais são as vantagens e desvantagens do Modelo-V e quando usá-lo?** Publicado em 4/06/2015. Disponível em: <http://mariomantovani.blogspot.com/2015/06/quais-sao-as-vantagens-e-desvantagens.html>. Acesso em: 31 out. 2021.

MASON EQUIPAMENT. **Manutenção de máquinas e equipamentos:** o que você precisa saber? Publicado em 21 de setembro de 2018. Disponível em: <https://www.masonequipamentos.com.br/blog/manutencao-de-maquinas-e-equipamentos/>. Acesso em: 07 out. 2021.

MCKINSEY & COMPANY. **A smarter way to digitize maintenance and reliability.** Publicado em 23/04/2021. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/a-smarter-way-to-digitize-maintenance-and-reliability#>. Acesso em 30 nov. 2021.

MEIER, Ricardo. **Após 45 anos, Metrô de São Paulo chegará à marca simbólica de 100 km de extensão.** Portal Metrô CPTM. Publicado em 28 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.metrocptm.com.br/apos-45-anos-metro-de-sao-paulo-chegara-a-marca-simbolica-de-100-km-de-extensao/>. Acesso em: 17 set. 2021.

METRÔRIO, Concessão Metroviária do Rio de Janeiro. **Como Tudo Começou.** Disponível em: <https://www.metrorio.com.br/Empresa/Historia>. Acesso em: 23 ago. 2021.

METRÔRIO, Concessão Metroviária do Rio de Janeiro. **Sobre o MetrôRio.** Disponível em: <https://www.metrorio.com.br/Empresa/Sobre>. Acesso em: 23 ago. 2021.

MIRANDA, Newanderson Gomes. **Manutenção industrial 4.0:** o que é e quais os benefícios para a sua empresa. Blog Maxinst. 2020. Disponível em: <https://maxinst.com.br/manutencao-industrial-4-0-o-que-e-e-quais-os-beneficios-para-a-sua-empresa/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

NAKAGAWA, M. **Ferramenta 5W2H:** plano de ação para empreendedores. São Paulo: Globo, 2012.

O'BRIEN, James A. **Administração de Sistemas de Informação:** Uma Introdução. 13 ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2007.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em Administração. Catalão: UFG, 2011. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf. Acesso em: 23 jul. 2021.

PATRUS TRANSPORTES. Disponível em: <https://patrus.com.br/quem-somos/apresentacao/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

PAULA, Gilles B. de. **O que é 5W2H**: reduza incertezas, ganhe produtividade e aprenda como fazer um plano de ação. Treasy Blog. Publicado em 8 de novembro de 2021. Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/5w2h/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

PORTAL ERP. 2021. Disponível em: www.portalerp.com. Acesso em: 20 out. 2021.

PORTAL G1 RIO. **Linhas 1 e 2 do MetrôRio e BRT passam por higienização neste sábado para conter o coronavírus**. Publicado em 28/03/2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/03/28/linhas-1-e-2-do-metrorio-passam-por-higienizacao-neste-sabado-para-conter-o-coronavirus.ghtml>. Acesso em: 03 set. 2021.

PORTAL G1 RIO. **Metrô Rio é adquirido por fundo árabe; investidor contraiu dívidas da antiga concessionária**. Publicado em 12/11/2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/11/12/metro-rio-e-adquirido-por-fundo-arabe-investidor-contraiu-dividas-da-antiga-concessionaria.ghtml>. Acesso em: 12 dez. 2021.

PORTAL G1 RIO. **O Rio recebeu 1,17 milhão de turistas na Olimpíada; 410 mil são do exterior**. Publicado em 23/08/2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/olimpiadas/rio2016/noticia/2016/08/prefeitura-faz-balanco-da-olimpiada-e-paes-diz-que-o-rio-calou-criticos.html>. Acesso em: 12 dez. 2021.

PORTO EDITORA – Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa [em linha]. Porto: Porto Editora. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/palmtop>. Acesso em: 10 out. 2021.

REVISTA MANUTENÇÃO .**Gestão de ativos é muito mais do que interagir com SAP PM**. Por Caio Huais, 2021. Disponível em: <https://www.revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/gestao-de-ativos-e-muito-mais-do-que-interagir-com-sap-pm.html>. Acesso em: 31 out. 2021.

RIOTRILHOS. **Confiabilidade e manutenção industrial** [recurso eletrônico] / Flávio Sanson Folgliatto e José Luis Ribeiro Duarte. - Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011. Disponível em: <http://www.riotrilhos.rj.gov.br/default.asp>. Acesso em: 28 ago. 2021.

ROCHA, Camila. **Estudo da qualidade de software na Metodologia V** - model e sua interação com metodologias ágeis (SCRUM). Faculdade de Tecnologia de São Paulo. 2011.

RODRIGUES, Bruno Fernando dos Santos. **A importância das ferramentas de gestão estratégica no desempenho de organizações do ramo logístico: caso Cerbrás Distribuidora**. Universidade de Brasília – UnB, 2014.

SALERMO, Lia Soares. **Aplicação de Ferramentas da Mentalidade Enxuta e da Manutenção Autônoma aos Serviços de Manutenção dos Sistemas Prediais de Água**: Estudo de caso no Hospital das Clínicas da Unicamp. 2005. 183f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SALES, Alysso. TRINDADE, Everton Júnior. PIRES, Fernanda. VILARONGA, Frederico. MARTINS, Igor. ROBERTO, Rita. **Transporte de encomendas**: um estudo da atratividade para a construção de uma plataforma de negócio que promova o transporte de encomendas integrando o modal rodoviário de passageiros. Fundação Dom Cabral; Instituto de Transporte e Logística, Belo Horizonte, 2019.

SANTIAGO, Emerson. **Metrô**. Portal InfoEscola. Publicado em 09 de abril de 2013. Disponível em: <https://www.infoescola.com/transporte/metro/>. Acesso em: 18 nov. 2021.

SAT SOLUÇÕES EM TECNOLOGIA. 2021. Disponível em: www.satsolucoes.com.br. Acesso em: 18 dez. 2021.

SELLITTO, Miguel Afonso; FACHINI, Silmar José. Análise estratégica da gestão da manutenção industrial de uma empresa de metal-mecânica. **Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 7 n. 1, 2014.

SIGGA TECHNOLOGIES. **As melhores soluções móveis de manutenção SAP EAM**. 2021. Disponível em: <https://sigga.com.br/blog/solucoes-mobile-de-manutencao-sap-eam/>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SIGGA TECHNOLOGIES. **Mobilidade na Manutenção Industrial e Retorno de Investimento**. 2021. Disponível em: <https://sigga.com.br/blog/mobilidade-retorno-de-investimento/>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SILVA, Douglas. **O que é Golden Circle**: entendendo o conceito de Simon Sinek. Blog do Zendesk, Web Content & SEO Associate, LATAM, Publicado em 21 março 2021, última atualização em 26 março 2021.

SILVA, Tiago Mendonça da. **Aplicação de métodos ágeis no desenvolvimento de software automotivo** - conciliação ou substituição ao Ciclo-V, – 2019 – Fundação Getúlio Vargas.

SILVA, Vanderley Matias da.; SANTOS, Marcelo Rodrigues dos. **Sistema de Informação Aplicado à Gestão de Manutenção**: Um Estudo de Caso sobre os Impactos da Implantação do SAP/R3 – Módulo PM. XXXIII Encontro da ANPAD, 2009.

SILVEIRA, José Henrique Porto. **Sustentabilidade e Responsabilidade Social**. Volume 4, 1ª Edição. Editora Poisson, 2017.

SUPERVIA TRENDS URBANOS. História da Supervia. 2020. Disponível em: <https://www.supervia.com.br/pt-br/empresa/historia-da-supervia>. Acesso em: 23 nov. 2021.

TRACTIAN. 2021. Disponível em: www.tractian.com. Acesso em: 14 nov. 2021.

TURBAN, Efraim. **Tecnologia da Informação para Gestão**: Em busca de um melhor desempenho Estratégico e Operacional. 7ª ed. Porto Alegre, 2010. Uso da tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos em São Luís do Maranhão e oportunidades para o desenvolvimento de fornecedores locais - Káty Maria Nogueira Moraes - Elaine Tavares, 2011.

VALOR ECONÔMICO. **Mubadala assume o controle do Metrô Rio**. Publicado em 09 de novembro de 2021. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2021/11/09/mubadala-assume-o-controle-do-metro-rio.ghtml>. Acesso em: 13 dez. 2021.

WILLIAMS, J.H. *et al.* **Condition-based Maintenance and Machine Diagnostics.** Londres: Chapman & Hall, 1994.

XP EXPERT. **Análise da emissão de Debêntures da Concessão Metroviária RJ – Dez/2013.** Camila Dolle e Francisco Lobo. Publicado em 11/02/2021. Atualizado em 04/11/2021. Disponível em: https://conteudos.xpi.com.br/renda-fixa/mtrj19/?campaignid=6458476288&adgroupid=78966849724&adid=378844684966&gclid=CjwKCAjwj8eJBhA5EiwAg3z0mySb_M1UI5byuTmDY_HLizIIERQpQn5oBDzyPO5PstjO2ndPz24JZxoCWk8QAvD_BwE. Acesso em: 14 dez. 2021.

GLOSSÁRIO

SAP SE - Empresa de origem alemã, criadora de softwares de gestão de empresas. A SAP é a líder global de mercado em soluções de negócios colaborativos e multiempresas.

APÊNDICE

Apêndice A – Questionário aplicado aos gestores da manutenção.

- 1) Como é a avaliação do atual formato de registro de manutenção dos ativos?
- 2) Quantos colaboradores atuam diretamente na apropriação das informações obtidas no campo?
- 3) Quais os cargos dos colaboradores que realizam a apropriação das ordens de manutenção?
- 4) As informações inseridas nas ordens de manutenção impressas são transcritas em sua totalidade?
- 5) Qual o destino das ordens impressas após a transcrição para o SAP?
- 6) A equipe entende que há um gasto excessivo e um desperdício de folhas impressas utilizadas para a manutenção dos ativos?
- 7) Quanto tempo cada colaborador se dedica na apropriação das informações obtidas em campo?
- 8) Quais os principais pontos de melhoria são enxergados pela equipe para a melhoria do processo de manutenção?
- 9) Quais as principais vantagens e desvantagens que a equipe visualiza no atual processo de manutenção?
- 10) Alguma ação de melhoria já foi implantada internamente em alguma área de manutenção? Quais foram os resultados obtidos?
- 11) Caso haja uma mudança no formato do registro de manutenção, como seria o comportamento das equipes? Positivo ou negativo?
- 12) Em caso de implantação de uma nova forma de integração da manutenção, o gestor entende que a melhor forma é a criação de um projeto ou a execução por meio da própria manutenção?
- 13) Em caso de implantação de uma nova forma de integração da manutenção, o gestor entende que deva ser contratada uma consultoria para a orientação e condução do estudo das melhores alternativas do mercado?
- 14) Em caso de otimização do processo atual, com a redução da demanda de mão de obra de apropriação, a área possui outras demandas para os colaboradores envolvidos?
- 15) Em caso de implantação de uma nova forma de integração da manutenção, o gestor entende que haverá prejuízos ou ganhos para a manutenção do ativo?
- 16) A área estaria disposta a ceder colaboradores para apoiarem o estudo e uma possível implantação de um novo sistema de manutenção?
- 17) Em caso de otimização do processo atual, o gestor entende que haverá resistência na implantação de um novo sistema?