

MBA EM LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 4.0

Disciplina	Projeto Aplicado
Professor(a)	Leila Barbosa

REVISÃO DA POLÍTICA DE MANUTENÇÃO E COMPRAS PARA MAXIMIZAR A DISPONIBILIDADE DE FROTA DA VLI

Daniel Augsten

Fábio Roza

Ieslei Marçal

Luiz Gustavo Lopes

Michael Sotero

Teófilo Coimbra

Thales Ribeiro

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Resumo:

A VLI, ao longo de sua trajetória, construiu uma sólida reputação por seu compromisso com a eficiência operacional e a busca incessante por resultados excepcionais. Esses princípios têm sido evidentes nos anos recentes, até o momento desta análise.

Entretanto, os resultados obtidos no período em questão se deram em contrapartida ao sacrifício dos planos de manutenção preventiva de suas frotas. Essa abordagem proporcionou, a curto prazo, uma maior disponibilidade de ativos e uma economia financeira notável através da redução do estoque de peças. No entanto, nossa análise detalhada identificou os desafios inerentes a esse modelo a longo prazo. A expressiva paralisação de parte dos ativos resultou em uma redução significativa na disponibilidade da frota apresentando uma queda de aproximadamente 3% (três por cento) no período de 2020 a 2022 e, por conseguinte, na capacidade de transporte da empresa, reduzindo a capacidade em mais de 1 milhão de toneladas por ano. Essa perda de desempenho também acarreta um decréscimo substancial de receita anual estimada em R\$328.000.000,00.

Um aspecto crítico desse problema reside na gestão de **peças sob demanda**, que devido às suas características de alto custo e baixa utilização pareciam justificar a política de manter estoques mínimos ou nulos para esses itens. No entanto, a demora considerável no tempo de reposição desses componentes, muitas vezes superior a um ano, tem gerado impactos financeiros consideráveis quando ocorrem problemas nas locomotivas. Isso ressalta a necessidade premente de reavaliar a estratégia de estoque e suprimento da empresa, equilibrando os custos associados à manutenção dessas peças em estoque e o risco financeiro decorrente de sua escassez.

O aprofundamento da análise revelou que mais de 50% das locomotivas paradas se devem à falta de peças sob demanda, o que enfatiza a importância crítica da mudança proposta no perfil de compras da empresa. A implementação dessas mudanças tem o potencial de reduzir o número de veículos parados em até 43%, o que terá um impacto substancial na disponibilidade da frota e, por conseguinte, na capacidade de transporte da empresa. Essa ação, quando combinada com outras medidas estratégicas, visa possibilitar à VLI recuperar sua eficiência operacional e sua posição destacada no cenário do setor de logística e transporte no Brasil, restabelecendo sua capacidade de oferecer serviços de excelência a seus clientes.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Abstract:

Throughout its history, VLI has built a solid reputation with its unwavering commitment to operational efficiency and the relentless pursuit of exceptional results. These principles have been evident in recent years, up to the time of this analysis.

However, the excellence in the results obtained has come at a cost, which lies in the sacrifice of the preventive maintenance plans for its fleets. This approach has provided, in the short term, greater asset availability and notable financial savings through a reduction in parts inventory.

Nevertheless, our detailed analysis identified the challenges inherent in this model in the long term. The significant shutdown of part of these assets has resulted in a significant reduction in fleet availability, decreasing by approximately 3% (three percent) in the period from 2020 to 2022 and, consequently, in the company's transport capacity, reducing capacity by more than 1 million tons per year. The impact of this translates into a substantial annual loss of revenue, estimated at R\$328,000,000.00.

A critical aspect of this problem lies in the management of on-demand parts, which, due to their expensive and rarely used nature, seemed to justify the policy of keeping minimum or zero stocks of these items. Nonetheless, the considerable delay in the replacement time of these components, often more than a year, has generated considerable financial impacts when locomotive problems occur. This highlights the urgent need to re-evaluate the company's stock and supply strategy, balancing the costs associated with keeping these parts in stock and the financial risk arising from their shortage.

Our thorough analysis also revealed that more than 50% of the locomotives at a standstill are due to a lack of parts on demand, which emphasizes the critical importance of the proposed change in the company's purchasing profile. Implementing these changes has the potential to reduce the number of idle vehicles by up to 43%, which will have a substantial impact on fleet availability and therefore on the company's transportation capacity. This action, when combined with other strategic measures, aims to enable VLI to regain its operational efficiency and its prominent position in the logistics and transportation sector in Brazil, re-establishing its ability to offer excellent services to its customers.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

1. Contexto do Negócio

Fundada em 2010, a VLI assumiu as concessões da Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e do tramo norte da Ferrovia Norte Sul (FNS), além disso ficou responsável pelo transporte de carga geral das ferrovias da VALE Vitória Minas e Estrada de Ferro Carajás. Com o propósito de apresentar um modelo de logística integrada, a VLI assumiu também as autorizações de instalações portuárias e implementou terminais integradores.

Desta maneira VLI é uma empresa privada que presta serviço público, oferecendo soluções de logística multimodal conectando portos, ferrovias e terminais a outros modais, transportando grãos, açúcar, produtos siderúrgicos, produtos industrializados, entre outros.



Figura 1 - Sistema Logístico VLI

A empresa está presente em cerca de 300 municípios e 10 estados do Brasil. Possui mais de 7.500 funcionários, aproximadamente 800 locomotivas e 24 mil vagões. Essa estrutura é distribuída em 5 corredores logísticos para a operação em 4 ferrovias, 9 terminais intermodais e 7 estruturas de operações portuárias. Entre 2014 e 2020 a VLI investiu mais de 10 bilhões de reais em infraestrutura ferroviária, aquisição de novos ativos, construção de novos terminais e ampliação de portos. Atualmente a empresa movimenta aproximadamente 60 milhões de toneladas nas ferrovias e 42 milhões de toneladas em terminais portuários.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020



Figura 2 - Estrutura Corredores VLI

1.1. Nossa Visão:

Seremos a primeira escolha dos clientes e referência em sustentabilidade na logística brasileira e, impulsionados pela energia das nossas pessoas, estaremos entre as maiores e mais rentáveis empresas do Brasil até 2030.

1.2. Nosso Propósito:

Transformar a logística do Brasil.

1.3. Os nossos valores:

Cuidado Genuíno | Praticamos segurança e cultivamos o respeito e o bem-estar de todos.

Clientes | Colocamos o cliente no centro das decisões.

Atitude Certa | Agimos sempre de forma tica.

Resultados | Entregamos resultados de forma persistente e consistente.

Empreender | Inovamos com coragem e simplicidade.

Valor para todos | Criamos e compartilhamos valor por onde passamos.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

2. Identificação do Problema

A VLI almeja um alto crescimento até 2030 e para sustentar esse crescimento a empresa realizou altos investimentos em suas estruturas e na compra de novos ativos. Além destes investimentos a busca para aumentar a produtividade em suas operações possui grande relevância estratégica. Desse modo é de extrema importância que seus ativos estejam disponíveis para realizar o transporte, garantindo uma alta performance operacional.

Foi identificado uma grande quantidade de locomotivas retidas em oficinas por falta da disponibilidade de materiais e componentes em estoque. Desta maneira estes ativos ficam indisponíveis para operação, impactando diretamente a **Disponibilidade Física (DF)** das Locomotivas, reduzindo o número de volume transportado e impactando diretamente a rentabilidade do negócio.

2.1. Apresentação detalhada do problema

A VLI possui vários indicadores estratégicos que são acompanhados diariamente para assegurar que seus objetivos serão alcançados conforme o planejamento estratégico. Um dos principais indicadores estratégicos para as ferrovias da VLI é o de Volume, que representa as toneladas úteis transportadas por quilômetro. Explorando os resultados da companhia do primeiro trimestre de 2023, é possível perceber uma diminuição significativa do volume de produtos transportados em relação ao programado pela empresa. Essa perda de volume pode ocorrer por diversas causas, sendo uma delas a indisponibilidade física de locomotivas.

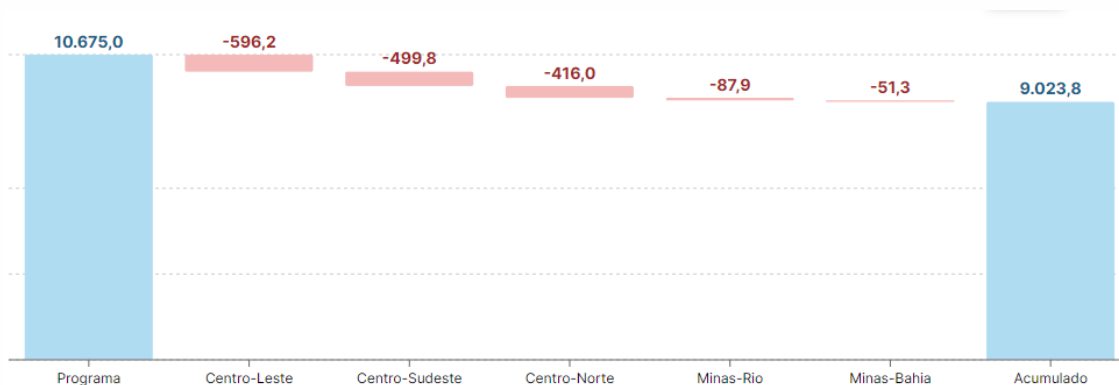


Figura 3 – Performance de Volume Ferrovias VLI em MTKU (1º trimestre/2023) - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

A Disponibilidade Física (DF) é um dos principais indicadores da Manutenção de Materiais Rodantes na VLI. O objetivo deste indicador é medir a disponibilidade de ativos aptos a realizarem o transporte de cargas. Com a disponibilidade física baixa a empresa deixa de realizar os transportes programados e vendidos pela área comercial, o que reduz a receita da companhia e gera grande insatisfação dos clientes.

Analisando historicamente este indicador, é possível perceber uma piora gradativa ao longo dos últimos anos e para o ano de 2023 este cenário também não é promissor. Nos primeiros três meses do ano a VLI apresentou uma disponibilidade física acumulada de 80,2%, para uma necessidade orçada acumulada de 82,5%. Este cenário pode se agravar, já que a necessidade de performance da DF aumenta entre os meses de março e setembro, considerando o período de safra dos principais produtos transportados pela empresa.

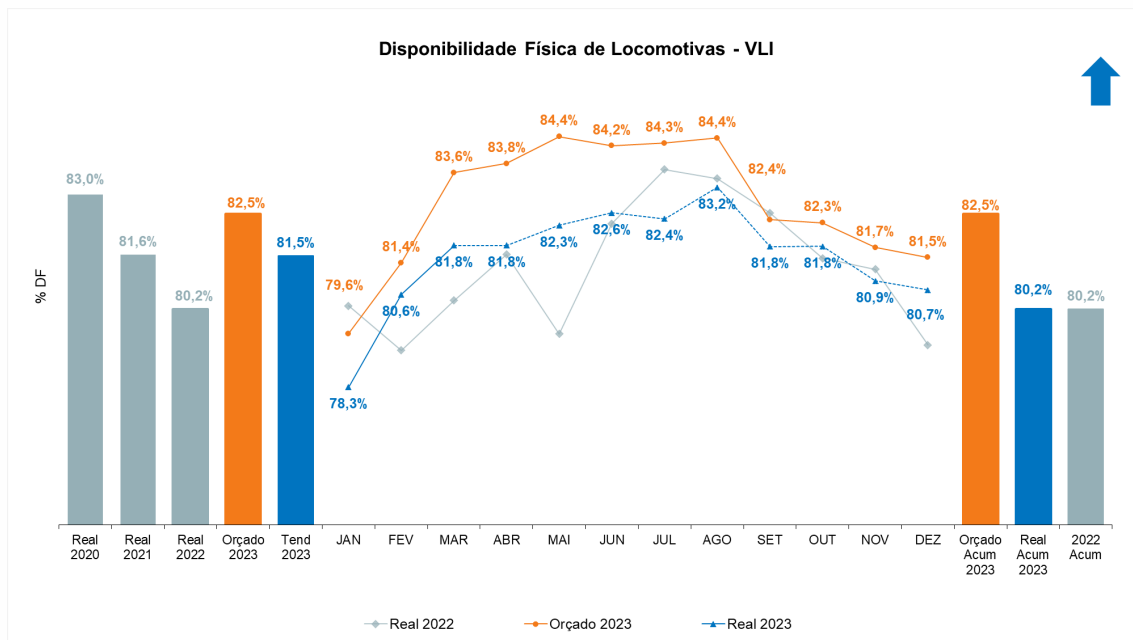


Figura 4 - Disponibilidade Física de Locomotivas VLI - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Realizando a análise da necessidade planejada no plano de negócios da VLI e comparando com a projeção de DF para os próximos anos, o cenário é ainda mais crítico, pois o prognóstico é que a performance de DF piore a cada ano conforme Figura 5, impactando cada vez mais os resultados financeiros da empresa e o alcance das principais metas e objetivos planejados.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

DF BP x DF Projetada

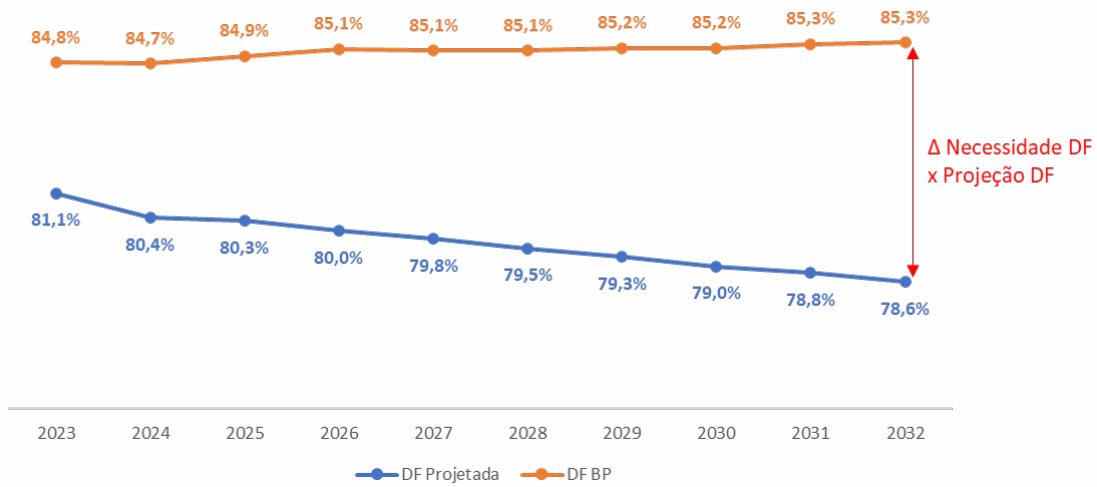


Figura 5 - Comparação DF BP x DF Projetada - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Através das ações de benchmarking desenvolvidas junto às principais ferrovias brasileiras com perfis de operação similares, é possível identificar uma performance de DF da VLI bem inferior à média praticada neste mercado. Quando comparado com a média de DF oferecida nos serviços de MSA (“Maintenance Service Agreement” ou Contrato de Serviços de Manutenção), a diferença da performance da VLI é ainda maior. Os MSA são serviços nos quais os fabricantes são responsáveis por todas as manutenções das locomotivas, garantindo uma DF mínima através de contrato a um custo médio mais elevado de manutenção.

Esta diferença de performance de Disponibilidade Física de locomotivas entre ferrovias ocorre por diversos fatores, entre eles os principais são: custos diretos com manutenção, estratégia de manutenção dos ativos, variabilidade de frotas, confiabilidade das manutenções e disponibilidade de recursos para manutenção.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

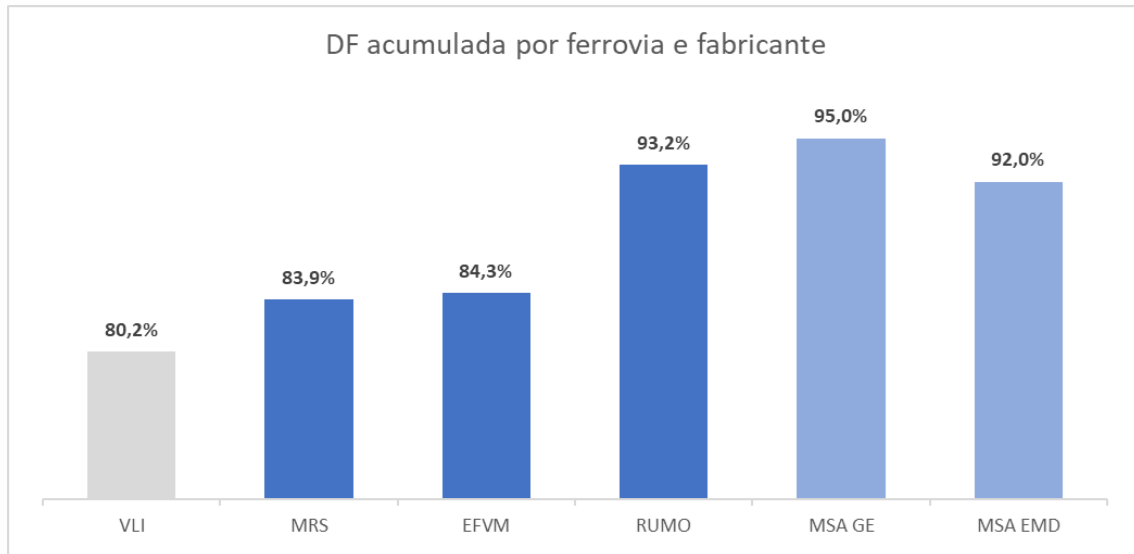


Figura 6 - Comparação performance de DF entre ferrovias - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023 e Benchmarking Ferrovias VALE e Rumo 2023

As locomotivas normalmente ficam indisponíveis devido a intervenções de manutenção, podendo ser de caráter preventivo ou corretivo. Essas intervenções normalmente consomem grande quantidade de recursos, como peças de reposição e componentes (Itens recuperáveis) e caso não exista algum destes recursos em estoque, as locomotivas ficam retidas em oficinas até que os materiais ou componentes sejam disponibilizados para aplicação e os ativos sejam liberados para operação.

Atualmente é possível perceber um número elevado de locomotivas retidas em oficinas devido à falta de materiais novos e componentes recuperados em estoque. Este problema também ocorre com frequência em outras ferrovias no Brasil, isso porque a maioria das locomotivas existentes no mercado nacional são originalmente produzidas por apenas dois fabricantes. Suas peças de reposição são em sua maioria importadas, possuem um alto lead time, poucas opções de fornecedores no mercado. Já para as locomotivas mais novas, os fabricantes possuem contratos de fidelidade com os fornecedores de peças, o que dificulta ainda mais para as empresas ferroviárias a compra destes materiais.

Estas características específicas dos materiais, atreladas aos problemas externos e internos existentes da empresa, agravam ainda mais a falta destes recursos. Como problemas externos é comum ocorrerem atrasos na fabricação e entrega dos materiais, assim como problemas de qualidade nos materiais entregues. Já para os problemas internos, existem falhas de planejamento e do

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

processo de ressuprimento, além de existirem limites de valores para o estoque, longo prazo para aprovação orçamentária e uma estratégia de manutenção concentrada em manutenções corretivas, dificultando a previsibilidade de demanda destes recursos.

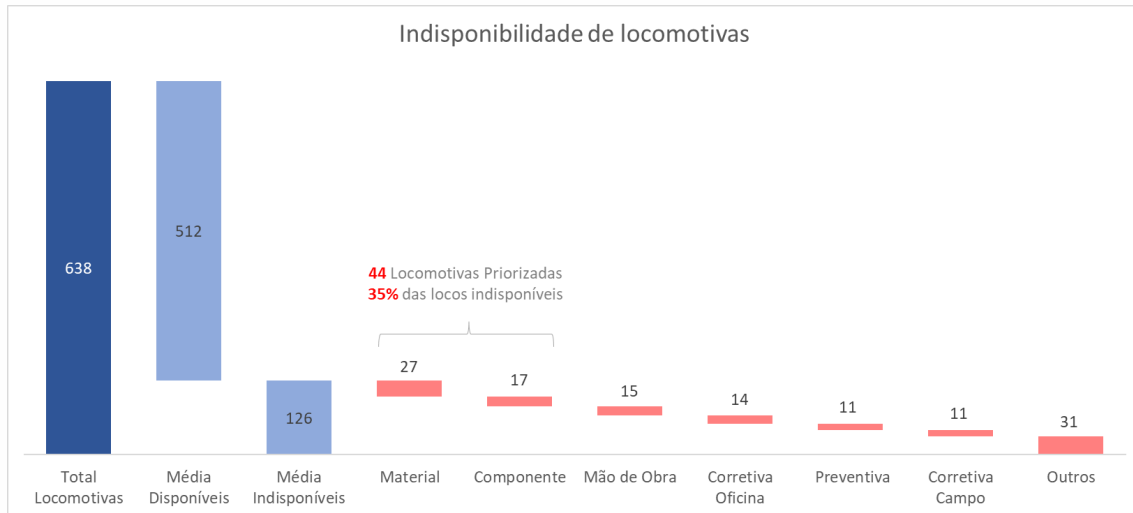


Figura 7 - Locomotivas Retidas Aguardando Componentes / Materiais - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Este problema além de impactar na Disponibilidade Física de Locomotivas, gera postergação na execução de planos preventivos, impacto na confiabilidade dos ativos, desperdício de mão de obra alocada nas oficinas. A execução excessiva de manobras desnecessárias de ativos também representa uma grande ineficiência na alocação de recursos.

2.2. Impactos Financeiros

Como a VLI opera em seu limite operacional o orçamento da empresa já prevê uma perda de receita de R\$202.000.000,00 em função da indisponibilidade de frota planejada. Contudo, considerando todas as locomotivas retidas pelos motivos analisados acima, a estimativa de perda em receita é de aproximadamente R\$328.000.000,00 milhões de reais por ano, extrapolando negativamente em 62% a meta.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Empresa	Média Meses Safra	Média HP Nec. Form. Trem	Média Toneladas Transp. (Mês)	Média Tarifa (Grãos)	Média HP Retido Total	Impacto Total (Ano)	Média HP Retido em relação ao Orçado	Impacto em relação ao Orçado (Ano)
Ferrovias Centro Atlântica	6	8700	25000	R\$ 110,00	133.637	R\$ 247.500.000	55.888	R\$ 99.000.000
Ferrovias Norte Sul	6	4350	40000	R\$ 112,00	12.254	R\$ 80.640.000	6.089	R\$ 26.880.000
VLI	-	-	-	-	145.891	R\$ 328.140.000	61.978	R\$ 125.880.000

Tabela 8 - Cálculo de Impacto Financeira devido a retenção de Locomotivas - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Para reduzir os impactos financeiros gerados pela indisponibilidade de locomotivas próprias, a VLI opta por alugar ativos de outras empresas, assim é possível reduzir a perda de volume e por consequência a perda de receita. Se todos os aluguéis destas locomotivas previstos forem concretizados, em 2023, o montante dispendido pode atingir até 3 milhões de reais.

Corredor	Quantidade	Frota	Preço Aluguel (Mês)	Custo Total
Centro Norte	4	SD70 Ace	R\$ 180.000,00	R\$ 720.000,00
Centro Leste	5	DASH	R\$ 170.000,00	R\$ 850.000,00
Centro Leste	2	SD70	R\$ 250.000,00	R\$ 500.000,00
Centro Sudeste	4	SD70Ace	R\$ 220.000,00	R\$ 880.000,00
Total	15	-	-	R\$ 2.950.000,00

Tabela 9 - Custo com Aluguel de Locomotivas - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

No cenário projetado de DF para os próximos anos, fica claro que a previsão de disponibilidade de locomotivas para operação está bem abaixo da necessidade de locomotivas planejada no plano de negócios da companhia.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Assim, para que a empresa consiga realizar o transporte do volume de produtos projetada no plano de negócios será necessário investimento para aquisição de novos ativos para compensar a baixa DF prevista, o que corresponde a um valor de 557,7 milhões em compra de locomotivas nos próximos 10 anos. A parcela relativa a compensação da indisponibilidade em função da falta de peças e componentes corresponde a 187,9 milhões para os próximos 10 anos.

Ativos	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	Total
Falta ativos	5	5	6	7	7	8	8	8	8	8
Nec. Investimento	5	0	1	1	0	1				8
Valor ativo (MM)	23,5	20,8	24,2	22,5	24,2	24,2	22,5	20,8	20,8	23,5
CAPEX	115,2	7,3	17,0	15,8	8,5	24,2	-	-	-	187,9

Figura 10 - Cenário de compra de Ativos devido à falta de materiais e/ou componentes - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

2.3. Impactos na confiabilidade das Manutenções

Além dos impactos financeiros diretos, a falta de recursos como materiais e/ou componentes podem impactar também a confiabilidade dos ativos. Isso porque para garantir que as locomotivas estejam aptas e confiáveis para operação é necessário que sejam realizadas as manutenções planejadas conforme manual do fabricante, o que demanda alta substituição de peças e componentes.

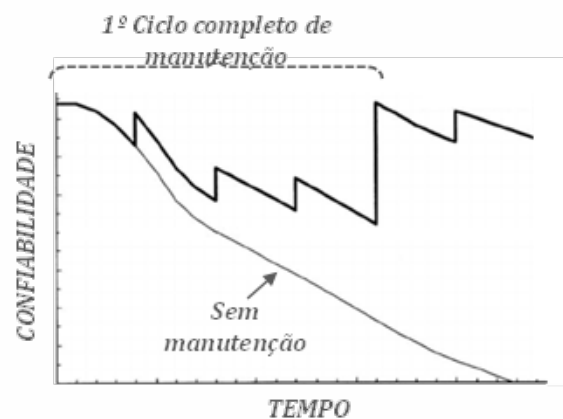


Figura 11 - Confiabilidade dos ativos conforme execução dos planos de manutenção - Fonte: SIQUEIRA, I.P. Manutenção Centrada na Confiabilidade, 2005, Editora Quality Mark

As manutenções de locomotivas ocorrem de forma cíclica e na VLI são definidas pela engenharia de estratégia, levando em consideração as manutenções recomendadas pelo fabricante, o histórico de falhas das

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

locomotivas, backlog de manutenção e o orçamento disponível conforme o plano de negócios da empresa. O principal objetivo da estratégia de manutenção é garantir a confiabilidade operacional necessária para a companhia, reduzindo a degradação do ativo, a possibilidade de falhas inesperadas e quebras catastróficas com altos custos.

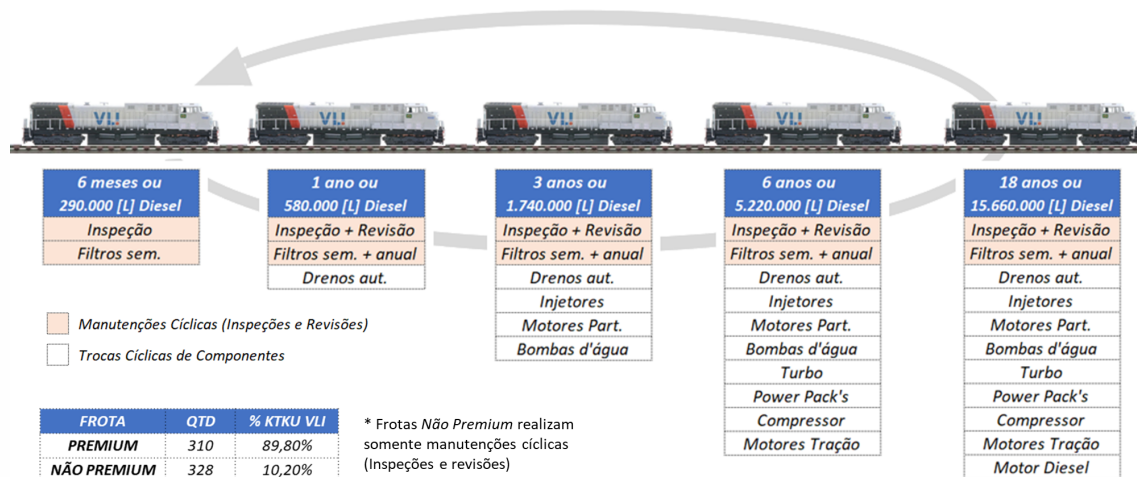


Figura 12 - Ciclo de manutenção de locomotivas na VLI - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

A realização dos planos de manutenção preventivos definidos pela engenharia de estratégia da VLI tem sofrido grandes impactos pela falta de materiais e componentes. No primeiro trimestre de 2023 foram realizados apenas 88,3% dos planos programados nas oficinas da VLI e para o restante do ano a tendência é que este cenário piore, com a previsão de serem realizados apenas 81,1% dos planos planejados para o ano.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

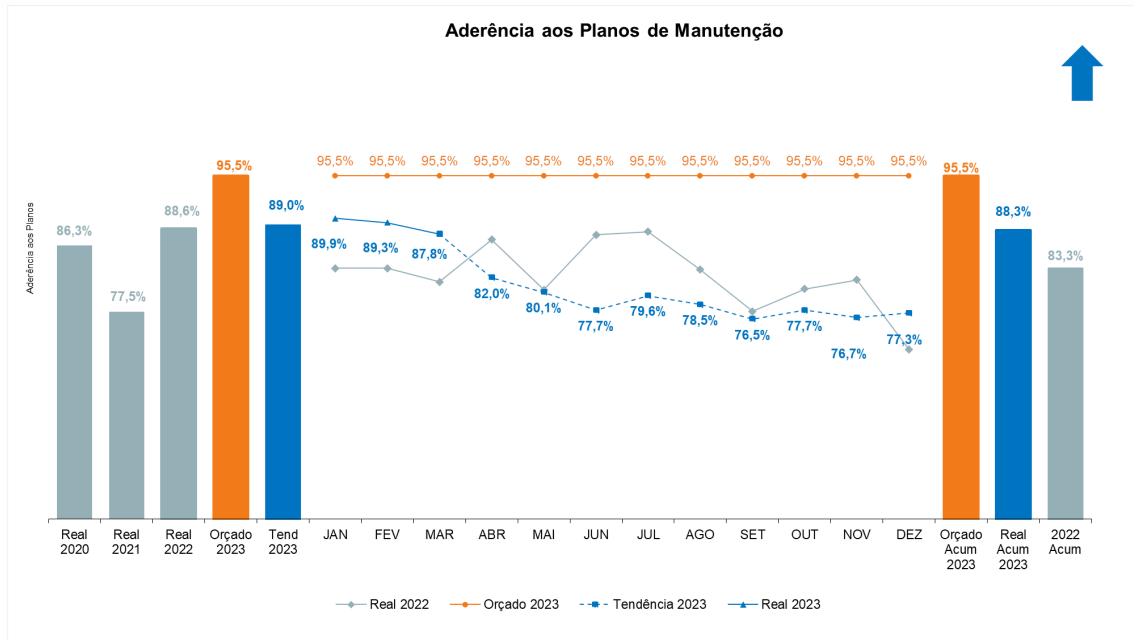


Figura 13 - Aderência ao Cumprimento dos Planos de Manutenção - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Analisando as perdas do cumprimento dos planos do primeiro trimestre, identificou-se que a falta de materiais e/ou componentes representam 49% das causas responsáveis pela não realização dos planos programados. Outra causa que ficou bem evidenciada foi a impossibilidade de parada das locomotivas para realização dos planos, correspondendo a 38,4% das perdas. Isso ocorre devido ao cenário de baixa DF, desta maneira a operação possui um número baixo de locomotivas aptas a realizar os transportes, impossibilitando a paralisação dessas locomotivas para que os planos de manutenção sejam realizados. Conforme já citado neste trabalho, grande parcela da baixa DF também tem como causa a falta de materiais e/ou componentes.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

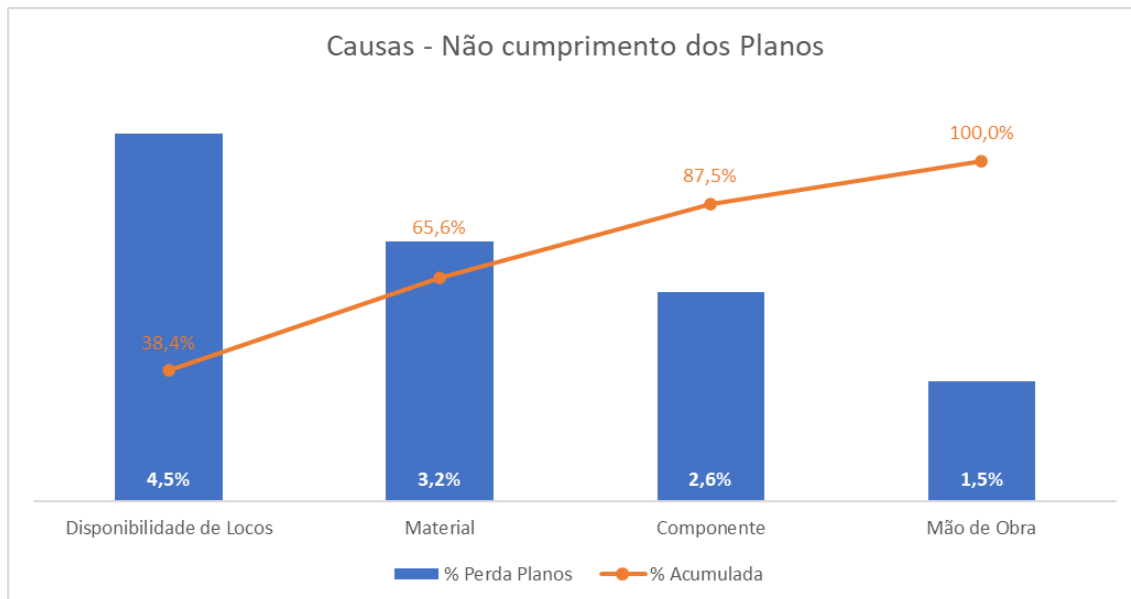


Figura 14 - Principais Causas da não realização dos Planos de manutenção - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

3. Oportunidade

A oportunidade identificada diante do cenário apresentado é realizar um trabalho envolvendo as áreas de Engenharia, Suprimentos, Gestão de Estoque e Manutenção de Componentes da VLI para entender os gargalos e propor tratativas que atualmente impactam na disponibilidade de materiais e componentes recuperados para aplicação na manutenção de locomotivas.

4. Objetivos

O objetivo principal do projeto é identificar oportunidades e compreender os problemas existentes na cadeia de suprimentos VLI, utilizando de metodologias e ferramentas de melhoria contínua para aumentar a disponibilidade de materiais novos e componentes recuperados em estoque. Desta maneira a quantidade de locomotivas retidas em oficinas por falta de materiais e componentes poderá ser reduzida significativamente.

5. Resultados esperados

- Aumento da cobertura de estoque de materiais novos e componentes;
- Aumento da execução dos planos preventivos;
- Redução do número de locomotivas retidas aguardando materiais/componentes;
- Aumento da capacidade de transporte;
- Aumento de receita;
- Aumento da satisfação do cliente.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

6. Desenvolvimento

O primeiro passo para elaboração do trabalho foi analisar todo o fluxo de planejamento, compra e reposição de materiais, bem como o fluxo de restauração de componentes avariados. Desta maneira foi proposto a formação de uma equipe, com representantes das principais áreas da cadeia de suprimentos de materiais e de restauração de componentes, sendo estas áreas: Suprimentos, Gestão de Estoque, Engenharia de Estratégia de Manutenção, Engenharia de Planejamento e Componentes.

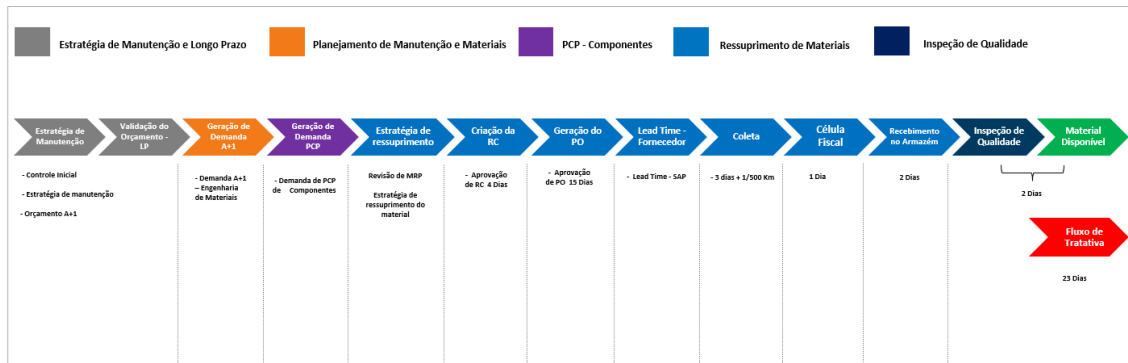


Figura 15 - Macrofluxo de ressuprimentos de materiais e componentes - Fonte: Repositório de dados internos VLI 2023

Para o desenvolvimento do trabalho, optou-se por utilizar a metodologia PDCA por se tratar de uma ferramenta de melhoria contínua de processos e de solução de problemas. Essa metodologia auxilia na análise dos processos, identificação dos problemas e das causas existentes, além de ser aplicável para todas as etapas do processo, bem como para todas as áreas envolvidas.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	①	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	ANÁLISE DO FENÔMENO	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista. Desdobrar o problema em problemas menores que podem ser mais facilmente resolvidos.
	③	ANÁLISE DO PROCESSO	Descobrir as causas fundamentais de cada problema menor.
	④	PLANO DE AÇÃO	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais de cada problema menor.
D	⑤	EXECUÇÃO	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	VERIFICAÇÃO	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	⑦	(BLOQUEIO FOI EFETIVO?)	
A	⑧	PADRONIZAÇÃO	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑨	CONCLUSÃO	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalhos futuros.

Figura 16 - Etapas PDCA - Fonte: CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia, 2004. Belo Horizonte, MG

Segundo Campos (2004) o PDCA é um método de gestão e o caminho para que as organizações atinjam metas. Para Daychoum (2007) o PDCA é aplicado nas normas de sistema de gestão e deve ser utilizado em qualquer organização para garantir o sucesso do negócio, independente da área ou departamento.

Campos (1992) define o ciclo PDCA composto de quatro fases básicas:

PLAN (Planejar): Etapa onde deve-se estabelecer a meta sobre os itens de controle e o método para se atingir as metas propostas.

DO (Executar): Etapa onde a execução das tarefas deve ser realizada conforme previsto no plano e a coleta de dados para verificação do processo.

CHECK (Verificar): Nesta etapa compara-se o resultado alcançado com a meta planejada, a partir dos dados coletados na fase de execução.

ACTION (Atuar corretivamente): É nesta etapa que o usuário atuará nos desvios detectados para fazer correções definitivas, de modo que o problema nunca volte a acontecer.

6.1. PDCA - P.1 Identificação do Problema

A primeira etapa da metodologia tem o objetivo de identificar o problema de forma clara, reconhecendo a importância e os impactos. Conforme já apresentado na contextualização deste trabalho, existe uma grande diferença

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

entre a meta estipulada conforme a necessidade da empresa e a performance do indicador de locomotivas retidas aguardando materiais/componentes.

Em média, no primeiro trimestre de 2023, 44 locomotivas (equivalente a 145.891 HP) ficaram retidas em oficina devido à falta de materiais e/ou componentes, para uma meta definida de 30 locomotivas. Ou seja, em média 14 locomotivas (61.978 HP) ficaram retidas diariamente acima da meta, o que corresponde a 47% de locomotivas paradas em oficina acima da necessidade, impactando a formação de trens e o transporte dos produtos dos clientes da VLI.

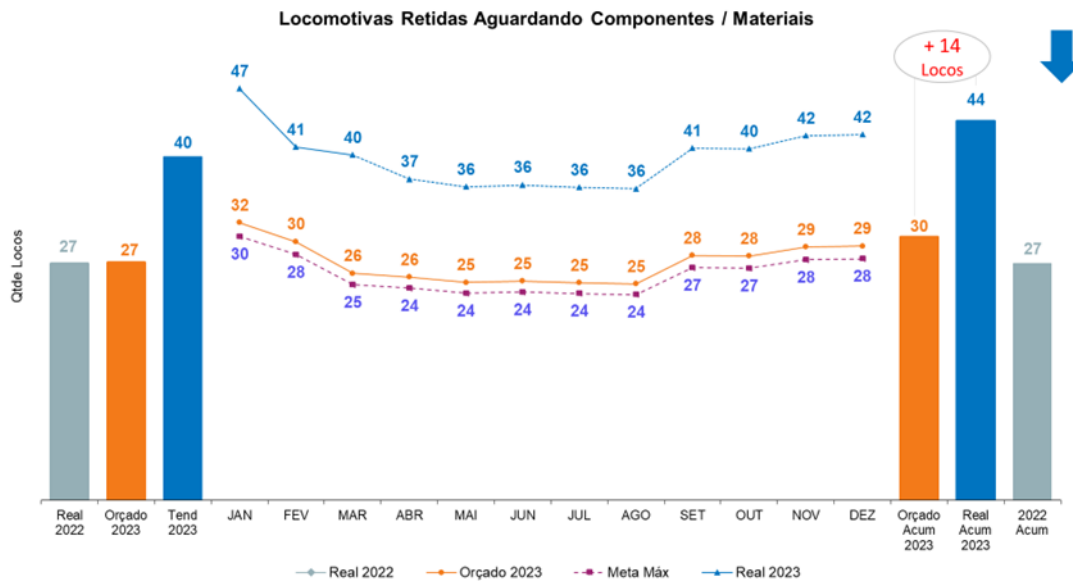


Figura 17 - Indicador de Locomotivas Retidas Aguardando Materiais/Componentes - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

6.2. PDCA – P.2 Análise do Fenômeno

Uma vez identificado o problema, o próximo passo é investigar as características dele e, para isso, foram analisados os dados históricos das retenções de 2023. A primeira análise realizada, foi relacionada às ocorrências de retenções por oficinas de manutenção, com o objetivo de entender quais as localidades mais são impactadas com a falta de materiais e/ou componentes.

Para auxiliar nessa análise foi utilizado o Diagrama de Pareto, que de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), possui o propósito de distinguir as poucas questões vitais e as muitas questões triviais. Slack, Chambers e Johnston (2009) também descrevem este diagrama como uma técnica que

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

classifica os dados por tipo de problema ou causas de problemas por ordem de importância, normalmente esta classificação é medida por frequência de ocorrência.

Daychoum (2007) define o objetivo da análise de Pareto como observar os problemas e a frequência de sua ocorrência. Com isso será proporcionado as informações necessárias para que o esforço seja priorizado para garantir um impacto mais positivo.

Segundo Pearson (2010) o gráfico de Pareto foi criado com base da regra 80/20, onde 80% dos efeitos são derivados de 20% das causas. Sendo assim, é mais proveitoso focar na melhoria dos procedimentos que correspondem a 20% das causas, do que tentar tratar todo o processo.

Com a aplicação dessa ferramenta da qualidade, foi observado quais corredores possuem uma média maior de retenção de locomotivas, desta maneira foi possível identificar que a maior parte das locomotivas retidas se concentram em 04 corredores: Centro Sudeste, Centro Norte, Minas Bahia e Centro Leste.

De uma média de 44 locomotivas retidas diariamente na VLI, estes 04 corredores foram responsáveis por uma retenção de 38,7 locomotivas (89% das locomotivas retidas). Além disso, estes mesmos corredores são responsáveis pela maior parte do volume transportado pela VLI. Por estes motivos estes corredores foram priorizados no trabalho.

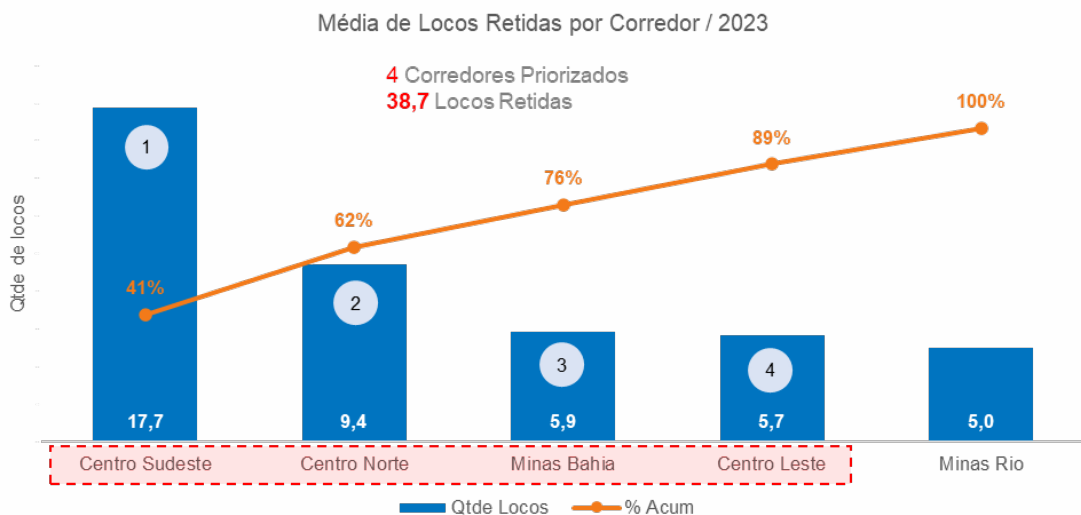


Figura 18 - Diagrama de Pareto de locomotivas retidas por corredor - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Após a identificação das localidades mais impactadas, foram analisados os dados referentes aos corredores priorizados (38,7 locomotivas), desta maneira foram estratificadas quais as frotas mais ficaram retidas no primeiro trimestre de 2023 em cada corredor.

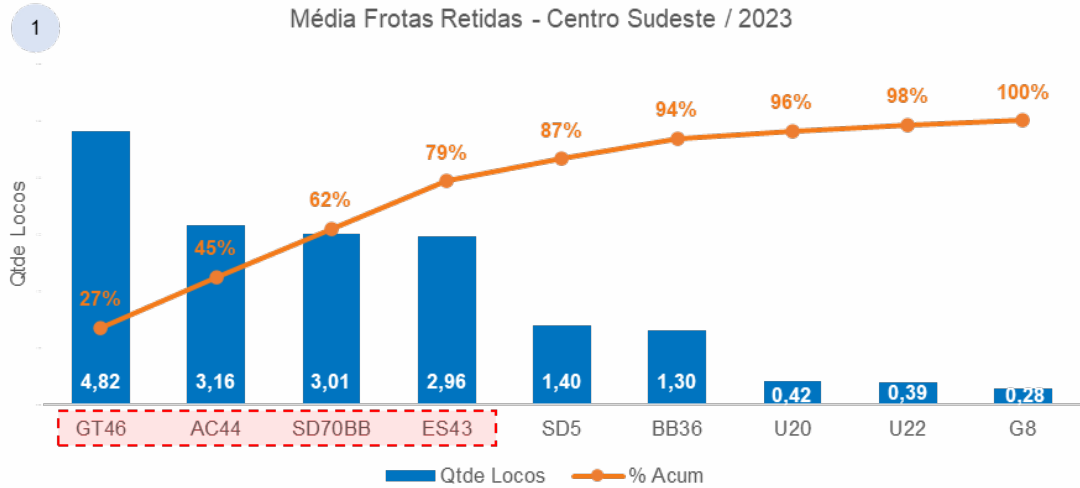


Figura 19 - Diagrama de Pareto das Frotas retidas do corredor Centro Sudeste - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Utilizando o Diagrama de Pareto para analisar quais as frotas foram mais impactadas por corredor, chegou-se a uma lista de 11 frotas priorizadas, o que corresponde a uma média de retenção de 33,5 locomotivas diariamente, conforme apresentado na figura 20.

Corredor	Frotas	Quantidade Locomotivas	% retenção	% Acumulado
Centro Sudeste	GT46	4,82	27%	27%
Centro Sudeste	AC44	3,16	18%	45%
Centro Sudeste	SD70BB	3,01	17%	62%
Centro Sudeste	ES43	2,96	17%	79%
Centro Norte	SD70	6,43	68%	68%
Centro Norte	SD40	2,00	21%	89%

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Minas Bahia	U20	3,42	58%	58%
Minas Bahia	U13	2,43	42%	100%

Centro Leste	DASH	2,21	38%	38%
Centro Leste	SD70BB	1,53	26%	64%
Centro Leste	SD5	1,53	26%	91%

VLI	Priorizadas	33,50	86%	86%
------------	--------------------	--------------	------------	------------

Tabela 20 - Frotas mais impactadas/priorizadas por Corredor - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Com a lista das frotas mais impactadas em mãos, a próxima análise realizada foi o desdobramento da retenção destas frotas por tipo de material, para entender quais os tipos de materiais mais faltam para aplicação nas locomotivas quando necessário. Os tipos de materiais foram classificados conforme a estratégia de reposição definida pela área de Gestão de Estoque.

Média Locos Retidas por Tipo de Material - Centro Sudeste - 2023

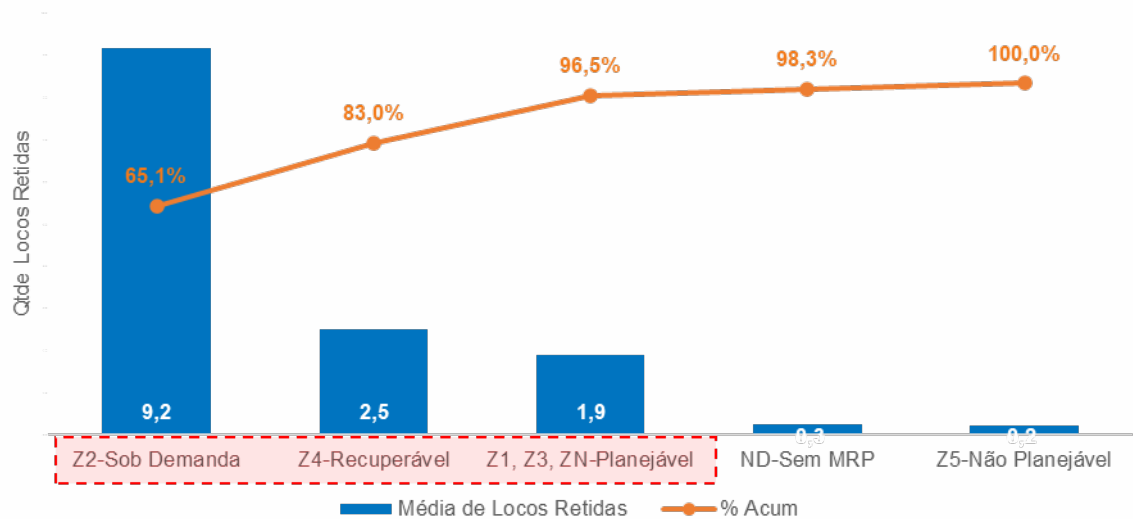


Figura 21 - Diagrama de Pareto das Frotas retidas por tipos de materiais - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Com o desdobramento realizado, identificou-se que a maior parte das frota que foram priorizadas, ficaram retidas devido a 3 tipos de materiais: Materiais Sob Demanda, Materiais Recuperáveis e Materiais Planejáveis. Estes três tipos de materiais correspondem a 32,2 locomotivas retidas e são classificados conforme a política atual de estoques da VLI:

- **Itens Sob Demanda:** São materiais que possuem baixo ou nenhum histórico de consumo. Eles se caracterizam por ter uma recorrência de consumo em um período de 12 meses consecutivos inferior a 4 meses distintos no ano, dessa maneira não possuem estoque e são comprados mediante a necessidade.
- **Itens Recuperáveis:** São materiais que podem ser restaurados pela própria VLI ou por terceiros. Também são conhecidos como componentes, e o estoque é mantido conforme as restaurações realizadas em oficinas.
- **Itens Planejáveis:** São materiais que possuem um histórico de consumo maior. São caracterizados por ter uma recorrência de consumo em um período de 12 meses consecutivos superior ou igual a 4 meses distintos no ano, para estes são calculados os pontos reposição, estoque mínimo e máximo, sendo que estes são estocados em armazéns próprios.

Centro Sudeste	Qtde Locos
Z2-Sob Demanda	9,2
Z4-Recuperável	2,5
Z1, Z3, ZN-Planejável	1,9
Total	13,6

Centro Norte	Qtde Locos
Z2-Sob Demanda	5,4
Z4-Recuperável	2,8
Z1, Z3, ZN-Planejável	0,2
Total	8,4

Minas Bahia	Qtde Locos
Z4-Recuperável	4,0
Z1, Z3, ZN-Planejável	1,0
Total	5,1

Centro Leste	Qtde Locos
Z1, Z3, ZN-Planejável	2,0
Z4-Recuperável	1,8
Z2-Sob Demanda	1,3
Total	5,1

VLI Total	Qtde Locos
Z2-Sob Demanda	15,9
Z4-Recuperável	11,1
Z1, Z3, ZN-Planejável	5,2
Total	32,2

Legenda

ZN – Planejável Novo
 Z1 – Planejável Histórico
 Z3 – Planejável Estratégico
 Z2 – Sob Demanda
 Z4 - Recuperável

Figura 22 - Tipos de materiais que mais impactaram na retenção de locomotivas - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
 Funcionários
 Belo Horizonte - Minas Gerais
 Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
 Edifício Capital Finance Center
 Brasília - Distrito Federal
 Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
 Barra da Tijuca
 Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
 Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
 Centro
 Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
 Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
 Jd. Paulista
 São Paulo - São Paulo
 Telefone: 0800 771 8020

Por corresponder a aproximadamente 50% das locomotivas retidas priorizadas, a parcela dos itens “Z2-sob Demanda” foi escolhida para análise e tratativa, assim foram estratificados quais os materiais que mais tiveram incidência dentro dessa parcela. Essa estratificação foi realizada para entender as principais características e facilitar a análise das causas que ocasionaram a falta destes itens.

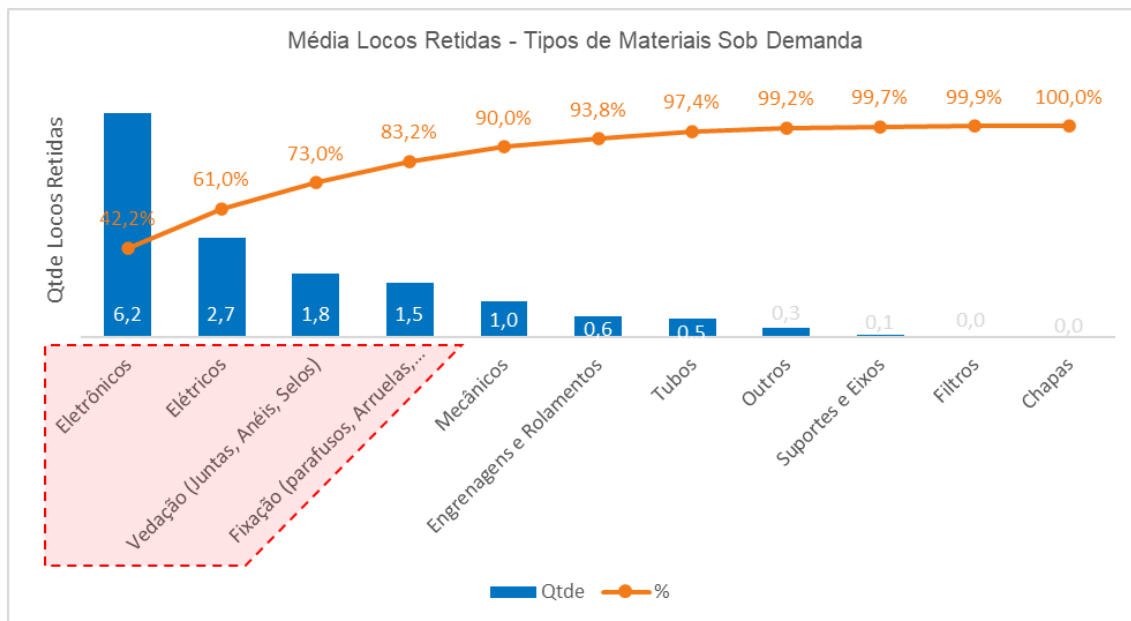


Figura 23 - Estratificação dos tipos de materiais Sob Demanda - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Ficou claro após a estratificação que os materiais sob demanda que mais impactaram na retenção de locomotivas, são itens que possuem algumas características específicas:

- **Eletrônicos/Elétricos:** Itens que possuem como característica principal uma probabilidade de uma taxa de falha constante em todos os períodos operacionais, praticamente sem relação com o tempo de uso (curvas E e F da figura 24). Desta maneira não existe uma estratégia de manutenção preventiva e/ou preditiva prevista, apenas a substituição quando ocorre a falha do material.
- **Vedação/Fixação:** Itens que possuem como característica um comportamento de falha típico de fadiga estrutural, ou seja, a probabilidade de falha ou quebra aumenta gradualmente conforme o

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

tempo de uso do material (curvas B e C figura 24). Também não possuem uma estratégia de manutenção prevista de forma preventiva e/ou preditiva, somente a substituição em caso de falha do material.

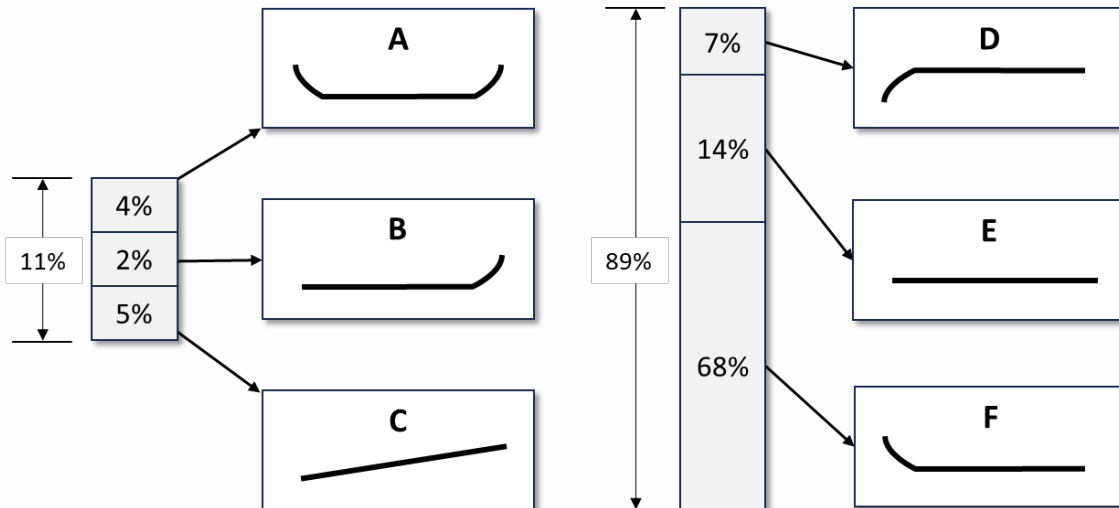


Figura 24 – Tipos de curva de desgaste (Metodologia RCM) - Fonte: SIQUEIRA, I.P. *Manutenção Centrada na Confiabilidade*, 2005, Editora Quality Mark

6.3. PDCA – P.3 Análise do Processo

Uma vez identificado as características do problema, o próximo passo é realizar a análise do processo conforme as etapas do PDCA. O objetivo dessa etapa é descobrir as causas fundamentais dos problemas priorizados e para isso foi utilizado o diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa.

Para Daychoum (2007) o diagrama de causa e efeito é uma ferramenta gráfica utilizada para gerenciamento e controle da qualidade, além de permitir a identificação das relações entre causa e efeitos inerentes a qualquer processo. Slack, Chambers e Johnston (2009) citam o diagrama de causa e efeito como um método que ajuda a pesquisar e identificar as raízes de problemas dos processos.

Daychoum (2007) também denomina este diagrama como espinha de peixe devido a sua forma básica, similar a uma espinha de peixe e explica que em sua estrutura todos os problemas podem ser divididos em quatro tipos diferentes, sendo eles: Método, Matéria-Prima, Mão de Obra e Máquinas, por isso também é conhecido como 4M.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financeiro Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Com a utilização dessa ferramenta, foi possível analisar todos os fatores envolvidos nos processos dos itens sob demanda, identificando as principais causas que acarretam a falta destes materiais quando existe a demanda.

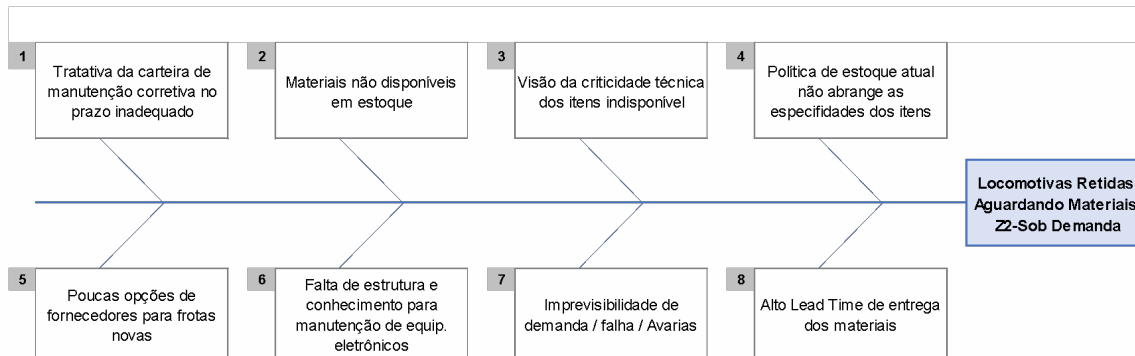


Figura 25 - Diagrama de Causa e Efeito - Fonte: Autoria a partir dos dados analisados

Outra ferramenta da qualidade aplicada para análise foi os “5 Porquês”, com o objetivo de auxiliar na investigação e detectar as causas raízes dos problemas mapeados, possibilitando a criação de soluções mais eficientes e duradouras para abordar a verdadeira fonte do problema.

Fonseca e Miyake (2006) abordam a ferramenta “5 porquês” como uma técnica simples e eficaz, normalmente utilizada para identificar a causa raiz de um problema ou defeito. E continuam explicando que a ferramenta consiste em perguntar repetidamente “por quê?”, quando se existe um problema e se deseja descobrir a causa onde se originou o mesmo.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Nº	Problema	4Ms	Por que 1?	Por que 2?	Por que 3?
1	Tratativa da carteira de manutenção corretiva no prazo inadequado	Método	Tratativa da carteira de manutenção corretiva apenas no curto prazo	Falta de planejamento da carteira de corretiva em médio e curto prazo	Processo ineficiente de planejamento e tratativa da carteira de corretiva de médio e curto prazo.
2	Materiais não disponíveis em estoque	Método	Limitação da política de estoque atual para alteração de MRP (Alteração para planejável)	Materiais com Baixo Histórico de consumo	Materiais possuem características de terem baixas taxas de falha
3	Visão da criticidade técnica dos itens indisponível	Método	Falta de definição de criticidade de itens estratégicos pela engenharia	Processo inexistente para definição da criticidade técnica dos itens	
4	Política de estoque atual não abrange as especificidades dos itens	Material	Política atual baseada em histórico de consumo	Política baseada em metodologia praticadas em outros ramos da indústria	Metodologia inadequada para itens de baixo histórico de consumo.
5	Poucas opções de fornecedores para frotas novas	Material	Fabricantes das locomotivas são praticamente as únicas opções de fornecedores	Outros fornecedores ainda não desenvolveram os materiais	Frotas novas no mercado nacional e internacional
			Fabricantes das locomotivas são praticamente as únicas opções de fornecedores	Fornecedores de peças não podem fornecer materiais diretamente para ferrovias	Fabricantes possuem contrato de fidelidade com fornecedores de peças
6	Falta de estrutura e conhecimento para manutenção de equip. eletrônicos	Mão de Obra	Falta de conhecimento dos métodos de manutenção e das especificações dos recursos necessários	Falta da disponibilidade de manuais de manutenção e catálogos dos fabricante	Interesse do Fabricante em prestar serviço e fornecer mais peças.
7	Imprevisibilidade de demanda / falha / Avarias	Método	Falta de estratégia preventivas ou de inspeções	Materiais possuem características de falhas específicas (não é possível prever)	
		Meio ambiente	Número elevado de furtos e vandalismos em locomotivas	Vulnerabilidade das composições durante operação	
8	Alto Lead Time de entrega dos materiais	Material	Indisponibilidade dos materiais nos estoques do Fabricante	Maior parte dos materiais são importados	Fabricação das peças é realizada em outros países

Figura 26 - Aplicação da Ferramenta 5 Porquês - Fonte: Autoria a partir dos dados analisados

6.4. PDCA – P.3 Plano de Ação

Após realizar a análise do processo e identificar as causas raízes que ocasionaram a retenção de locomotivas por falta de materiais sob demanda, foram estabelecidas as ações para tratativas dos problemas, os responsáveis pela execução e os prazos acordados, sendo utilizado para esta etapa a ferramenta 5W2H para estruturar o plano.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Marshall (2008) explica que a ferramenta 5W2H é utilizada principalmente na construção de planos de ações, no mapeamento e padronização dos processos e procedimentos ligados a indicadores. O autor continua afirmando que a ferramenta fornece auxílio na resolução de problemas e proporciona informações que auxiliam à tomada de decisões, além disso explica que o 5W representa as palavras *why* (porque), *what* (o que), *where* (onde), *when* (quando) e *who* (quem), já o 2H representa as palavras *how* (como) e *how much* (quanto custa).

Por que?	O Que?	Quem?	Quando?
Processo ineficiente de planejamento e tratativa da carteira de corretiva de médio e curto prazo.	Revisar fluxo de planejamento de longo e médio prazo das manutenções de locomotivas, inserindo o fluxo no sistema SAP	Engenharia de Planejamento	13/10/2023
Materiais possuem características de terem baixas taxas de falha	Definir estoque de Garantia Operacional para itens críticos mapeados pela Engenharia	Gestão de Estoques / Suprimentos	06/10/2023
Processo inexistente para definição da criticidade técnica dos itens	Definir criticidade dos itens das locomotivas premium utilizando a metodologia adequada	Engenharia de Estratégia	27/10/2023
Metodologia inadequada para itens de baixo histórico de consumo.	Revisar política de estoque considerando criticidade definida pela engenharia e período históricos maiores de consumo.	Gestão de Estoques / Suprimentos	22/09/2023
Frotas novas no mercado nacional e internacional	Estruturar cronograma de desenvolvimento de fornecedores para materiais críticos	Engenharia de Materiais	24/11/2023
Fabricantes possuem contrato de fidelidade com fornecedores de peças			
Interesse do Fabricante em prestar serviço e fornecer mais peças.	Estruturar cronograma para desenvolvimento de manutenção itens eletrônicos críticos	Engenharia de Materiais	17/11/2023
Materiais possuem características de falhas específicas (não é possível prever)	Criar estoque de segurança para itens de taxa de falha constante que já apresentaram falhas nas frotas	Gestão de Estoques / Suprimentos	20/10/2023
Vulnerabilidade das composições durante operação	Criar estoque de segurança para itens com maior incidência de furtos e vandalismos.	Gestão de Estoques / Suprimentos	20/10/2023
Fabricação das peças é realizada em outros países	Criar contratos de estoques Near Company com fabricantes para garantir a disponibilidade dos itens	Suprimentos	24/11/2023

Tabela 27 – Plano de Ação para tratativa das Causas Raízes - Fonte: Autoria a partir dos dados analisados

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

7. Oportunidades identificadas com a implementação das ações

Conforme apresentado nas análises realizadas neste trabalho, a falta de materiais e componentes é uma das principais causas da indisponibilidade de locomotivas para operação. A média de locomotivas retidas no ano de 2023 será de 36 locomotivas. Com ações implementadas, espera-se uma queda significativa do número de locomotivas retidas em 2024, saindo da média de 36 locomotivas de 2023 para 27 no final de 2024, representando uma disponibilidade média de **9 locomotivas adicionais para a operação**. No entanto, vale destacar, que ao final de 2024 com as melhorias dos índices de manutenção a retenção final será de 20 locomotivas, representando grandes ganhos para as operações, que poderão contar ao final de 2024 com 15 locomotivas adicionais.

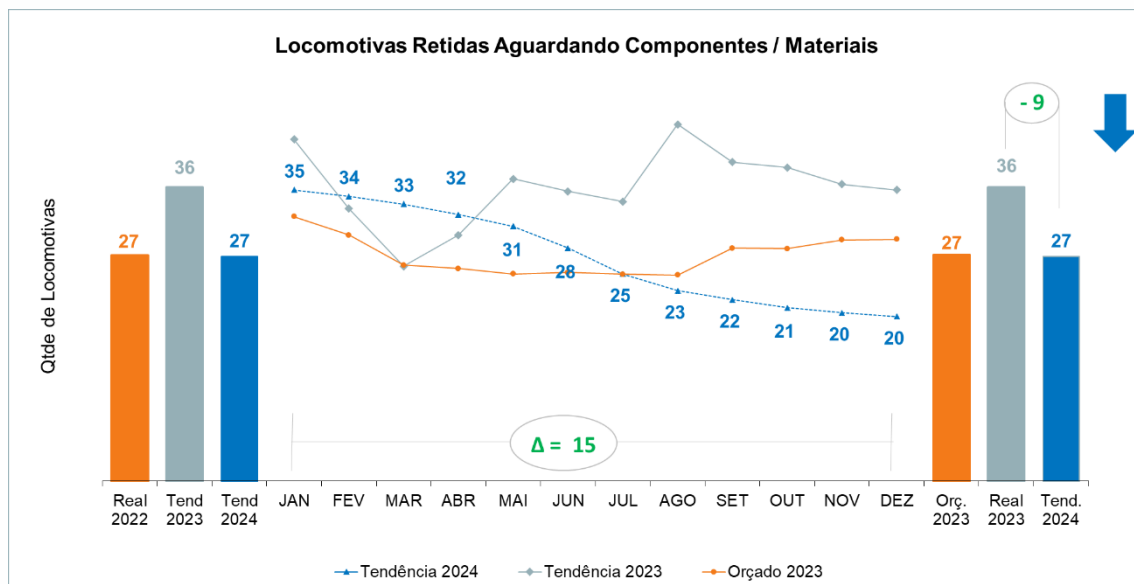


Figura 28 – Projeção de Locomotivas Retidas Aguardando Materiais e Componentes - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Com a redução de locomotivas retidas devido a falta de materiais sob demanda, também é esperado um aumento na Disponibilidade Física de Locomotivas (“DF”). Com maior número de locomotivas disponíveis para a operação, a tendência é que ocorra um aumento na DF de **2,7%** em 2024 em relação a 2023.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

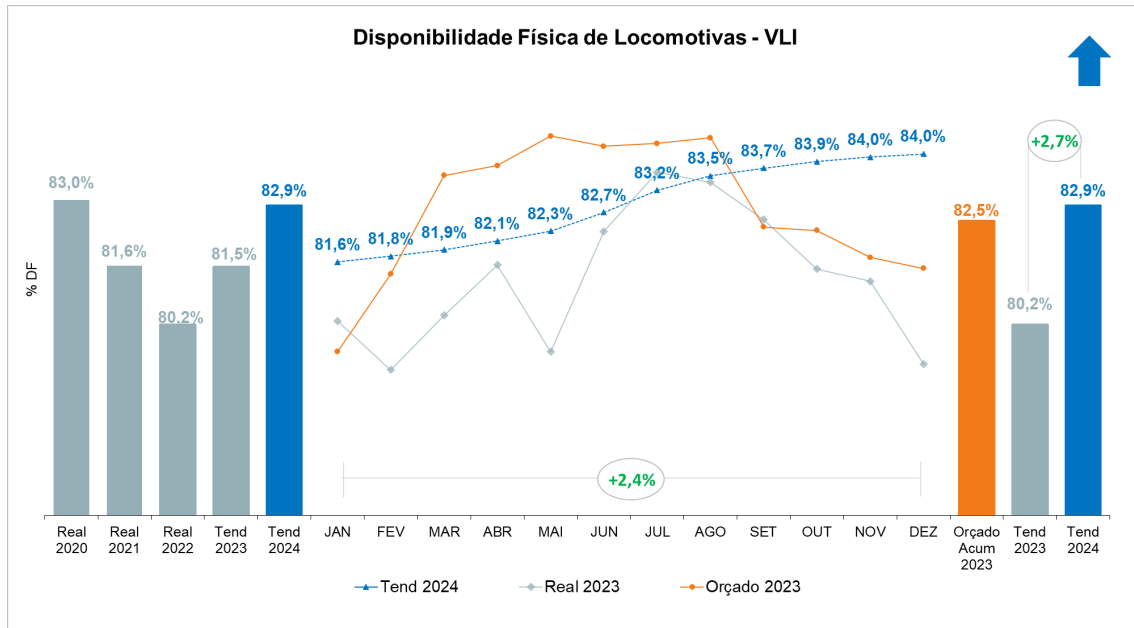


Figura 29 - Projeção DF VLI após implementação das ações - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

Maior disponibilidade de locomotivas, representa maior disponibilidade de HP (Horse Power) para formação de trens. Com as ações propostas, a projeção é que a operação terá até 56.802 HPs disponíveis a mais que 2023, gerando a oportunidade de formação de até mais 7 composições para transporte do volume orçado para aquele ano.

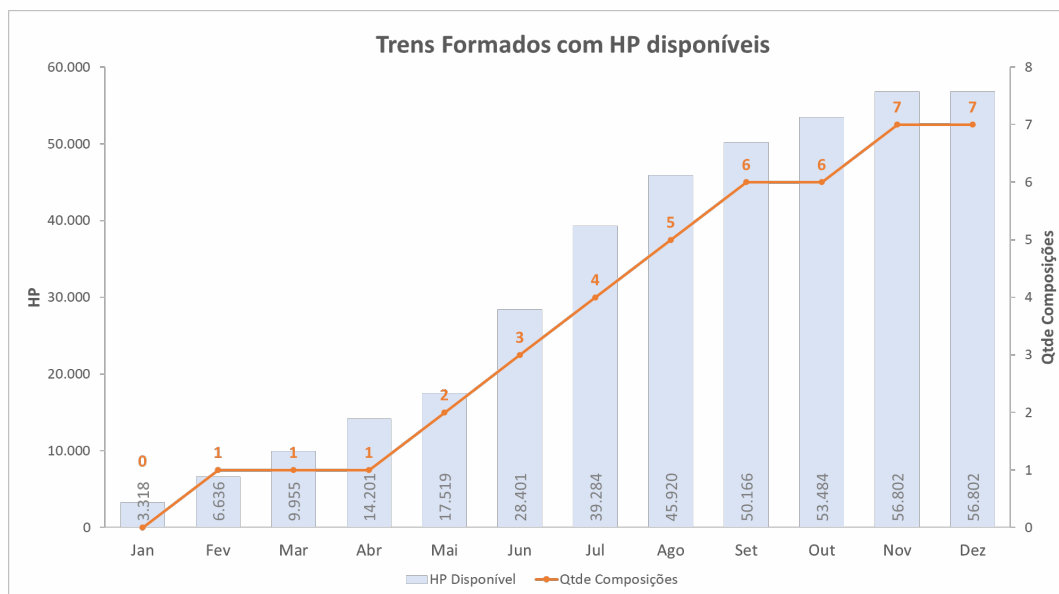


Figura 30 - Projeção de disponibilidade de HP e formação de trens. - Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

Com maiores possibilidades de formação de trens, espera-se que o volume transportado de produtos seja maior. A projeção para 2024 é que a VLI poderá transportar até **1.075.000 toneladas** de produtos a mais que 2023, podendo gerar até **R\$118,3 milhões** de receita adicional face um incremento de custo com peças e componentes de **R\$60,0 milhões**.

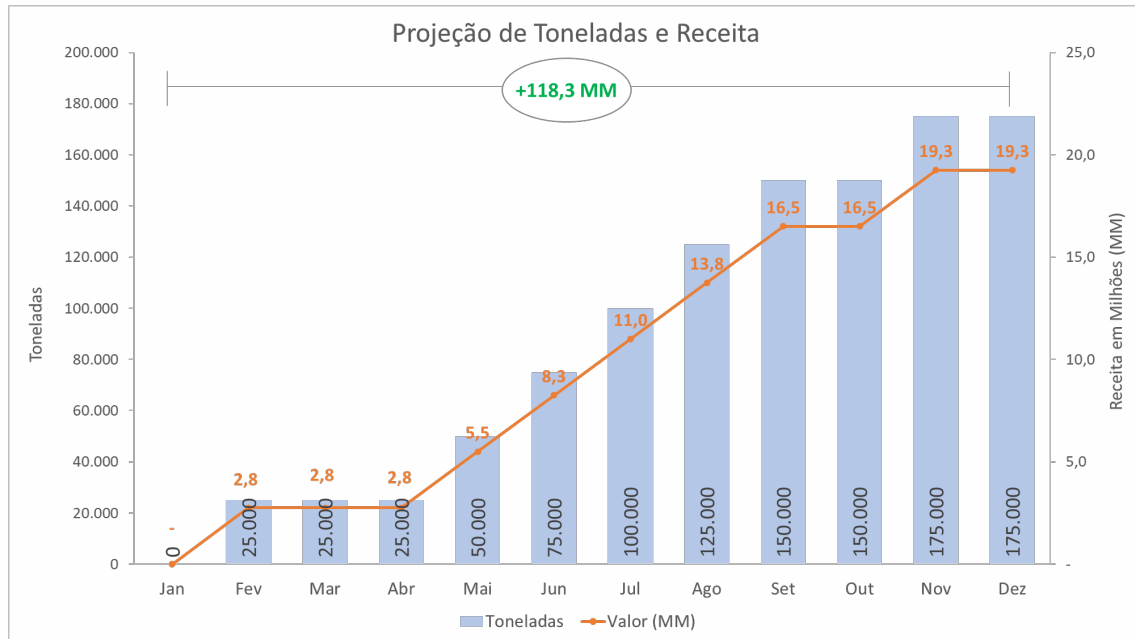


Figura 31 - Projeção de Toneladas Transportadas e Receita após implementação das ações -
 Fonte: Autoria a partir de repositório de dados internos VLI 2023

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
 Funcionários
 Belo Horizonte - Minas Gerais
 Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
 Edifício Capital Financial Center
 Brasília - Distrito Federal
 Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
 Barra da Tijuca
 Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
 Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
 Centro
 Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
 Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
 Jd. Paulista
 São Paulo - São Paulo
 Telefone: 0800 771 8020

8. Conclusão

A VLI é uma empresa com foco em eficiência e resultados. Para viabilizar os resultados apresentados nos últimos anos até o momento do início da análise desse trabalho ela sacrificou em grande medida os planos de manutenção preventiva das frotas, o que resultou no curto prazo maior disponibilidade de ativos e economia financeira com o valor de peças em estoque reduzido. Contudo, conforme levantamento realizado, a longo prazo esse modelo de manutenção levou a uma parada significativa de parte dos ativos, diminuindo a disponibilidade de frota e a capacidade de transporte da empresa, o que representa atualmente uma perda de receita estimada em R\$328.000.000,00/ano.

Utilizando a metodologia PDCA restou claro que uma parcela crítica desse problema reside no uso de peças sob demanda, que são caras e raramente utilizadas, o que, até o momento, justificou a política de manutenção de pouco ou nenhum estoque para esses itens. No entanto, quando ocorrem problemas com as locomotivas, o impacto financeiro para a VLI se torna considerável, uma vez que esses componentes têm um tempo de reposição extremamente longo, muitas vezes superior a um ano. Isso sublinha a necessidade de reavaliar a estratégia de estoque e suprimento da empresa, equilibrando o custo de manter essas peças em estoque e o risco financeiro associado à falta delas.

É importante destacar que o trabalho propõe uma série de outras ações necessárias para ampliar os resultados da disponibilidade de frota, contudo tendo em vista a complexidade e amplitude da operação da VLI, combinada com o impacto direto da alteração da política de compras, ficou evidente que esta última ação deveria ser priorizada. A análise detalhada revela que a maioria das locomotivas paradas se deve à falta de peças sob demanda, representando mais de 50% dos ativos inoperantes. Isso destaca a importância crítica da mudança proposta no perfil de compras da empresa. A implementação dessas mudanças promete reduzir o número de veículos parados em até 43%, o que terá um impacto significativo na disponibilidade da frota e, por conseguinte, na capacidade de transporte da empresa.

O conjunto dessas medidas deve permitir à VLI reverter sua perda de receita, proporcionando uma captação de até R\$118,3 milhões de reais ao ano em receita, um resultado adicional de R\$58 milhões, otimizando sua operação, melhorando os resultados e contribuindo para sua solidificação como uma empresa líder no setor de logística e transporte no Brasil.

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

9. Referência Bibliográfica

CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia, 2004. Belo Horizonte, MG.

CAMPOS, Vicente Falconi. Controle da Qualidade Total (no estilo japonês), 1992. Belo Horizonte, MG.

DAYCHOUM, Merhi. 40+20 Ferramentas e técnicas de gerenciamento, 2007. Rio de Janeiro, RJ.

FONSECA, A. V. M.; MIAKE, D. I. Uma análise sobre o ciclo PDCA como método para solução de problemas da qualidade. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 26. 2006, Fortaleza, Anais... Fortaleza: ENEGEP, 2006. P. 1-9.

MARSSHALL Jr, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA; A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. Gestão da qualidade, 2008. Rio de Janeiro, RJ.

PEARSON, Education do Brasil. Gestão da Qualidade, 2010. São Paulo, SP.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; Administração da produção, 2009. São Paulo, SP.

SIQUEIRA, I.P. Manutenção Centrada na Confiabilidade, 2005, Editora Quality Mark

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020

10. Glossário

Acum: Acumulado

BP: Business Plan

DF: Disponibilidade Física

FNS: Ferrovia Norte Sul

HP: Horse Power

Locos: Locomotiva

LP: Longo Prazo

MAS: Maintenance Service Agreement

MM: Milhões

MRP: Manufacturing Resource Planning

MTKU: Milhões de tonelada por quilômetro útil

Orç: Orçado

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PDCA: PLAN-DO-CHECK-ACT

PO: Purchase order

Qtde: Quantidade

RC: Requisição de Compra

SAP: Systemanalysis Programmentwicklung

Tend: Tendência

UNIDADES

MINAS GERAIS

Rua Rio Grande do Norte, 300
Funcionários
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: 0800 771 8020

DISTRITO FEDERAL

SIG Quadra 4 Bl. A
Edifício Capital Financial Center
Brasília - Distrito Federal
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | BARRA

Av. Armando Lombardi, 940
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

RIO DE JANEIRO | CENTRO

Av. Presidente Wilson, 118
Centro
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
Telefone: 0800 771 8020

SÃO PAULO

Al. Santos, 2356
Jd. Paulista
São Paulo - São Paulo
Telefone: 0800 771 8020