

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

Gabriel Marciano do Amaral

**ANÁLISE DO IMPACTO DO MIX DE ESTRATÉGIAS DE REPOSIÇÃO DE
ESTOQUES NA MRS LOGÍSTICA: EFEITOS NO VALOR DE ESTOQUE E
NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL**

Juiz de Fora

2025

**ANÁLISE DO IMPACTO DO MIX DE ESTRATÉGIAS DE REPOSIÇÃO DE
ESTOQUES NA MRS LOGÍSTICA: EFEITOS NO VALOR DE ESTOQUE E NA
EFICIÊNCIA OPERACIONAL**

Estudo de Caso apresentado pelo acadêmico
Gabriel Marciano do Amaral ao curso de
Administração da Universidade Federal de Juiz
de Fora como requisito à obtenção do título de
Bacharel em Administração.

Orientadora: Alessandra Rattes de Vasconcelos

Juiz de Fora

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Marciano do Amaral, Gabriel.

ANÁLISE DO IMPACTO DO MIX DE ESTRATÉGIAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUES NA MRS LOGÍSTICA: EFEITOS NO VALOR DE ESTOQUE E NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL / Gabriel Marciano do Amaral. -- 2025.
37 p.

Orientadora: Alessandra Rattes de Vasconcelos

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Administração e Ciências Contábeis, 2025.

1. Gestão de Estoque. 2. Classificação de materiais. 3. Métodos de Reposição. I. Rattes de Vasconcelos, Alessandra, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso é original, de minha única e exclusiva autoria e não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, audiovisual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte. Declaro por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral¹ e criminais previstas no Código Penal², além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 11 de Agosto de 2025.

Documento assinado digitalmente
gov.br GABRIEL MARCIANO DO AMARAL
Data: 11/08/2025 13:38:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

[Nome completo do autor]

¹ LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

² Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano ou multa.



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO

Formato da Defesa: presencial

Ao quarto dia do mês de agosto do ano de 2025 , às 14:00 horas, na sala de videoconferência da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), reuniu-se a Banca examinadora, composta pelos seguintes membros:

Titulação	Nome	Na qualidade de:
Mestra	ALESSANDRA RATTES DE VASCONCELOS	Orientadora
Doutor	RODRIGO OLIVEIRA DA SILVA	Membro da banca
Doutora	TATIANA DORNELAS DE OLIVEIRA MENDES	Membro da banca

Tendo a senhora Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o discente procedeu à apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação e foi submetido à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

(X) APROVADO

() REPROVADO, conforme parecer circunstanciado, registrado no campo Observações desta Ata e/ou em documento anexo, elaborado pela Banca Examinadora

Nota: _____

Observações da Banca Examinadora caso haja necessidade de anotações gerais sobre o Trabalho de Conclusão de Curso e sobre a defesa, as quais a banca julgue pertinentes

[illegible]

Nada mais havendo a tratar, a senhora Presidente declarou encerrada a sessão de Defesa, sendo a presente Ata lavrada e assinada pelos(senhores) membros da Banca Examinadora e pelo discente, atestando ciência do que nela consta.

INFORMAÇÕES

Para fazer jus ao título de bacharel, a versão final do Trabalho de Conclusão de curso, considerado Aprovado, devidamente conferida pela Secretaria do Curso de Bacharelado em Administração, deverá ser tramitada para o Repositório Institucional, dentro do prazo de 72 horas da realização da banca.

Juiz de Fora, 11 de julho de 2025.

Assinatura digital dos membros da Banca Examinadora



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Oliveira da Silva, Professor(a)**, em 04/08/2025, às 16:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Dornelas de Oliveira Mendes, Professor(a)**, em 04/08/2025, às 19:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Rattes de Vasconcelos, Professor(a)**, em 05/08/2025, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gabriel Marciano do Amaral, Usuário Externo**, em 05/08/2025, às 19:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2495825** e o código CRC **0EE85AC6**.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. O apoio e compreensão foram fundamentais para a conclusão de minha graduação.

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais Marcos Antônio do Amaral e Rosani Aparecida Marciano, cuja dedicação para me proporcionar as melhores condições possíveis, foram fundamentais para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Também estendo meus agradecimentos à minha irmã, Mariana Marciano, que sempre esteve torcendo por mim e pelas minhas conquistas. Sem o apoio de vocês, este feito não teria sido possível.

Agradeço também a minha orientadora Alessandra Rattes de Vasconcelos, pela paciência e pelos ensinamentos, sua orientação foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Por último, gostaria de agradecer aos meus amigos que estiveram presentes nesta trajetória acadêmica, pelo companheirismo, apoio e incentivo mútuo em todos os desafios enfrentados.

A todos vocês, meu sincero obrigado por fazerem parte desta jornada e por tornarem este momento possível.

Gabriel Marciano do Amaral

**Análise do impacto do mix de estratégias de reposição de estoques na MRS
LOGÍSTICA: Efeitos no valor de estoque e na eficiência operacional**

Estudo de Caso apresentado pelo acadêmico
Gabriel Marciano do Amaral ao curso de
Administração da Universidade Federal de Juiz
de Fora como requisito à obtenção do título de
Bacharel em Administração

Aprovada em (dia) de (mês) de (ano)

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Alessandra Rattes de Vasconcelos - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Prof. Dr. Rodrigo Oliveira da Silva
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Profa. Dr. Tatiana Dornelas de Oliveira Mendes
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o impacto do mix de estratégias de reposição de estoques na MRS Logística, com foco no estoque MRO (Manutenção, Reparo e Operação), e avaliar como essas estratégias influenciam o valor dos estoques e a eficiência operacional. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso com abordagem qualitativa, fundamentada em entrevistas com profissionais da empresa e análise documental de dados internos. Foram examinadas as metodologias *Just in Time*, Ponto de Pedido e MRP, com base em indicadores como valor médio de estoque, giro, tempo médio de reposição e evolução trimestral. Os resultados revelam a predominância do MRP no valor total do estoque e evidenciam a influência da sazonalidade nos períodos de acúmulo e consumo. Conclui-se que uma gestão estratégica do estoque MRO, alinhada ao perfil de criticidade e consumo dos materiais, contribui para a redução de custos, aumento da disponibilidade de ativos e melhoria da performance logística.

Palavras-chave: Gestão de estoques. MRO. Ferrovia. Estratégias de reposição. Eficiência operacional.

ABSTRACT

This study aims to analyze the impact of the mix of inventory replenishment strategies at MRS Logística, focusing on MRO (Maintenance, Repair and Operations) inventory, and to assess how these strategies influence inventory value and operational efficiency. The research is characterized as a case study with a qualitative approach, based on interviews with company professionals and documentary analysis of internal data. The methodologies Just in Time, Reorder Point, and MRP were examined, considering indicators such as average inventory value, turnover, average lead time, and quarterly evolution. The results reveal the predominance of MRP in the total inventory value and highlight the influence of seasonality on accumulation and consumption periods. It is concluded that strategic MRO inventory management, aligned with the criticality and consumption profile of materials, contributes to cost reduction, increased asset availability, and improved logistics performance.

Keywords: Inventory management. MRO. Railway. Replenishment strategies. Operational efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Curva ABC	19
Figura 2 - Classificação XYZ.....	20
Figura 3 – Matriz de decisão para escolha da estratégia de reposição	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do estoque por tipo de reposição em 2024.....	30
Gráfico 2 – Participação no valor de estoque por tipo de reposição (MRO – 2024).....	32
Gráfico 3 - Lead Time médio por estratégia de reposição (em dias).....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre métodos de reposição de estoque.....	25
Tabela 2 - Comparativo entre percentual dos itens por tipo de reposição	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MRS	MRS Logística S.A.
MRO	<i>Maintenance, Repair and Operations</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
LT	<i>Lead Time</i>
ABC	Classificação de estoque baseada em valor ou impacto
XYZ	Classificação de estoque por criticidade operacional
PQR	Classificação por frequência de movimentação
SAP	<i>Systems, Applications, and Products in Data Processing</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
RFFSA	Rede Ferroviária Federal S.A.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1.	GESTÃO DE ESTOQUE.....	14
2.2.	ESTRATÉGIAS DE ESTOQUE	15
2.3.	REPOSIÇÃO CONTÍNUA.....	16
2.3.1.	ESTOQUE DE SEGURANÇA.....	17
2.3.2.	NÍVEL DE SERVIÇO	18
2.3.3.	CLASSIFICAÇÃO ABC	19
2.3.4.	CLASSIFICAÇÃO XYZ	20
2.3.5.	CLASSIFICAÇÃO PQR.....	21
2.3.6.	CLASSIFICAÇÃO 123	22
2.4.	MRP (PLANEJAMENTO DE NECESSIDADE DE MATERIAIS).....	23
2.5.	<i>JUST IN TIME</i>	24
2.6.	COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE	25
3.	METODOLOGIA.....	26
3.1.	A MRS LOGÍSTICA S.A.	27
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	28
4.1	DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE REPOSIÇÃO COM BASE NA CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS NA MRS	28
4.2	EVOLUÇÃO DE ESTOQUE.....	30
4.2	VISÃO GERAL DOS INDICADORES.....	32
4.3	DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE ESTOQUE POR TIPO DE REPOSIÇÃO	32
4.4	DISTRIBUIÇÃO DA QUANTIDADE DE ITENS POR TIPO DE REPOSIÇÃO	33
4.5	<i>LEAD TIME</i> MÉDIO POR TIPO DE REPOSIÇÃO.....	33
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A gestão de estoques exerce papel fundamental na eficiência operacional das empresas, sobretudo em setores que lidam com cadeias produtivas complexas e de grande escala. Os estoques, além de representarem um capital imobilizado significativo, estão diretamente associados a custos operacionais como armazenagem, transporte, manuseio, obsolescência e perdas por deterioração ou extravio.

No setor ferroviário, essa gestão adquire uma importância ainda mais significativa. Empresas como a MRS Logística, atuam em um contexto em que a confiabilidade dos ativos e a continuidade das operações são essenciais. Os estoques de materiais de manutenção, reparo e operação (MRO) — que incluem peças de reposição, componentes para infraestrutura ferroviária e insumos diversos — compõem uma parcela expressiva dos ativos da empresa e requerem uma abordagem estratégica. A indisponibilidade de um único item pode provocar a parada de um vagão ou locomotiva, comprometendo não apenas a operação interna, mas também o escoamento de produtos essenciais para setores como mineração, siderurgia e agricultura, podendo gerar efeitos em cadeia na economia nacional, com atrasos logísticos, perda de contratos, elevação de custos e queda na produtividade de setores que dependem diretamente do transporte ferroviário.

No Brasil, o setor ferroviário exerce papel estratégico na infraestrutura de transporte de cargas. De acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), em 2023, a matriz ferroviária foi responsável por aproximadamente 21% do total de cargas movimentadas no país, com mais de 538 bilhões de toneladas-quilômetro transportadas, consolidando-se como modal essencial para os setores de mineração, siderurgia e agronegócio. As concessionárias ferroviárias geraram, no mesmo período, uma receita operacional superior a R\$ 28 bilhões, demonstrando sua relevância econômica e sua contribuição à competitividade industrial (ANTT, 2024; CNT, 2024).

A reposição eficiente de materiais é fundamental para evitar paradas não programadas, que podem resultar em elevados custos operacionais e comprometer a performance da empresa. Nesse sentido, as estratégias de reposição de estoques adotadas pela empresa precisam equilibrar a necessidade de manter níveis adequados de material disponível e, ao mesmo tempo, evitar o acúmulo excessivo de estoques, que gera custos adicionais com armazenamento e manutenção.

A escolha das estratégias de reposição de estoque, também devem considerar as classificações dos materiais em categorias como por exemplo: ABC, XYZ e PQR, que permitem

uma análise mais precisa do comportamento de consumo e da criticidade dos itens estocados. No caso da MRS Logística, essa abordagem pode contribuir para uma gestão mais assertiva dos materiais de manutenção e infraestrutura, otimizando a disponibilidade dos recursos e reduzindo custos.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar como as estratégias de reposição de estoques adotadas pela MRS Logística influenciam o valor total do estoque e a eficiência operacional da empresa. Para isso, a pesquisa buscou identificar as estratégias de reposição de estoque, compreender de que forma a escolha das estratégias de reposição afeta o tempo de reposição dos materiais, avaliar indicadores logísticos e operacionais e ainda verificar correlações entre os tipos de reposição adotados e o desempenho logístico ao longo do ano. Como contribuição deste estudo, espera-se fornecer subsídios para que a MRS Logística possa melhorar sua gestão de estoques, reduzindo custos e aprimorando sua eficiência operacional em um ambiente altamente competitivo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. GESTÃO DE ESTOQUE

A gestão de estoques é uma atividade fundamental para o equilíbrio entre oferta e demanda dentro das organizações. Segundo Pozo (2010), a principal função dos estoques é assegurar a disponibilidade de materiais ou produtos acabados para que a organização possa atender às necessidades dos clientes internos e externos sem interrupções. Nesse sentido, a gestão eficiente dos estoques visa minimizar os custos associados ao armazenamento, ao mesmo tempo em que evita faltas que possam prejudicar a operação (Bowersox; Closs; Cooper, 2006).

De acordo com Arnold (2008), os estoques podem ser classificados em várias categorias, como matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados. Cada uma dessas categorias desempenha um papel específico na cadeia de suprimentos e requer estratégias diferentes de controle e monitoramento. Arnold destaca que a gestão eficaz dos estoques depende de uma abordagem integrada que considere variáveis como previsão de demanda, capacidade de armazenamento, custos associados e níveis de serviço.

Outro aspecto importante na gestão de estoques é a definição de políticas de reposição. Conforme Tubino (2007), as organizações devem estabelecer parâmetros claros para determinar quando e quanto reabastecer. Modelos como o lote econômico de compra (LEC) e o ponto de pedido são ferramentas amplamente utilizadas para auxiliar na tomada de decisão. Essas

ferramentas permitem às empresas alcançarem um equilíbrio entre os custos de pedido e os custos de manutenção de estoques.

Ainda segundo Pozo (2010), a gestão de estoques também envolve a aplicação de tecnologias para o controle eficiente, como sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) e softwares especializados em logística. Essas ferramentas possibilitam um acompanhamento em tempo real dos níveis de estoque, aumentando a precisão das operações e reduzindo desperdícios.

É importante ressaltar que uma gestão de estoques bem estruturada contribui diretamente para a competitividade da organização. Como aponta Chopra (2003), empresas que conseguem alinhar suas estratégias de estoques com os objetivos organizacionais obtêm vantagens significativas, como redução de custos, maior agilidade no atendimento ao cliente e melhoria da eficiência operacional.

2.2. ESTRATÉGIAS DE ESTOQUE

As estratégias de estoque são um conjunto de políticas e práticas adotadas pelas empresas para determinar como, quando e quanto estocar, com o objetivo de alinhar a disponibilidade de materiais às necessidades operacionais e comerciais. Elas podem variar desde abordagens mais conservadoras, que priorizam alta disponibilidade, até modelos enxutos, como o *Just in Time*, que visam à redução máxima do capital imobilizado (Slack et al., 2015; Arnold; Chapman; Clive, 2012).

A teoria do estoque de segurança, proposta por Correa e Coan (2002), também é relevante para o estudo do tema, pois destaca a necessidade de precaução diante de incertezas na demanda e nos tempos de reposição. O estoque de segurança visa garantir que a empresa não sofra rupturas de abastecimento, mas, ao mesmo tempo, é um fator que contribui para o aumento dos custos logísticos. Segundo Bowersox e Closs (2001), para definir a quantidade ideal de estoque de segurança, é essencial analisar a variabilidade da demanda e do tempo de reposição, já que esses fatores são críticos para garantir a continuidade operacional sem elevar excessivamente os custos.

Uma estratégia de estoque bem definida permite equilibrar o nível de serviço ao cliente com os custos associados à armazenagem, pedidos e faltas. Segundo Ching (2021), o estoque é, ao mesmo tempo, um amortecedor contra incertezas e uma fonte de custos ocultos quando mal gerido. Assim, empresas que conseguem aplicar técnicas como classificação ABC, gestão por

criticidade ou revisão periódica dos parâmetros de ressuprimento tendem a obter melhores resultados operacionais.

Além disso, a escolha da estratégia de estoque deve considerar fatores como variabilidade da demanda, *lead time* de fornecedores, custo de oportunidade do capital e impacto da indisponibilidade sobre a operação. Na prática, empresas competitivas adotam um mix estratégico, combinando métodos como MRP (*material request planning*), ponto de pedido e JIT (*just in time*), conforme o perfil dos itens, sua criticidade e o contexto logístico da cadeia (Ballou, 2006; Dias, 2021; Bowersox et al., 2009).

2.3. REPOSIÇÃO CONTÍNUA

A reposição contínua, também conhecida como sistema de ponto de pedido, caracteriza-se pelo monitoramento constante dos níveis de estoque. Nesse método, cada item é acompanhado em tempo real ou em intervalos curtos, e um pedido de reposição é acionado automaticamente sempre que o estoque atinge um valor pré-determinado, denominado ponto de pedido (Chiavenato, 2009; Slack et al., 2015; Dias, 2021). Esse modelo é amplamente utilizado em empresas com demanda relativamente estável ou onde a falta de estoque pode comprometer a operação.

Uma das principais vantagens da reposição contínua é a sua capacidade de minimizar o risco de falta de produtos, pois a reposição ocorre de maneira imediata e precisa. Esse sistema permite que as empresas respondam rapidamente às flutuações da demanda e reduzam a necessidade de estoques excessivos, otimizando os custos operacionais (Heizer; Rangan, 2017). Além disso, como a decisão de reabastecimento é baseada em dados atualizados, a empresa pode identificar padrões de consumo e ajustar sua estratégia de compras de forma mais eficiente.

Entretanto, a implementação desse método exige um sistema de controle robusto, capaz de coletar e processar informações em tempo real. Empresas que adotam essa abordagem frequentemente utilizam sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) e tecnologias de automação para garantir a precisão dos dados e evitar falhas no reabastecimento (Slack; Chambers; Johnston, 2010; Ballou, 2006).

Outro fator essencial para o sucesso da reposição contínua é a colaboração entre fornecedores e distribuidores. Uma cadeia de suprimentos bem integrada possibilita entregas mais frequentes e em prazos reduzidos, diminuindo a necessidade de manter grandes estoques.

Segundo Bowersox e Closs (2001), empresas que investem nessa sinergia conseguem reduzir significativamente seus custos logísticos e melhorar o nível de serviço ao cliente.

Apesar dos desafios, como a necessidade de investimentos iniciais em tecnologia e treinamento de equipe, a reposição contínua é uma estratégia eficaz para empresas que necessitam de um controle rigoroso de estoques e um abastecimento dinâmico e preciso.

2.3.1. ESTOQUE DE SEGURANÇA

O estoque de segurança é um dos principais elementos da gestão de estoques, sendo utilizado como uma reserva estratégica para evitar rupturas no abastecimento e garantir a continuidade das operações. De acordo com Ballou (2006), esse estoque é fundamental para suprir variações inesperadas na demanda e atrasos no fornecimento, reduzindo os riscos de desabastecimento que podem comprometer a produção ou o atendimento ao cliente.

O estoque de segurança é necessário devido a fatores imprevisíveis, como falhas no transporte, problemas de negociação com fornecedores, variações climáticas, erros no envio de materiais e até mesmo imprevistos na qualidade dos produtos adquiridos. Empresas que operam sem uma reserva adequada correm o risco de enfrentar paralisações na produção ou perdas financeiras devido à falta de produtos para comercialização.

O dimensionamento do estoque de segurança é feito por meio de cálculos estatísticos que levam em consideração a variabilidade da demanda e o tempo de reposição. A equação mais utilizada para esse cálculo é:

$$ES = z\sqrt{\sigma_d^2 t + \sigma_t^2 d^2}$$

Onde:

ES = Estoque de segurança

z = Fator de segurança, determinado pelo nível de serviço desejado

d = demanda média

σ = Desvio padrão da demanda

t = Tempo de reposição

Um nível de serviço mais alto exige um estoque de segurança maior, enquanto um nível mais baixo reduz os custos de armazenagem, mas aumenta o risco de ruptura. Assim, é essencial equilibrar esses fatores para manter a eficiência operacional.

2.3.2. NÍVEL DE SERVIÇO

O nível de serviço refere-se à capacidade de uma empresa em administrar eficientemente o fluxo de bens e serviços, garantindo a disponibilidade dos materiais ao longo do ciclo de abastecimento. Esse ciclo corresponde ao intervalo entre duas entregas consecutivas e determina a necessidade de manter estoques que minimizem o risco de escassez. Em algumas abordagens, esse conceito também é denominado nível de disponibilidade de estoque, sendo que sua contraparte representa o percentual de risco de indisponibilidade de um item essencial (Bowersox; Closs, 2001; Ballou, 2006).

A definição do nível de serviço envolve a probabilidade de que um material esteja disponível durante o período de reposição. Por exemplo, ao estabelecer um nível de disponibilidade de 92%, significa que o estoque de segurança deve ser suficiente para atender 92% dos ciclos de reposição sem ocasionar rupturas, restando uma margem de 8% de possibilidade de falta. Dessa forma, conforme destaca Arnold (2008), à medida que o nível de serviço aumenta, o estoque de segurança também cresce, tornando fatores como a quantidade utilizada, o tempo médio de reposição, a regularidade no consumo e a continuidade do estoque fundamentais para sua análise.

Segundo Bowersox e Closs (2001), um nível de serviço logístico eficiente deve estar alinhado às expectativas dos clientes e ser medido por três critérios essenciais: disponibilidade dos produtos, desempenho operacional e confiabilidade das entregas. Assim, a gestão adequada desse indicador impacta diretamente a qualidade do serviço oferecido, tornando a empresa mais competitiva e agregando valor à sua operação.

Ballou (2006) destaca que um alto nível de serviço pode gerar custos elevados, pois exige maior volume de estoques de segurança e investimentos em infraestrutura logística. Dessa forma, as empresas devem buscar um equilíbrio entre disponibilidade de produtos e custos operacionais, garantindo que o nível de serviço esteja alinhado às necessidades do mercado e à capacidade financeira da organização.

Uma administração eficiente dos estoques contribui para um nível de serviço mais equilibrado, permitindo um desenvolvimento otimizado e garantindo vantagens como maior controle na manutenção do estoque, melhor planejamento dos lotes de encomenda, agilidade na revisão de parâmetros estratégicos e eficiência na distribuição de materiais para produção e atendimento ao cliente (Ballou, 2006; Pozo, 2010; Bowersox; Closs, 2001).

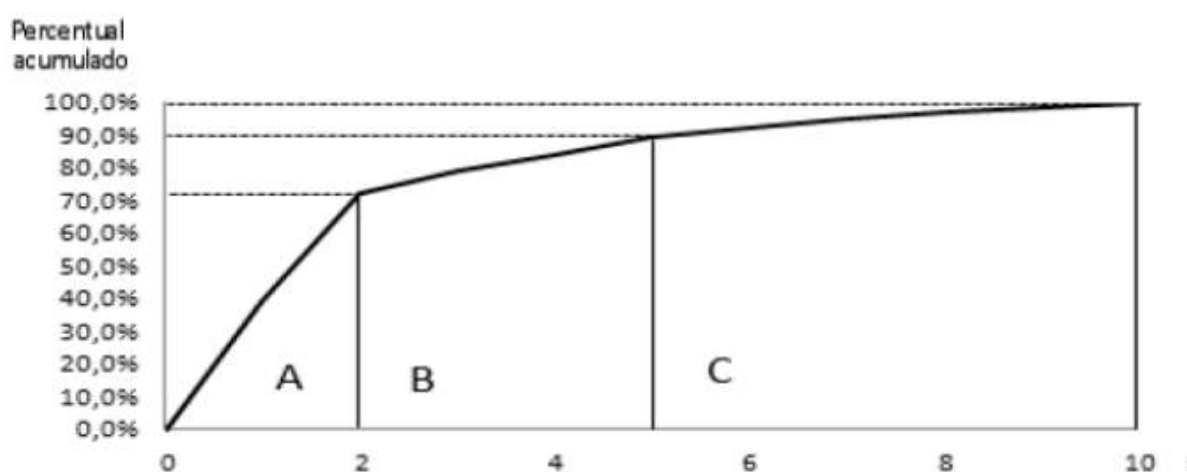
Ainda segundo Ballou (2006), a definição estratégica do nível de serviço prestado deve levar em consideração a análise contínua das necessidades dos clientes, que podem variar

conforme o segmento de atuação, a localização geográfica e o tipo de produto oferecido. Dessa forma, a padronização de métricas e parâmetros auxilia na administração eficiente do nível de serviço ao longo do tempo, permitindo ajustes conforme a evolução das demandas do mercado.

2.3.3. CLASSIFICAÇÃO ABC

A curva ABC é uma ferramenta essencial para a gestão de estoques, permitindo a categorização dos itens conforme sua importância econômica. De acordo com Pozo (2010), sua principal vantagem é a segmentação dos produtos em três classes – A, B e C –, considerando critérios como valor financeiro e volume. Os itens mais valiosos, embora em menor quantidade, exigem um controle rigoroso, pois impactam significativamente os custos operacionais.

Figura 1 - Curva ABC



Fonte: Adaptado Rolt (013)

A classificação segue a seguinte estrutura:

- Classe A: Representa cerca de 20% dos itens e aproximadamente 80% do valor do estoque. Esses produtos demandam monitoramento detalhado.
- Classe B: Engloba cerca de 30% dos itens e 15% do valor total, possuindo importância intermediária.
- Classe C: Compreende 50% dos itens, mas apenas 5% do valor do estoque, exigindo menor controle.

Essa segmentação permite priorizar a gestão dos itens da classe A, otimizando a reposição e reduzindo custos desnecessários. Além disso, a curva ABC pode ser ajustada a critérios como risco de obsolescência, perecibilidade e impacto na operação.

Póvoa e Chaves (2014) destacam que a classificação dos itens pode mudar ao longo do tempo, tornando essencial a realização de análises periódicas para garantir um controle eficiente dos estoques. Dessa forma, a curva ABC auxilia na tomada de decisões estratégicas, melhorando o planejamento de compras e a alocação de recursos.

2.3.4. CLASSIFICAÇÃO XYZ

A classificação XYZ é uma metodologia utilizada para categorizar materiais no estoque com base em sua criticidade operacional e impacto na continuidade dos processos produtivos. Esse modelo permite uma gestão mais eficiente dos recursos ao considerar a importância de cada item para a operação da empresa (Barbieri e Machline, 2006).

Os itens classificados como Z são os mais críticos, pois sua falta pode resultar na interrupção de atividades essenciais, como a produção industrial. Já os itens Y possuem importância intermediária, podendo impactar a qualidade do processo produtivo, mas, em alguns casos, podem ser substituídos por produtos equivalentes. Por fim, os itens X são os menos críticos, pois sua escassez não gera impactos significativos para a empresa (Barbieri e Machline, 2006)

Figura 2 - Classificação XYZ

Classe	Objetivos de gestão	Características
X	Parâmetros mais folgados que atendam à demanda, sem aumentar a carga de trabalho.	• Baixa criticidade; • Faltas não acarretam paralisações, nem modificações do processo produtivo; • Elevada possibilidade de usar materiais equivalentes; • Grande facilidade de obtenção.
Y	Intermediários	• Média criticidade; • Faltas não acarretam paralisações, mas comprometem a qualidade do processo produtivo; • Podem ser substituídos por outros com relativa facilidade.
Z	Parâmetros de planejamento e controle definidos com maior precisão.	• Máxima criticidade; • Imprescindíveis para a organização; • Faltas param o processo produtivo; • Não podem ser substituídos por outros equivalentes.

Fonte: Barbieri e Machline (2006)

A análise da criticidade visa fornecer subsídios para a tomada de decisão dos gestores, identificando características para que certos produtos, considerados críticos, recebam atenção especial. (Povoa E Chaves, 2014)

Essa segmentação possibilita a criação de estratégias de controle mais eficazes, garantindo que materiais essenciais recebam prioridade na reposição e evitando desperdícios em itens de menor relevância. Além disso, essa abordagem requer um conhecimento aprofundado dos processos produtivos e das necessidades específicas de cada item. Para essa análise, Barbieri e Machline (2006) sugerem a realização de perguntas estratégicas, tais como:

- O item é essencial para a realização de uma atividade vital da empresa?
- Esse material pode ser obtido facilmente no mercado?
- Existe algum item equivalente que possa substituí-lo?
- Esse substituto está prontamente disponível?

Ao definir a criticidade dos itens com base nessas questões, torna-se possível ajustar as políticas de gestão de estoques conforme a prioridade de cada material. Segundo Póvoa e Chaves (2014), essa abordagem permite desenvolver alternativas para substituir itens quando há escassez, além de otimizar a alocação de recursos e minimizar riscos operacionais. Dessa forma, a classificação XYZ contribui para uma gestão estratégica do estoque, trazendo benefícios como maior previsibilidade, redução de desperdícios e melhoria na eficiência operacional da empresa.

2.3.5. CLASSIFICAÇÃO PQR

A classificação PQR, também conhecida como classificação de popularidade, é um método utilizado para categorizar os itens do estoque com base na frequência de suas transações. Esse modelo considera aspectos como entregas, recebimentos, devoluções e acessos ao longo de um período determinado, permitindo uma análise detalhada da movimentação dos materiais (Gasnier, 2002; Ching, 2021; Pozo, 2010).

Essa abordagem auxilia os gestores na tomada de decisões relacionadas à aquisição e controle de estoques, possibilitando ajustes na quantidade de materiais comprados e a eliminação de itens obsoletos. Além disso, permite identificar a subutilização ou o uso excessivo de determinados itens, proporcionando uma visão mais estratégica sobre a real necessidade de cada material dentro da organização (Arnold, 2008).

Os itens são categorizados em três classes principais:

- Classe P (Alta Popularidade): São os materiais mais movimentados no estoque, com maior frequência de transações. Esses itens devem ter um controle rigoroso, pois seu uso constante pode impactar diretamente as operações da empresa.
- Classe Q (Popularidade Moderada): Compreende itens de importância intermediária, cuja movimentação ocorre de forma regular, mas não tão intensa quanto os itens da classe P.
- Classe R (Baixa Popularidade): São itens com pouca movimentação e menor impacto na operação. Embora tenham menor prioridade, é fundamental monitorá-los para evitar acúmulo desnecessário no estoque ou eventuais faltas caso sua necessidade aumente inesperadamente.

Dessa forma, a popularidade de um item é definida pelo número de vezes que ele foi movimentado no estoque, independentemente da quantidade deslocada em cada transação. Ao aplicar a classificação PQR, as empresas podem otimizar a gestão de estoques, garantindo que os materiais essenciais estejam sempre disponíveis, enquanto itens de baixa relevância são reavaliados para evitar desperdícios e custos desnecessários.

2.3.6. CLASSIFICAÇÃO 123

A classificação 123, também chamada de classificação de aquisição, categoriza os itens do estoque conforme a complexidade de sua obtenção. Esse método auxilia o setor de compras na tomada de decisões estratégicas, considerando fatores como disponibilidade no mercado, prazos de entrega e confiabilidade dos fornecedores. Nesse viés, Gasnier (2002), a aplicação dessa classificação exige um julgamento criterioso dos profissionais responsáveis pelo abastecimento da empresa, garantindo um controle mais preciso sobre o processo de aquisição.

Ademais, Ballou (2006) destaca que essa categorização contribui para minimizar riscos operacionais e otimizar a gestão da cadeia de suprimentos, reduzindo custos logísticos e evitando desabastecimentos.

Os itens são divididos em três categorias:

- Classe 1: Materiais de difícil aquisição, sujeitos a prazos elevados, baixa disponibilidade e alto risco de escassez.
- Classe 2: Itens de obtenção intermediária, com algumas restrições, mas sem impacto crítico na operação.

- Classe 3: Materiais de fácil reposição, amplamente disponíveis e com baixo risco de indisponibilidade.

A adoção dessa classificação permite priorizar materiais críticos, melhorar a previsibilidade das compras e avaliar o desempenho dos fornecedores. Dessa forma, as empresas garantem uma gestão de estoques mais eficiente e alinhada às suas necessidades operacionais.

2.4. MRP (PLANEJAMENTO DE NECESSIDADE DE MATERIAIS)

O Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) é um sistema de reposição onde a demanda é calculada com base no planejamento da produção e nas previsões de consumo. Diferente da reposição contínua, que é acionada conforme os níveis de estoque atingem o ponto de pedido, o MRP trabalha de maneira antecipada, determinando quantidades exatas e momentos adequados para a reposição dos materiais necessários à produção (Nirmalias, 2013).

O MRP funciona decompondo os produtos/atividades em seus respectivos componentes e insumos. Com base nos tempos de produção e prazos de entrega dos fornecedores, o sistema gera um cronograma detalhado de compras e fabricação, garantindo que os materiais sejam adquiridos e processados no momento certo, sem excessos ou desperdícios (Chiavenato, 2009).

Entre as principais vantagens do MRP, destaca-se a otimização do uso de recursos, pois o planejamento detalhado reduz a necessidade de estoques elevados e evita rupturas. Além disso, a integração do MRP com sistemas de gestão da produção proporciona maior visibilidade da cadeia de suprimentos, permitindo identificar gargalos e aprimorar processos internos (Heizer; Rangan, 2017).

Contudo, a eficácia do MRP depende fortemente da precisão das previsões de demanda e da comunicação eficiente entre os setores da empresa. Um dos desafios desse sistema é a necessidade de dados altamente precisos para evitar erros de planejamento, que podem resultar em excessos ou atrasos na produção. Além disso, sua implementação exige investimentos significativos em tecnologia e capacitação da equipe para garantir que as informações fluam corretamente e que o planejamento esteja sempre alinhado às necessidades reais do mercado (Corrêa; Gianesi; Caon, 2002).

O MRP é amplamente utilizado em indústrias com processos produtivos complexos e que trabalham sob demanda. Empresas que adotam esse método podem obter benefícios significativos, como redução de estoques, melhoria no controle de produção e otimização de custos. Quando corretamente implementado, esse sistema torna-se uma ferramenta essencial

para aumentar a eficiência operacional e garantir a disponibilidade de materiais nos momentos adequados.

2.5. *JUST IN TIME*

A reposição *Just in Time* (JIT) é uma abordagem que visa alinhar a produção e a reposição de materiais à demanda real, reduzindo ao máximo os estoques e os desperdícios. Conforme Ohno (1997), criador do sistema Toyota de produção, o JIT busca fornecer a quantidade certa de materiais no momento exato em que são necessários, eliminando estoques intermediários e maximizando a eficiência.

Segundo Slack *et al.* (2009), o JIT é fundamentado em princípios como a redução de desperdícios, a melhoria contínua e a sincronização dos processos. Empresas que adotam essa abordagem trabalham com ciclos curtos de produção e reposição, o que exige alta coordenação entre fornecedores, produção e distribuição. O objetivo principal é atender à demanda de forma ágil e precisa, sem acumular estoques desnecessários.

Uma das principais vantagens do JIT é a redução dos custos de manutenção de estoques, pois os materiais permanecem armazenados por menos tempo. Além disso, como aponta Tubino (2007), o JIT promove a identificação de gargalos e ineficiências nos processos produtivos, incentivando melhorias contínuas. No entanto, essa estratégia também apresenta desafios, como a necessidade de uma cadeia de suprimentos altamente confiável e a dependência de prazos rigorosos de entrega.

Para implementar o JIT com sucesso, é essencial investir em parcerias sólidas com fornecedores. Conforme Arnold (2008), a colaboração e a transparência nas relações comerciais são fatores críticos para garantir que os materiais estejam disponíveis no momento certo. Além disso, é necessário adotar sistemas de informação avançados para o monitoramento e controle dos fluxos de materiais.

Embora o JIT tenha se originado na indústria automobilística, seus princípios podem ser aplicados em diversos setores, como saúde, varejo e tecnologia. Segundo Ohno (1997), o sucesso do JIT depende de uma cultura organizacional comprometida com a melhoria contínua e a flexibilidade para responder às mudanças do mercado. Dessa forma, a reposição *Just in Time* não apenas reduz custos, mas também aumenta a capacidade competitiva das empresas ao tornar os processos mais ágeis e responsivos.

2.6. COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE

A escolha do método de reposição de estoques influencia diretamente o desempenho logístico, a disponibilidade de materiais e os custos operacionais de uma empresa. Dentre os modelos apresentados – Reposição Contínua, MRP e Just in Time –, cada um possui características próprias, vantagens e limitações que os tornam mais ou menos adequados a diferentes contextos operacionais.

A **Tabela 1** a seguir sintetiza as principais diferenças entre os métodos:

Tabela 1 - Comparativo entre métodos de reposição de estoque

Critério	Reposição Contínua	MRP	Just in Time
Tipo de demanda	Constante	Variável e dependente	Frequente e sincronizada
Nível de estoque	Médio a alto	Controlado por planejamento	Muito baixo
Flexibilidade	Baixa	Alta, dependendo do sistema	Muito baixa
Complexidade de controle	Média	Alta	Alta
Exigência tecnológica	Moderada	Alta	Alta
Risco de ruptura	Baixo (com estoque de segurança)	Médio (dependente do planejamento)	Alto
Custos operacionais	Médios	Altos (dependendo do sistema)	Baixos

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ballou (2006), Arnold et al. (2008), Slack et al. (2002) e Silva e Ferreira (2022).

A Reposição Contínua, também conhecida como sistema de ponto de pedido, é eficaz para itens de demanda constante e previsível. Sua principal vantagem é a reposição automática ao atingir um nível mínimo, o que garante alta disponibilidade e reduz o risco de ruptura. No entanto, exige um controle rigoroso de estoque e pode gerar elevados volumes armazenados, sobretudo quando os níveis de segurança são superestimados (Ballou, 2006).

O MRP, por sua vez, se destaca por sua abordagem estruturada e integrada à produção, sendo ideal para ambientes com dependência entre itens, como em processos industriais e montagens. Ele permite um planejamento detalhado com base na demanda futura, mas sua eficácia depende da acuracidade das informações e da estabilidade do plano mestre de produção. Além disso, é mais complexo e exige maior capacidade computacional e de gestão (Arnold; Chapman; Clive, 2008).

Já o Just in Time prioriza a eliminação de estoques intermediários, trabalhando com entregas sincronizadas à produção ou à demanda do cliente final. Seu principal benefício é a redução de custos com armazenagem e capital imobilizado. Contudo, sua implementação exige alta confiabilidade dos fornecedores, processos internos padronizados e baixa variabilidade de demanda. Em contextos com grande imprevisibilidade ou lead times longos, sua aplicação se torna arriscada (Slack et al., 2002).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho adotou como método de investigação o estudo de caso, aplicado à empresa MRS Logística S.A., com foco na análise das estratégias de reposição de estoques e seus efeitos sobre a eficiência operacional e o valor de estoque dos materiais classificados como MRO (*Maintenance, Repair and Operations*). Trata-se, portanto, de uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa, cujo objetivo central é compreender como diferentes métodos de reposição impactam os processos logísticos e operacionais em uma organização ferroviária de grande porte.

De acordo com Gil (2019), o método de estudo de caso é especialmente indicado para investigações que visam à compreensão de fenômenos organizacionais em profundidade, considerando o ambiente em que ocorrem. O autor ressalta que a aplicação integrada de métodos qualitativos e quantitativos permite não apenas descrever o objeto de estudo, mas também interpretá-lo criticamente, possibilitando comparações com referenciais teóricos e melhores práticas de mercado.

A pesquisa foi conduzida entre janeiro e maio de 2025, por meio de coleta de dados primário e secundários. Foram coletados dados documentais e quantitativos oriundos de relatórios de estoque, dashboards de KPIs logísticos, demonstrações financeiras e *press releases* da MRS referentes ao ano de 2024. Esses documentos forneceram insumos essenciais para a mensuração de indicadores logísticos e financeiros relacionados à gestão de estoques.

A análise de dados contemplou a apuração dos seguintes indicadores: valor médio anual de estoque, giro de estoque, lead time médio por tipo de reposição, distribuição percentual dos códigos por método de reposição e evolução trimestral dos valores de estoque. Os dados foram organizados e tratados com o uso do Microsoft Excel, permitindo a elaboração de gráficos, quadros comparativos e análises de tendência. Para fins comparativos, adotou-se o método de adequação padrão, que consiste na aproximação dos métodos empíricos adotados pela empresa com os conceitos teóricos discutidos na literatura especializada.

Essa triangulação entre dados primários (entrevistas), secundários (documentos internos) e o referencial teórico permitiu construir uma análise robusta, orientada tanto pela realidade operacional da MRS Logística quanto pelas boas práticas de gestão de estoques descritas por autores como Ballou (2006), Pozo (2010), Bowersox e Closs (2001) e Corrêa, Giansi e Caon (2001). Dessa forma, a metodologia adotada viabilizou uma abordagem prática e fundamentada sobre os impactos do mix de estratégias de reposição na performance logística da empresa.

3.1.A MRS LOGÍSTICA S.A.

A MRS Logística é uma das maiores operadoras de transporte ferroviário de carga do Brasil, com atuação estratégica na região Sudeste do país, onde se concentram os maiores polos industriais e de exportação da economia nacional. Criada em 1996, a empresa surgiu no contexto da privatização do sistema ferroviário brasileiro, decorrente da desestatização da antiga Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA). Desde então, a MRS é concessionária do trecho que interliga os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, operando uma das malhas mais produtivas e relevantes do país.

A malha sob concessão da MRS possui 1.643 quilômetros de extensão, cobrindo 108 municípios e interligando importantes centros de produção, mineração, siderurgia, portos e zonas industriais. Entre os principais produtos transportados pela empresa estão minério de ferro, aço, cimento, carvão, bauxita, contêineres, coque, produtos agrícolas e cargas gerais. O segmento de minério de ferro, em particular, representa a maior parte do volume transportado, com destaque para a parceria com grandes mineradoras como a Vale S.A.

De acordo com o relatório anual da empresa, a MRS movimentou aproximadamente 200 milhões de toneladas úteis (TU) em 2023, o que representa cerca de 20% do total de cargas movimentadas pela malha ferroviária nacional. A empresa alcança índices de produtividade notáveis, com destaque para o índice de disponibilidade da frota superior a 95%, reflexo de investimentos constantes em manutenção, tecnologia e controle logístico.

A companhia também possui uma frota expressiva de ativos ferroviários, composta por mais de 800 locomotivas e 18.000 vagões, distribuídos em categorias específicas para atender à diversidade de produtos transportados. A empresa mantém centros de manutenção em locais estratégicos da malha, empregando centenas de profissionais especializados na manutenção de ativos, segurança operacional e eficiência energética.

No aspecto econômico, a MRS Logística registrou uma receita líquida de R\$ 6,1 bilhões em 2023, com lucro líquido superior a R\$ 1 bilhão, consolidando sua posição como uma das operadoras logísticas mais rentáveis do setor ferroviário privado do Brasil. Parte relevante desse desempenho se deve à gestão eficiente de ativos e estoques de manutenção (MRO), que permite reduzir custos operacionais e aumentar a confiabilidade da operação.

Outro pilar da atuação da MRS é o compromisso com a sustentabilidade e responsabilidade socioambiental. A empresa opera com matriz energética majoritariamente limpa e investe em projetos de redução de emissões, logística reversa e reaproveitamento de materiais. Em 2023, foram evitadas mais de 1 milhão de toneladas de CO₂ equivalente em comparação com o transporte rodoviário, reafirmando a ferrovia como uma alternativa ambientalmente vantajosa.

Além disso, a MRS tem papel fundamental na integração modal brasileira, conectando ferrovias a importantes portos como os de Santos (SP), Itaguaí (RJ) e Sepetiba (RJ), o que garante agilidade e economia nas exportações. A empresa também mantém parcerias com outras operadoras ferroviárias, contribuindo para a formação de corredores logísticos de alta eficiência.

Ao longo de suas quase três décadas de atuação, a MRS Logística consolidou-se como um pilar estratégico da infraestrutura nacional, desempenhando um papel crucial no escoamento de commodities, abastecimento industrial e movimentação de bens essenciais à economia brasileira. Sua atuação destaca-se não apenas pela capacidade operacional, mas também pelo investimento em inovação, sustentabilidade e excelência em logística integrada. (MRS LOGÍSTICA, 2024)

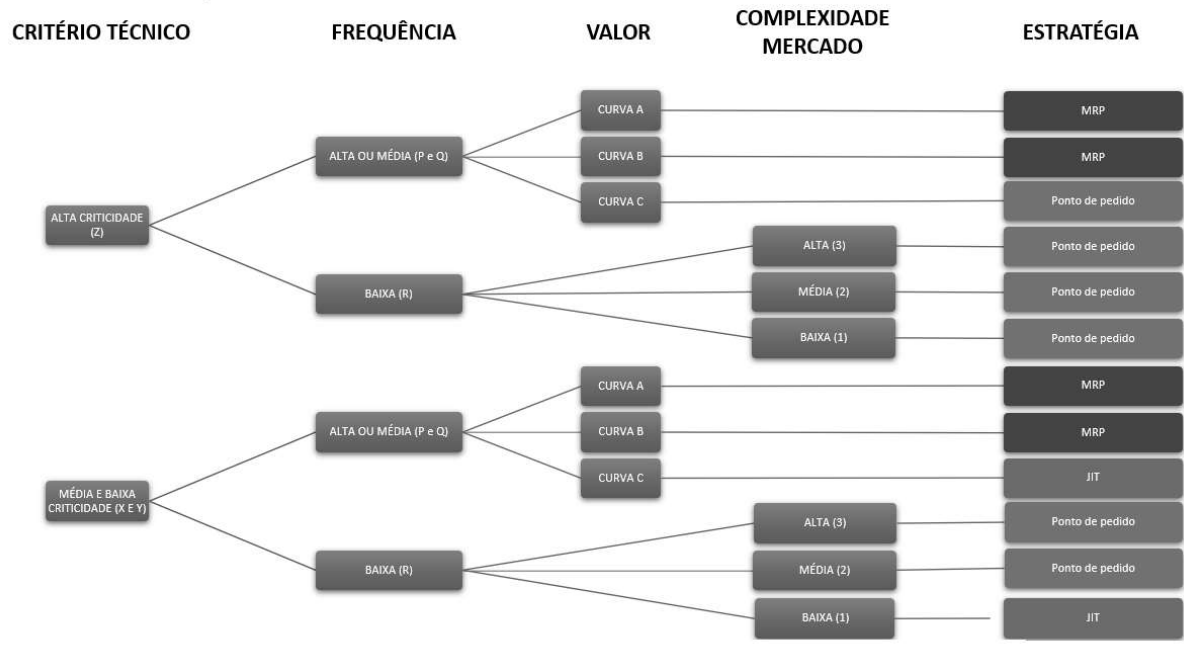
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

4.1 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE REPOSIÇÃO COM BASE NA CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS NA MRS

A gestão eficiente dos estoques MRO na MRS Logística exige uma abordagem segmentada, considerando a diversidade de itens em termos de valor, frequência de consumo, complexidade de aquisição e criticidade para a operação. Com base nesses critérios, a empresa adota um

modelo estruturado para direcionar a escolha da estratégia de reposição mais adequada a cada tipo de material, conforme representado na figura 3 a seguir.

Figura 3 - Matriz de decisão para escolha da estratégia de reposição



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da empresa

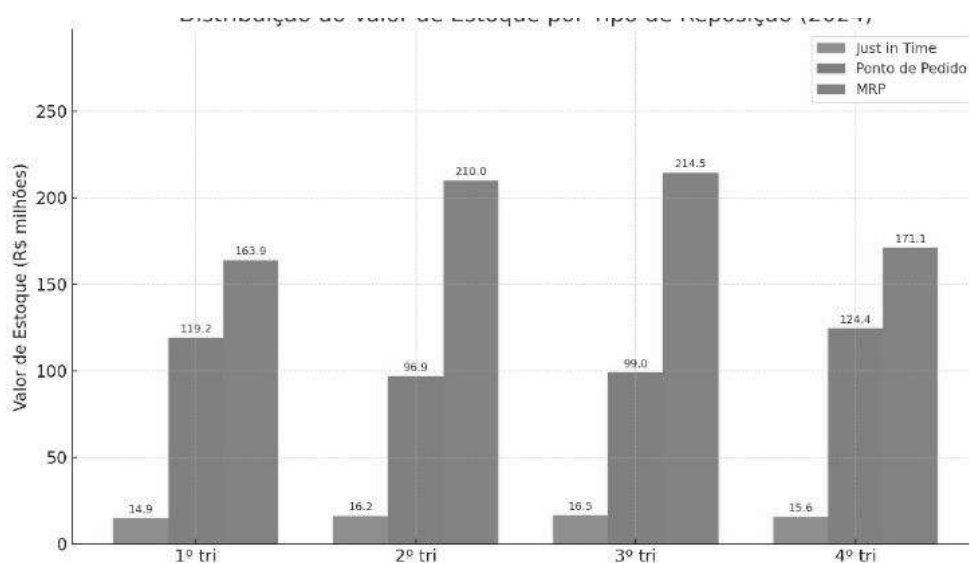
Esse modelo classificatório tem sido utilizado pela MRS Logística como referência interna para decisões de abastecimento de materiais. Ele possibilita alinhar o grau de controle e planejamento à natureza de cada item, promovendo maior assertividade na gestão de estoques e minimizando riscos de ruptura ou excesso.

É importante destacar, contudo, que a escolha da estratégia de reposição com base nas classificações técnicas dos materiais — como criticidade, valor, frequência e complexidade de aquisição — nem sempre seguirá, de forma estrita, as recomendações sugeridas pela literatura especializada. A realidade operacional das empresas, especialmente em ambientes industriais complexos como o ferroviário, envolve restrições práticas relacionadas à disponibilidade de fornecedores, prazos de entrega, acordos contratuais e limitações orçamentárias. Assim, a aplicação do modelo ideal pode exigir adaptações e flexibilizações, conforme as particularidades do cenário logístico e das políticas internas da organização.

4.2 EVOLUÇÃO DE ESTOQUE

A análise da evolução do valor de estoque MRO ao longo do ano de 2024 revela padrões sazonais diretamente associados ao ciclo operacional da MRS Logística. Conforme os dados apurados, o valor do estoque apresentou variações relevantes entre os trimestres, partindo de R\$ 298 milhões no 1º trimestre, crescendo para R\$ 323 milhões no 2º trimestre, alcançando o pico de R\$ 330 milhões no 3º trimestre e recuando para R\$ 311 milhões no 4º trimestre.

Gráfico 1 - Evolução do estoque por tipo de reposição em 2024



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em dados da companhia

Essas flutuações refletem a dinâmica operacional da empresa. O 1º e 4º trimestre representam os períodos com menor volume de estoque, pois coincidem com o calendário de manutenções pesadas dos ativos ferroviários, como locomotivas e vagões. Nessas fases, ocorre o consumo mais intenso dos materiais previamente adquiridos, reduzindo temporariamente o capital investido em estoque.

Já no 2º e 3º trimestres, observa-se o acúmulo de materiais e, consequentemente, o aumento do valor do estoque. Isso se deve ao fato de que essas etapas do ano representam o período de maior produtividade operacional da MRS, com menor incidência de manutenções e maior foco no transporte de cargas. Além disso, esse intervalo é estrategicamente utilizado para o reabastecimento dos estoques necessários para atender às manutenções previstas para o início e o final do ano. (Bowersox; Closs, 2001; Corrêa; Giansesi; Caon, 2002).

Quanto às proporções por tipo de reposição, foi possível observar a seguinte variação ao longo dos trimestres (valores aproximados):

- 1º e 4º trimestres:
 - Just in Time (JIT): 5%
 - Ponto de Pedido: 40%
 - MRP: 55%
- 2º e 3º trimestres:
 - *Just in Time* (JIT): 5%
 - Ponto de Pedido: 30%
 - MRP: 65%

Essa variação reflete o caráter planejado e estratégico da reposição via MRP, que assume maior protagonismo nos períodos de preparação para grandes intervenções. Por outro lado, a proporção de materiais mantidos via Ponto de pedido tende a diminuir nesses momentos, uma vez que sua demanda está mais diretamente ligada ao consumo rotineiro e contínuo da malha ferroviária. A reposição Just in Time, por sua vez, mantém-se estável em 5% ao longo do ano, pois trata-se de materiais de consumo constante e alta rotatividade (Arnold, 2008; Tubino, 2007; Slack et al., 2009).

A classificação dos itens por tipo de reposição é definida conforme a natureza e criticidade dos materiais:

Just in Time (JIT): areia, gases industriais, óleos e lubrificantes. São itens de alta rotatividade e fácil aquisição, cujo consumo é contínuo e previsível, permitindo entregas frequentes e minimização de estoques.

Ponto de Pedido: itens consumíveis das oficinas e materiais utilizados na manutenção e operação da malha ferroviária. São controlados com base em estoques mínimos e históricos de consumo.

MRP: itens de alto LT, maior complexidade e planejamento, relacionados à manutenção de ativos como locomotivas, vagões e sistemas auxiliares. Incluem peças sobressalentes, subconjuntos mecânicos, sistemas hidráulicos e componentes eletrônicos.

A gestão equilibrada entre esses métodos permite à MRS Logística ajustar seus níveis de estoque conforme a sazonalidade das operações, evitando tanto o excesso de capital empatado quanto o risco de rupturas que comprometam a performance logística da empresa (Ballou, 2006; Heizer; Render, 2017; Silva et al., 2021).

4.2 VISÃO GERAL DOS INDICADORES

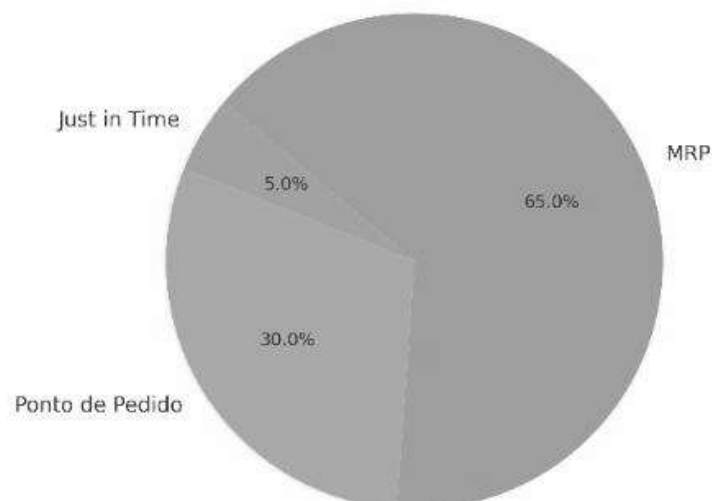
Conforme levantamento junto aos dados internos da MRS Logística referentes ao quarto trimestre de 2024, o valor de fechamento anual do estoque MRO foi de R\$ 311 milhões. O giro de estoque geral do período foi de aproximadamente 3.0, o que indica que, em média, o estoque foi renovado três vezes ao longo do ano. Esse indicador é relevante, pois quanto maior o giro, menor tende a ser o capital empatado em estoque e maior a eficiência logística (Ballou, 2006; Dias, 2021).

Este giro, embora razoável para o contexto MRO, pode ser influenciado de maneira significativa pela estratégia de reposição adotada. Como veremos nas subseções seguintes, o mix de estratégias utilizado influencia diretamente tanto o volume estocado quanto a velocidade de reposição.

4.3 DISTRIBUIÇÃO DO VALOR DE ESTOQUE POR TIPO DE REPOSIÇÃO

A distribuição do valor de estoque conforme a estratégia de reposição revela uma forte predominância do MRP (*Material Requirements Planning*), responsável por 65% do valor total de estoque MRO. A reposição por Ponto de Pedido representa 30%, enquanto o *Just in Time* (JIT) corresponde a apenas 5%.

Gráfico 2 – Participação no valor de estoque por tipo de reposição



Fonte: Elaborado pelo autor em dados da companhia

Essa concentração do valor em MRP, mesmo representando apenas 18% dos códigos gerenciados, reforça a característica desse método de manter estoques mais robustos, devido ao seu planejamento centralizado e lead times elevados (Arnold; Chapman; Clive, 2020).

4.4 DISTRIBUIÇÃO DA QUANTIDADE DE ITENS POR TIPO DE REPOSIÇÃO

Com base nos dados obtidos e informados na Tabela 2 seguir, analisando o percentual de códigos de materiais, é possível observar que a reposição por Ponto de Pedido abrange a maioria absoluta dos itens, com 607 códigos (77%), enquanto o MRP cobre 145 itens (18%) e o *Just in Time* apenas 39 itens (5%).

Tabela 2 - Comparativo entre percentual dos itens por tipo de reposição

Tipo de Reposição	Códigos	%
Ponto de Pedido	607	77%
MRP	145	18%
Just in Time	39	5%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da companhia

Essa distribuição é coerente com a natureza dos sistemas. O Ponto de Pedido é eficaz para itens com demanda contínua e lead time conhecido (CHING, 2021), enquanto o MRP é aplicado a itens de planejamento complexo, e o JIT a componentes de uso previsível e fornecimento rápido.

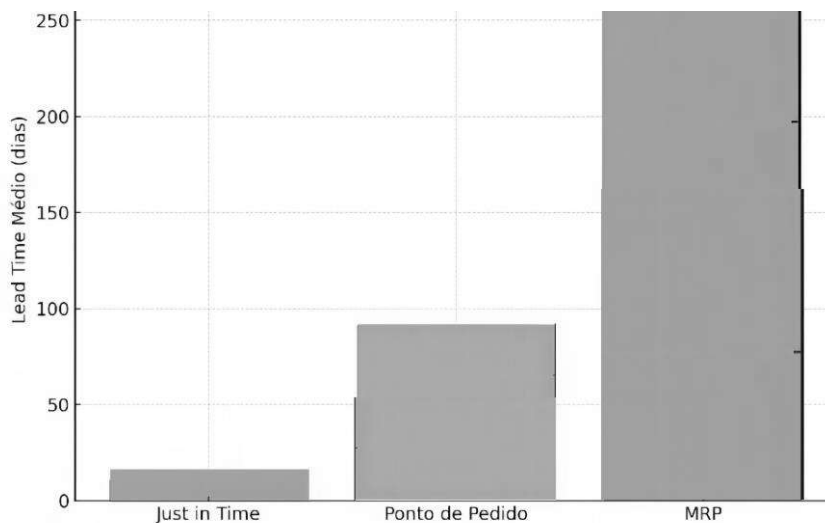
4.5 LEAD TIME MÉDIO POR TIPO DE REPOSIÇÃO

Os prazos médios de reposição (*Lead Time*) também refletem o impacto direto da estratégia utilizada:

- *Just in Time*: 11 dias
- Ponto de Pedido: 91 dias

- MRP: 279 dias

Gráfico 3 - Lead Time médio por estratégia de reposição (em dias)



Fonte: Elaborado pelo autor em dados da companhia

Esse dado evidencia o desafio logístico atrelado à gestão por MRP, cuja média de 279 dias implica em antecipações excessivas e altos volumes estocados para garantir disponibilidade, o que onera financeiramente a organização (Dias, 2021).

O *Just in Time*, por outro lado, apresenta um modelo de abastecimento altamente eficiente, porém exige precisão na demanda e parceria sólida com fornecedores (Ohno, 1997)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo principal analisar o impacto do mix de estratégias de reposição de estoques na MRS Logística, com foco específico no estoque MRO, considerando seus efeitos sobre o valor do estoque, o tempo de reposição e a eficiência operacional da empresa. Ao longo da pesquisa, buscou-se compreender como a adoção de diferentes estratégias — *Just in Time*, *Ponto de Pedido* e *MRP* — influenciam a gestão dos materiais, os custos logísticos e a continuidade das operações em um ambiente altamente dependente da disponibilidade de ativos ferroviários.

A análise dos dados revelou que a MRS Logística adota um modelo híbrido e segmentado de reposição, adequado à criticidade, complexidade e padrão de consumo dos itens. O *MRP* demonstrou-se responsável por 65% do valor total do estoque MRO, refletindo sua aplicação em materiais de alto impacto operacional, como componentes de manutenção de locomotivas e vagões. Esse método apresenta o maior lead time médio (279 dias), o que reforça a necessidade

de planejamento antecipado e de previsões consistentes para garantir a continuidade das atividades.

Em contraste, o método de Ponto de Pedido, aplicado a 77% dos códigos, representa uma estratégia eficiente para itens de consumo regular, especialmente relacionados à manutenção da malha ferroviária. Já o Just in Time, com apenas 5% dos itens, atende materiais de altíssima rotatividade e fácil reposição, como óleos, lubrificantes e gases industriais, mantendo baixo valor estocado e lead time reduzido (11 dias).

A sazonalidade das operações da MRS também se refletiu na variação do valor de estoque ao longo dos trimestres de 2024. Observou-se maior acúmulo nos 2º e 3º trimestres, associados a períodos de menor demanda por manutenções pesadas e maior produtividade, permitindo a formação de estoques para os ciclos subsequentes. Nos 1º e 4º trimestres, a redução no valor de estoque está relacionada à execução das manutenções preventivas programadas. O giro de estoque geral de 3,0 confirma um nível de renovação moderado e adequado, embora a análise aponte oportunidades de ajuste no balanceamento entre estoque disponível e capital imobilizado.

Conclui-se que a gestão estratégica do estoque MRO na MRS Logística é essencial para garantir a disponibilidade dos ativos operacionais, reduzir riscos logísticos e otimizar recursos financeiros. O uso de diferentes métodos de reposição, quando bem alinhado ao perfil dos materiais e à dinâmica operacional da empresa, permite alcançar um equilíbrio entre agilidade no abastecimento, controle de custos e eficiência na execução das manutenções. A segmentação baseada nas classificações ABC, XYZ, PQR e 123 contribui para uma tomada de decisão mais assertiva e orientada à criticidade de cada item.

Como contribuição prática, este estudo oferece subsídios para a melhoria contínua da gestão de estoques MRO na MRS Logística, indicando caminhos para ajustes na aplicação dos métodos de reposição conforme a sazonalidade e o comportamento da demanda. Como proposta para pesquisas futuras, sugere-se aprofundar a análise dos custos logísticos por método de reposição e investigar os benefícios da adoção de tecnologias preditivas, como inteligência artificial e machine learning, no planejamento e controle de estoques industriais no setor ferroviário.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Relatório de desempenho do transporte ferroviário de cargas – 2023**. Brasília: ANTT, 2024. Disponível em: <https://www.antt.gov.br>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- ANTF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Anuário Estatístico 2023**. Brasília: ANTF, 2024.
- ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais**. 12. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020.
- ARNOLD, J. R. TONY. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 2008.
- BARBIERI, J. C.; MACHLINE, C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Atlas, 2006.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- CHIAVENATO, I. **Administração de materiais: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2009.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de desempenho ferroviário: panorama estatístico 2023**. Brasília: CNT, 2024. Disponível em: <https://www.cnt.org.br>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GASNIER, C. **Logística empresarial e gestão da cadeia de suprimentos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HEIZER, J.; RANGAN, B. **Operations management**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas nacionais e indicadores de transporte 2023**.

MOURA, Rogério R. de; KOVALESKI, João Luiz. **Gestão da cadeia de suprimentos ferroviária: desafios e oportunidades para o Brasil**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 613–632, jul./set. 2012. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br>. Acesso em: 16 maio 2025.

MRS LOGÍSTICA. **Site institucional**. Disponível em: <https://www.mrs.com.br>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MRS LOGÍSTICA S.A. **Relatório anual 2023**. Disponível em: <https://www.mrs.com.br>.

NIRMALIAS, R. **Planejamento de produção e controle de estoque**. São Paulo: Atlas, 2013.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**. São Paulo: Atlas, 2010.

PÓVOA, A. C. S.; CHAVES, A. A. **Gestão de estoques na cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2014.

ROLT, Edinéia Biff da. **A utilização da curva ABC na gestão de estoques: Um estudo de caso em uma indústria de revestimentos cerâmicos**. 2013. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013

SILVA, A. L. et al. **Logística e transporte ferroviário no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2022.

SILVA, Lucas M. da; FERREIRA, Gustavo H. **Eficiência logística ferroviária: uma análise na MRS Logística S.A**. Revista de Logística da Fatec Carapicuíba, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 87–99, jan./jun. 2022.

SILVA, R. S. da; COSTA, R. C. da; MORAES, R. A. **Estoques MRO: análise da gestão em empresas industriais**. Revista de Logística da Fatec Carapicuíba, v. 12, n. 2, p. 54–67, 2021.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.