



www.fdc.org.br

Para ser relevante.



Programa de Pós-graduação em Gestão de Negócios

**MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DAS
ATIVIDADES REALIZADAS NUM PÁTIO FERROVIÁRIO
DE TRANSPORTE DE CARGAS, ATRAVÉS DO
PERT/PCM.**

ANTONIO CHALITA DE FIGUEIREDO

CAIO CARDOSO CERQUEIRA

HENRIQUE FREDERICO FERREIRA DE TOLEDO

JEFFERSON GUEDES FREITAS DE OLIVEIRA

RAUL ANASTÁCIO DE OLIVEIRA

VAGNER TAVARES NEVES

FUNDAÇÃO DOM CABRAL

Especialização em Gestão de Negócios

ANTONIO CHALITA DE FIGUEIREDO

CAIO CARDOSO CERQUEIRA

HENRIQUE FREDERICO FERREIRA DE TOLEDO

JEFFERSON GUEDES FREITAS DE OLIVEIRA

RAUL ANASTÁCIO DE OLIVEIRA

VAGNER TAVARES NEVES

**MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DAS ATIVIDADES
REALIZADAS NUM PÁTIO FERROVIÁRIO DE TRANSPORTE
DE CARGAS, ATRAVÉS DO PERT/CPM.**

Fortaleza/CE.

2023

ANTONIO CHALITA DE FIGUEIREDO
CAIO CARDOSO CERQUEIRA
HENRIQUE FREDERICO FERREIRA DE TOLEDO
JEFFERSON GUEDES FREITAS DE OLIVEIRA
RAUL ANASTÁCIO DE OLIVEIRA
VAGNER TAVARES NEVES

**MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DAS
ATIVIDADES REALIZADAS NUM PÁTIO
FERROVIÁRIO DE TRANSPORTE DE CARGAS,
ATRAVÉS DO PERT/CPM.**

Projeto apresentado à Fundação Dom Cabral como requisito parcial para a conclusão do Programa de Pós-graduação em Gestão de Negócios.

Orientador: Paulo Cesar Pegas Ferreira, DSc.

Fortaleza/CE.

2023

AGRADECIMENTOS

A nosso orientador Paulo Pegas, pela dedicação e apoio integral ao nosso Projeto, ao qual sem ele não teríamos conseguido chegar tão longe, por toda sua experiência e referência profissional.

A meus colegas da FDC da turma 59º de Fortaleza, que agregaram direta ou indiretamente na construção deste Projeto.

Agradecemos nossas famílias e amigos, que nos apoiam de forma vitalícia ao longo da trajetória deste Projeto.

Agradecemos a nossas empresas por apoiarem e acreditarem que podemos continuar transformando a mobilidade por meio da nossa capacitação pessoal e profissional.

A nossos professores da FDC por todo conhecimento transferido ao longo do curso, permitindo nosso desenvolvimento e aprimoramento.

Ao SEST – SENAT e ao ITL pela disponibilidade dessa oportunidade.

A FDC pelos excelentes cuidados e organização em todo período do curso.

EPÍGRAFE

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

A principal característica de uma empresa de ferrovia de carga está no transporte logístico dos mais diversos produtos, atendendo aos mais variados segmentos, adaptando-se aos produtos transportados para prover um serviço mais seguro e eficiente, comparado ao transporte rodoviário, buscando sempre clientes que necessitam o transporte de grandes volumes, reduzindo o custo e tempo logístico de entrega. Empresas deste segmento vem buscando sempre a eficiência operacional, com foco na redução de custo e otimização da mão de obra, muitas vezes utilizando a tecnologia como principal alinhado para geração de valor as companhias. Através deste Trabalho de conclusão de curso, vamos propor melhorias no processo de gestão do pátio ferroviário de Teresina-PI, utilizando a técnica de planejamento PERT/CPM. Os resultados vão evidenciar a importância deste método na melhoria do processo produtivo, reduzindo tempo das atividades operacionais e eliminado gargalos.

Palavras-chave:

Ferrovia, Otimização, Gestão, PERT/CPM, Mapeamento de processos

ABSTRACT

The main characteristic of a freight railway company is the logistical transport of the most diverse products, serving the most varied segments, adapting to the products transported to provide a safer and more efficient service, compared to road transport, always seeking customers who need it. the transport of large volumes, reducing the cost and logistical delivery time. Companies in this segment have always sought operational efficiency, focusing on cost reduction and workforce optimization, often using technology as the main alignment to generate value for companies. Through this course completion work, we will propose improvements in the management process of the Teresina-PI railway yard, using the PERT/CPM planning technique. The results will highlight the importance of this method in improving the production process, reducing operational activity time and eliminating bottlenecks.

Keywords:

Railway, Optimization, Management, PERT/CPM, process mapping

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Passos para a utilização da metodologia	19
Figura 2 - Primeira locomotiva a vapor construída em 1804 por Trevithick.....	24
Figura 3 - Baronesa e carro de passageiros.....	25
Figura 4 - Mapa Ferroviário FTLSA/TLSA.....	28
Figura 5 - Mapa Ferroviário Malha Nordeste operacional da FTL	31
Figura 6 - Mapa Ferroviário Brasileiro	33
Figura 7 - Matriz de Transporte de cargas.....	34
Figura 8 - Densidade das Malhas Ferroviárias.....	35
Figura 9 - Principais cargas transportadas	36
Figura 10 – Localização geográfica do Pátio Teresina	37
Figura 11 - Movimentação de Vagões Carregados no Pátio	38
Figura 12 - Esquema de Pátios da FTL em Teresina	40
Figura 13 - .Visão aérea do Pátio de Teresina	41
Figura 14 - .Visão Geral da entrada do Pátio de Teresina.....	42
Figura 15 – Visão da Área central do Pátio de Teresina	42
Figura 16 – Foto da Reunião com Outra Ferrovia de Carga.....	43
Figura 17 – Mapeamento do Processo no Pátio de Teresina.....	48
Figura 18 – Aplicação do Diagrama PERT / CPM	51



LISTA DE TABELAS/GRÁFICOS

Tabela 1 – Sequência e Duração das Atividades Principais realizadas no Pátio	50
Tabela 2 – modelo 5W2H.....	53
Tabela 3 – Cronograma de Execução	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMA – American Marketing Association

AMBA – Association of MBAs

ANTF - Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários

BSC – Balanced Scorecard

CCO – Centro de Controle Operacional

CFN – Companhia Ferroviária do Nordeste

CPM - Critical Path Method

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

CVM – Comissão de Valores Mobiliários

FDC – Fundação Dom Cabral

FTL – Ferrovia Transnordestina Logística

PA – Projeto Aplicativo

PAEX – Parceiros para a Excelência

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PERT - Program Evaluation and Review Technique

Sumário

1. RESUMO EXECUTIVO	13
1.1. Problema de Pesquisa.....	13
1.2. Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado e a relevância do projeto para a Organização	13
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo geral.....	14
1.3.2. Objetivo específico	14
1.3.2.1. Analisar os principais gargalos envolvendo a operação em pátio;	14
1.3.2.2. Mapear o fluxo atual de operação em pátio;	14
1.3.2.3. Identificar as principais causas de impacto no desempenho operacional em pátio;	14
1.3.2.4. Analisar prática de sucesso em relação às operações em pátio;	14
1.3.2.5. Propor um modelo que promova a melhoria das operações em pátios na Ferrovia Transnordestina;	14
1.3.2.6. Avaliar a viabilidade do modelo;.....	14
1.3.2.7. Propor plano de implementação do modelo.....	14
1.4. Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo.....	15
1.5. Resultados esperados:	15
2. BASES CONCEITUAIS	16
2.1. PERT / CPM.....	16
2.2. Aplicação do PERT/CPM.....	18
2.3. Uso do PERT/CPM para apoio na tomada de decisão	18
2.4. Mapeamento de processos	21
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	23
4. O TRANSPORTE FERROVIÁRIO	24
4.1. SURGIMENTO DA FERROVIA	24
4.2. HISTÓRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA LOGÍSTICA S.A. (FTL)	26
4.3. CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DA FTL.....	30
4.4. CENÁRIO FERROVIÁRIO ATUAL	33
4.5. A REALIDADE ATUAL DA EMPRESA	37
4.5.1. O pátio ferroviário de Teresina.....	37
4.5.2. Atividades do pátio de Teresina	41
4.6. ESTUDO DE CASO / REALIDADES ORGANIZACIONAIS	43
4.6.1. Estudo de caso em outras ferrovias:.....	43
4.6.2. Contexto da ferrovia entrevistada	44

5	DESENVOLVIMENTO.....	46
5.1	Aplicação do PERT/CPM no presente estudo.....	46
6	PROPOSTA DE SOLUÇÃO.....	51
6.1	RESULTADOS ESPERADOS.....	54
6.1.1	Análise de Viabilidade.....	54
7	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO.....	55
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	56
9	REFERÊNCIAS.....	58
10	GLOSSÁRIO.....	59

1. RESUMO EXECUTIVO

O Projeto Aplicativo abordará o desenvolvimento de uma proposta de solução de gestão de atividades para veículos ferroviários utilizando um controle por PERT/CPM. O uso da metodologia permitirá a identificação e rastreamento de cada atividade realizada pelos veículos ferroviários, fornecendo dados precisos para auxiliar na tomada de decisões e otimização dos processos operacionais. A implementação dessa solução possibilitará uma melhor gestão das atividades, proporcionando maior eficiência, redução de custos e aumento da segurança nas operações ferroviárias.

1.1. Problema de Pesquisa

Nos dias de hoje, diante da competição entre os modais e na perseguição das empresas em diminuir seus custos para poder oferecer melhores condições de atrair clientes para sua carteira de serviços, maximizar a produtividade de seus processos torna-se mais do que uma busca por vantagem competitiva, mas sobretudo, uma necessidade de sobrevivência de mercado. Qualquer otimização dos processos que venha a melhorar sua performance e conseqüentemente sua produtividade e com isso reduzir custos através de processos mais enxutos e padronizados é bem-vindo.

No Pátio de Cargas de Teresina da FTL, foi observado que existem oportunidades para melhoria na gestão dos seus processos. Desta forma, este projeto se propõe inicialmente a mapear as atividades, medir os tempos e movimentos dentro dele, para levantar as principais lacunas e oportunidades e apresentar uma estratégia de ações que maximizem e organizem todas as atividades.

1.2. Justificativa da escolha do problema a ser trabalhado e a relevância do projeto para a Organização

O pátio ferroviário de Teresina recebe por mês, em média, aproximadamente 79,1% de todos os vagões transportados pela FTL. Apesar do aumento de produção previsto no planejamento de médio/longo prazo, o desafio para melhoria da

performance operacional é constante para se manter competitivo no mercado. A produtividade das manobras, atendimento aos clientes, e confiabilidade dos ativos tem um papel fundamental para atender os objetivos da empresa.

1.3.Objetivos

Mapear as características e padrões dos pátios de manutenção, baseado na metodologia PERT/CPM, propondo um modelo de melhoria de eficiência na gestão da operação do pátio. Desta forma, os objetivos do projeto são:

1.3.1. Objetivo geral

Desenvolver um modelo que promova a gestão das operações em pátio, contribuindo para melhoria da performance da Ferrovia Transnordestina.

1.3.2. Objetivo específico

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- 1.3.2.1. Analisar os principais gargalos envolvendo a operação em pátio;
- 1.3.2.2. Mapear o fluxo atual de operação em pátio;
- 1.3.2.3. Identificar as principais causas de impacto no desempenho operacional em pátio;
- 1.3.2.4. Analisar prática de sucesso em relação às operações em pátio;
- 1.3.2.5. Propor um modelo que promova a melhoria das operações em pátios na Ferrovia Transnordestina;
- 1.3.2.6. Avaliar a viabilidade do modelo;
- 1.3.2.7. Propor plano de implementação do modelo.

1.4. Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo

O trabalho apresentará uma metodologia de estudo de caso. No capítulo seguinte, será realizada uma apresentação sobre as bases conceituais do PERT/CPM, como foi criado, sua aplicação, abordagem, entre outros fatores relevantes. Em seguida, é apresentada uma contextualização sobre mapeamento de processos e sua utilização dentro da ferrovia. Logo após, há uma exposição do modal ferroviário de cargas e a apresentação do modelo real operacional atual da Ferrovia Transnordestina, incluindo benchmarking com outra ferrovia com modelo de negócio semelhante. No desenvolvimento mostra-se, através de fatos e dados, o resultado do uso da ferramenta PERT/CPM. Por último apresenta-se uma proposta de melhorias geradas a partir dos mapeamentos e das atividades críticas identificadas, bem como uma análise de viabilidade econômica para implementação dessas melhorias propostas.

1.5. Resultados esperados:

Uma proposta de gestão de atividades para veículos ferroviários baseada no uso de processos através de PERT/CPM.

Melhoria na eficiência operacional, possibilitando atuar nas atividades realizadas pelos veículos ferroviários.

Redução de custos operacionais, evitando retrabalhos, atrasos e otimizando o uso dos recursos.

Aumento da segurança nas operações ferroviárias, permitindo uma melhor identificação e rastreamento das atividades e garantindo o cumprimento das normas e regulamentações.

2. BASES CONCEITUAIS

2.1. PERT / CPM

O PERT (Program Evaluation and Review Technique) surgiu nos anos de 1950, foi desenvolvido inicialmente pela Marinha dos EUA na direção do programa Polaris que tinha como missão calcular o grau de confiança sobre estimativa de tempo e custo do Projeto de um míssil balístico. Assim, a PERT se tornou uma importante fonte para tomada de decisão de investimento e projeto (DARCI PRADO, 2014).

O PERT e o CPM (Critical Path Method) são duas técnicas utilizadas no Planejamento e Controle da Produção (PCP) para gerenciar projetos e atividades complexas. Ambas as metodologias têm como objetivo auxiliar na tomada de decisões sobre o melhor uso de recursos para garantir a execução eficiente de bens ou serviços, dentro do prazo e quantidade corretos.

De maneira geral, o método PERT implica, em sua fase preliminar que seja atribuído uma coerência das informações, ou seja, fazer uma segmentação precisa do projeto em tarefas definir e estimar a duração de cada tarefa, nomear um responsável pelo projeto, encarregado de assegurar o acompanhamento do projeto. Segundo (MUBARAK, 2010), ele faz uma interpretação dos dados probabilística, baseada na distribuição beta para cada atividade de tempo, usando, portanto, essa metodologia em projetos onde o percentual das atividades já finalizadas é praticamente impossível de determinar o desvio padrão do tempo necessário para completar a cadeia de eventos que levam à conclusão substancial, com um certo nível de confiança.

O PERT é um modelo probabilístico que lida com incertezas nos tempos de duração das atividades de um projeto. Para cada atividade, são feitas três estimativas de duração: tempo otimista (melhor cenário), tempo pessimista (pior cenário) e tempo mais provável (duração provável em condições normais). Com base nessas estimativas, o PERT ajuda a calcular o caminho mais provável e a duração esperada

do projeto, permitindo uma análise mais realista do cronograma e a identificação de atividades críticas.

Por outro lado, o CPM é mais adequado para projetos com aspectos determinísticos mais relevantes, ou seja, onde as durações das atividades são bem conhecidas e não há grande incerteza. Segundo (O'BRIEN, 2006) o CPM é um dos vários métodos de análise de planejamento de projetos. As atividades ou tarefas críticas definem assim o caminho crítico, ou seja, revela a sequência de tarefas que condicionam a duração total do projeto. Por esse motivo é possível fornecer informações úteis para a elaboração de um projeto atendendo os recursos necessários em função das restrições aliados às tarefas críticas, permitindo assim o equilíbrio da gestão de recursos ao longo do projeto. Diferente do PERT, o CPM utiliza apenas uma medida determinística de tempo para cada atividade.

Ele é particularmente útil quando se tem um planejamento bem estruturado, com estimativas confiáveis de tempo, e é usado para identificar o caminho crítico do projeto, que é a sequência de atividades que determina a duração total do projeto. Ao longo dos anos, essas técnicas evoluíram e foram combinadas em um método híbrido chamado "PERT-CPM", que se tornou o método clássico para o planejamento de projetos, pois permite lidar tanto com a incerteza presente em alguns aspectos do projeto quanto com as atividades mais determinísticas.

Segundo (MEREDITH, 2003) o método utiliza a mesma estrutura, fazendo a combinação da teoria dos fluxos de sinais gráficos, das redes probabilísticas do PERT/CPM e da árvore de decisões. Esses fluxos são representados por nós lógicos e arcos diretos, com análise da probabilidade de que determinado arco é realizado e de que a distribuição descreverá o tempo necessário para cada atividade.

Para melhor entendimento será realizado uma introdução ao uso das técnicas PERT e CPM no contexto de um projeto de construção de ferrovia. Será Explicado em seguida o que são essas metodologias e como elas podem ser aplicadas para otimizar o planejamento e controle da construção da ferrovia. Também destacaremos a

importância da gestão eficiente dos recursos e prazos nesse tipo de empreendimento explicando a relevância e o objetivo do uso do PERT/CPM no projeto de ferrovia.

2.2. Aplicação do PERT/CPM

Este trabalho apresenta um estudo sobre o mapeamento de processos e a aplicação do Método PERT/CPM no gerenciamento das operações ferroviárias em um pátio de manobras.

O objetivo é analisar a eficiência e a otimização das atividades no pátio, com foco em melhorias no fluxo de trens, redução de atrasos e uso eficiente dos recursos.

Para isso, foram realizadas entrevistas com profissionais do setor, coleta de dados e elaboração de mapeamento de processo.

O estudo também inclui a análise de cenários hipotéticos para identificar o caminho crítico das atividades e destacar possíveis gargalos e pontos de atenção. Os resultados mostram que o mapeamento de processos e a aplicação do Método PERT/CPM podem fornecer insights valiosos para aprimorar a logística ferroviária, aumentar a produtividade e a qualidade do serviço prestado.

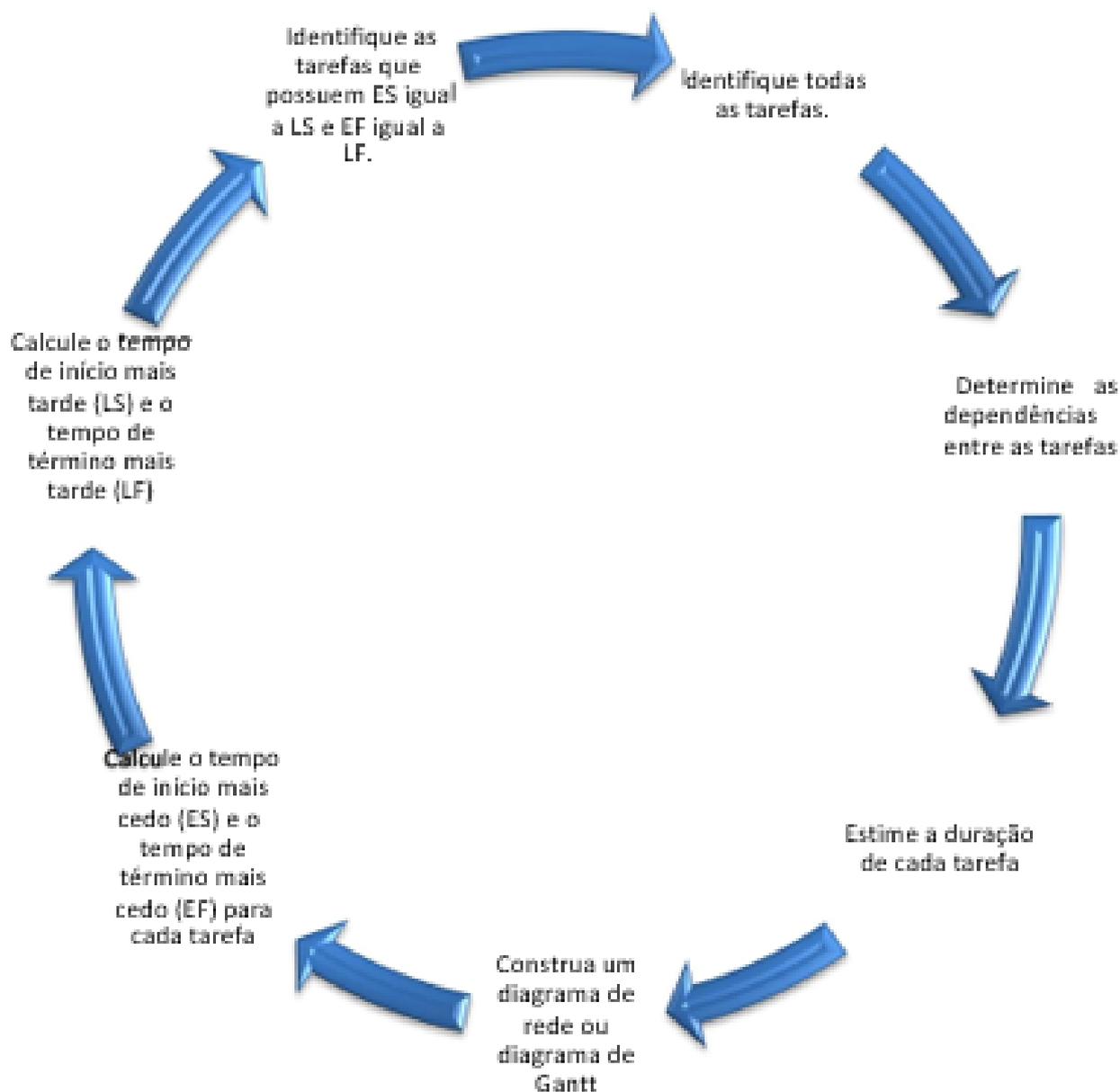
2.3. Uso do PERT/CPM para apoio na tomada de decisão

Os caminhos críticos são sequências de tarefas em um processo que determinam a duração total da atividade. São os caminhos mais longos, ou seja, aqueles que não podem sofrer atrasos sem que o cronograma geral do processo também seja atrasado.

No contexto do controle de serviço em um veículo ferroviário, os caminhos críticos podem representar as atividades que devem ser realizadas de forma precisa e eficiente para garantir o bom funcionamento do veículo e a satisfação dos clientes.

Para identificar os caminhos críticos em um projeto de controle de serviço de veículo ferroviário, você pode seguir os seguintes passos:

Figura 1 - Passos para a utilização da metodologia



Fonte: Os autores (2023)

- Identifique todas as tarefas envolvidas no controle de serviço do veículo ferroviário, desde a manutenção até a execução das atividades operacionais.
- Determine as dependências entre as tarefas, ou seja, quais tarefas precisam ser concluídas antes que outras possam começar. Estime a duração de cada tarefa com base em experiências anteriores, melhores práticas ou informações disponíveis.
- Construa um diagrama de rede ou diagrama de Gantt para visualizar as tarefas e suas dependências.
- Calcule o tempo de início mais cedo (ES) e o tempo de término mais cedo (EF) para cada tarefa, seguindo a sequência lógica das dependências.
- Calcule o tempo de início mais tarde (LS) e o tempo de término mais tarde (LF) para cada tarefa, trabalhando de trás para frente no cronograma.
- Identifique as tarefas que possuem ES igual a LS e EF igual a LF. Essas tarefas estão no caminho crítico, pois qualquer atraso nelas resultará em atraso no cronograma geral do projeto.

Uma vez identificados os caminhos críticos, é importante dedicar uma atenção especial a essas tarefas para garantir que sejam executadas de forma eficiente e dentro do prazo. Isso pode envolver o monitoramento constante, a alocação adequada de recursos e a adoção de medidas para evitar atrasos.

Lembrando que os caminhos críticos podem variar ao longo do tempo, à medida que o projeto avança e as circunstâncias mudam. Portanto, é recomendável revisar e atualizar regularmente o controle de serviço e os caminhos críticos à medida que novas informações e mudanças ocorrerem.

Considerando que há uma expectativa positiva para aumento no volume transportado pela FTL, o estudo estará voltado para a pesquisa e o mapeamento de todas as atividades realizadas no pátio com o objetivo de identificar possíveis gargalos para que o crescimento das atividades possa ocorrer dentro do esperado pela empresa.

As atividades que são realizadas no local são demandadas pelo setor de Planejamento e Controle de Produção da ferrovia, e são executadas pelo setor operacional de Pátios e Terminais. Por ser uma região estratégica para a FTL, o pátio precisa receber os trens, atender os clientes, dar manutenção nos ativos, e partir com novos trens o mais rápido possível. Para que o aumento da demanda comercial ocorra sem qualquer impacto, será utilizada a metodologia PERT/CPM, visto que ela é amplamente utilizada na gestão de projetos, especialmente em projetos complexos e de grande escala. Ela foi desenvolvida para ajudar a planejar, programar e controlar as atividades de um projeto, permitindo uma visão abrangente do cronograma, dos recursos e das interdependências entre as tarefas.

2.4. Mapeamento de processos

O mapeamento de processos é uma técnica extremamente relevante e útil nas ferrovias, pois permite entender e aprimorar os diversos fluxos de trabalho, operações e atividades envolvidas no setor ferroviário. O transporte ferroviário é uma indústria complexa que requer uma coordenação precisa de várias etapas para garantir a eficiência, segurança e pontualidade do serviço.

Aqui estão alguns aspectos-chave do mapeamento de processo dentro do contexto ferroviário:

Na logística de operação o mapeamento de processos pode ser aplicado para analisar o fluxo logístico de transporte de carga e passageiros em ferrovias. Isso envolve a identificação das etapas desde o recebimento das mercadorias ou o embarque de passageiros até a entrega final no destino. Também é importante compreender como as ferrovias se conectam com outros modais de transporte, como portos, terminais de carga, entre outros;

Para garantir a segurança e conformidade a indústria ferroviária é altamente regulamentada para garantir a segurança dos passageiros, trabalhadores e mercadorias transportadas. O mapeamento de processos pode ajudar a identificar os procedimentos e protocolos necessários para cumprir as normas e regulamentações aplicáveis;

No atendimento ao cliente o processo também pode ser aplicado para entender e melhorar a experiência do cliente em serviços ferroviários. Isso inclui desde o processo de compra de passagens até a prestação de assistência em caso de problemas ou atrasos;

Em caso de emergência as ferrovias precisam estar preparadas para gerenciar emergências, como acidentes ou desastres naturais. O mapeamento de processos ajuda a identificar os planos de contingência, comunicação com as autoridades e ações de resposta rápida em momentos críticos;

Ao utilizar o mapeamento de processo dentro da ferrovia, é possível ganhar uma compreensão mais aprofundada dos desafios operacionais específicos enfrentados por esse setor e identificar oportunidades de melhoria. A eficiência, a segurança e a qualidade dos serviços podem ser aprimoradas significativamente por meio dessa abordagem sistemática de análise e otimização de processos.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

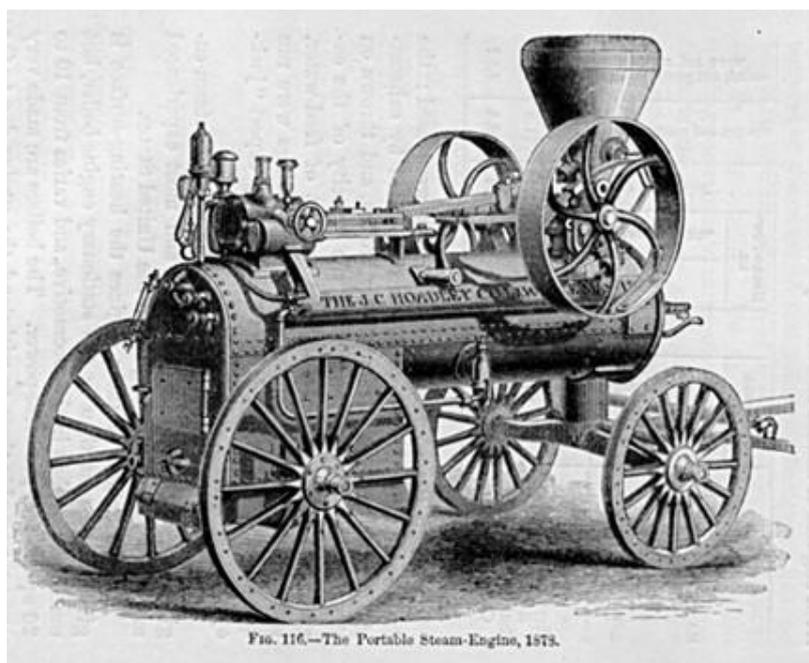
A metodologia aplicada se trata de um estudo de caso, pois caracteriza um estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. De acordo com YIN (*apud* GIL, 1999, p. 73), o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência. Pode ser usado tanto em pesquisas exploratórias quanto descritivas e explicativas. O estudo de caso trata de um processo real vivenciado dentro do meio corporativo de uma ferrovia real de carga.

4. O TRANSPORTE FERROVIÁRIO

4.1. SURGIMENTO DA FERROVIA

O surgimento das estradas de ferro na Inglaterra (berço da Revolução Industrial), decorreu da necessidade de se oferecer melhores recursos aos trabalhos nas minas de carvão. No dia 21 de fevereiro de 1804, Trevithick e Vivian teve a sua viagem inaugural e foi capaz de rebocar 10 toneladas de minério juntamente com 5 vagões e atingia uma velocidade de 8 kms/h, no país de Gales, tornando-se a primeira locomotiva a vapor a rodar sobre linha férrea conforme figura a seguir.

Figura 2 - Primeira locomotiva a vapor construída em 1804 por Trevithick.



Fonte: UNICAMP, (2011)

Em Julho de 1814, na Inglaterra, o Engenheiro de Minas George Stephenson logrou êxito ao arrastar uma pequena quantidade de vagões com uma máquina a vapor, essa locomotiva foi nomeada de Blucher. Em 27 de setembro de 1825, no interior da Inglaterra, foi realizada a primeira viagem inaugural em estrada de ferro entre Stokton e Darlington, percorrendo uma distância de 40 quilômetros a uma velocidade de 24 km/h.

Deste então, a estrada de ferro passou a ser um meio de transporte terrestre consolidado e sendo rapidamente expandida e desenvolvidas por vários países.

Somente em 30 de abril de 1854, após várias tentativas do governo em conceder benefícios para a construção de uma estrada de ferro, foi inaugurado no Brasil a primeira ferrovia, com extensão de 14,5 quilômetros e bitola de 1676 milímetros a qual ligava o Porto de Mauá na Baía de Guanabara da Serra de Petrópolis, atingindo uma velocidade de 38 km/h.

Essa conquista é resultado da ousadia de Irineu Evangelista de Souza, conhecido posteriormente como Barão de Mauá. Essa ferrovia operou inicialmente com a locomotiva “Baronesa” figura abaixo, uma forma que o Barão encontrou para homenagear sua esposa.

Figura 3 - Baronesa e carro de passageiros



(Fonte: UNICAMP (2011)).

Até hoje no Brasil comemora-se o dia do ferroviário em 30 de abril, consagração honrosa para todos que trabalham em uma ferrovia no país. Deste então o Brasil passou a ter uma expansão significativa em sua malha ferroviária.

Quando a RFFSA foi criada, em 16/03/1957, a União detinha, na região atualmente servida pela Malha Nordeste, a propriedade de seis ferrovias: Estrada de Ferro São Luís a Teresina, Estrada de Ferro Central do Piauí, Rede de Viação Cearense, Estrada de Ferro Mossoró a Souza, Estrada de Ferro Sampaio Correia e Rede Ferroviária do Nordeste.

Assim, seguindo caminho contrário ao percorrido na metade do século XX, houve a privatização das ferrovias sob controle das estatais. O marco deste processo foi a inclusão da RFFSA no Programa Nacional de Desestatização (PND), por meio do Decreto no 473/1992.

O edital de desestatização da Malha Nordeste da RFFSA, sob a modalidade de concessão do serviço público de transporte ferroviário de cargas, junto com arrendamento de bens operacionais e a compra e venda de bens de pequeno valor, foi publicado no Diário Oficial da União – DOU nº 82 de 02/05/1997. (Fonte: UNICAMP 2011).

4.2. HISTÓRIA DA FERROVIA TRANSNORDESTINA LOGÍSTICA S.A. (FTL)

No leilão realizado em 18/07/1997 a Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN) obteve a concessão da Malha Nordeste, sendo a outorga dessa concessão efetivada pelo Decreto Presidencial de 30/12/1997, publicado no Diário Oficial da União de 31/12/1997, data da assinatura do Contrato de Concessão e do Contrato de Arrendamento. A empresa iniciou a operação dos serviços públicos de transporte ferroviário de cargas em 01/01/1998, possuindo a concessão do mesmo até 2027.

De acordo com os editais para seleção de empresas para concessão do serviço público de transporte ferroviário de carga, os vencedores do leilão tinham que constituir sociedade específica para a assunção da concessão, previamente à celebração do contrato com o Poder Concedente, e, no prazo de até dois anos, contados da assinatura do contrato de concessão, transformar a concessionária em companhia aberta e obter seu registro para negociação em Bolsa de Valores. Outra obrigação do vencedor do certame é alienar aos empregados até 10% de cada espécie das ações que constituírem o capital da concessionária, mediante o pagamento equivalente a 30% do preço de emissão de cada ação. (Fonte: CFN (2019)).

O vencedor da licitação, grupo que forma a empresa à qual foi outorgada a concessão da Malha Nordeste, foi composto pelos acionistas:

- Taquari Participações

- Companhia Siderúrgica Nacional
- Companhia Vale do Rio Doce
- ABS Empreendimento, Participações e Serviços S/A.

A FTL” ou “Companhia” é uma Sociedade Anônima de Capital Aberto, registrada na Comissão de Valores Mobiliários (CVM), com sede em Fortaleza - CE, constituída em 29 de outubro de 2012, com o objetivo de explorar, por concessão onerosa, o serviço público de transporte ferroviário de carga nas faixas de domínio da Malha Nordeste, sendo controlada direta da Companhia Siderúrgica Nacional S.A. (CSN) que detém 92,38% do seu capital social, seguida pela empresa Taquari Participações S.A detentora de 7,62%.

A malha ferroviária da FTL tem sua origem na privatização da Malha Nordeste em 31 de dezembro de 1997, pela Companhia Ferroviária do Nordeste S.A – CFN (anterior razão social da Transnordestina Logística S.A. - TLSA), que incorporou os ativos existentes e o direito de concessão da malha ferroviária da antiga Rede Ferroviária Federal – RFFSA até 2027.

Essa concessão previa os trechos ferroviários São Luís - Mucuripe, Arrojado - Cabedelo e Macau – Recife (Malha I). Posteriormente a TLSA empreendeu esforços e investimentos na construção da nova ferrovia denominada Transnordestina, compreendendo os trechos ferroviários Missão Velha - Salgueiro, Salgueiro - Trindade, Trindade - Eliseu Martins, Salgueiro - Porto de Suape e Missão Velha - Porto de Pecém (Malha II), como pode ser visualizado na figura a seguir.

Figura 4 - Mapa Ferroviário FTLSA/TLSA



Fonte: Arquivos FTLSA (2000)

Em 20 de setembro de 2013 foi autorizada pela ANTT (Agência Nacional de 31 Transportes Terrestres) no âmbito do acordo de Investimentos, pela Companhia Siderúrgica Nacional – CSN (controladora da FTL), Valec Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. e o Fundo de Desenvolvimento do Nordeste - FDNE, a Cisão da concessão para exploração e desenvolvimento do serviço público de transporte ferroviário de carga da Malha Nordeste, composta pela Malha I e Malha II, e a Cisão Parcial da TLSA, através das resoluções no 4.041/2013 e no 4.042/2013 e da deliberação no 37/2013.

A cisão fez parte de uma proposta de segregação de ativos e passivos da Malha I e Malha II, sendo aprovada pelos acionistas da Cindida no dia 27 de dezembro de 2013. A FTL incorporou os ativos e passivos da Malha I, composta pelos seguintes trechos: São Luís – Altos (LTSL), Altos – Fortaleza (LTNF), Fortaleza – Sousa (LTSF), Arrojado - Crato (Ramal do Crato), Sousa – Recife (LTNR), Itabaiana – Cabedelo

(Ramal de Cabedelo), Paula Cavalcante – Macau (Ramal de Macau), Jorge Lins – Salgueiro (LTCR) e Recife – Propriá (LTSR).

Na sua área geográfica de atuação, a FTL é prestadora de serviços relevantes no setor de logística de carga geral, com ênfase no transporte ferroviário de granéis líquidos e granéis sólidos, oferecendo uma solução integrada de transporte, armazenagem e embarque. Atualmente a FTL possui malha ferroviária operacional que conecta os estados do Maranhão, Piauí e Ceará ao longo de 1.191 quilômetros. Os demais trechos ferroviários, que compõem a Concessão nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas estão com tráfego suspenso e em processo de negociação para sua devolução junto a ANTT e DNIT.

Atualmente, a FTL conta com sete terminais multimodais operacionais, incluindo os importantes terminais de Itaqui (São Luís/MA), Pecém (São Gonçalo do Amarante/CE) e Mucuripe (Fortaleza/CE), locais estratégicos para a sua atuação devido à proximidade com seus clientes, bem como com a malha rodoviária e ferroviária.

A Ferrovia Transnordestina Logística (FTL) é uma empresa privada que transporta cargas ferroviárias desde 1998, escoando produtos de forma segura, regular e com custos competitivos. Ela tem a concessão da Malha Nordeste da antiga Rede Ferroviária Federal S.A. que foi privatizada em 1997.

A linha ferroviária em operação atualmente, com 1.237 km em bitola métrica, liga os portos de Itaqui (São Luis / MA), Pecém (São Gonçalo do Amarante / CE) e Mucuripe (Fortaleza / CE), promovendo a integração e dinamizando a economia regional. A FTL movimenta cargas com 105 locomotivas e 1.377 vagões.

As concessionárias ferroviárias são oriundas, em sua maioria, do processo de desestatização da extinta Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA). O modelo adotado no processo de desestatização da RFFSA promoveu a celebração de dois tipos de contratos com o poder concedente.

Um dos contratos trata da concessão dos serviços de transportes ferroviários

de cargas e passageiros onde são estabelecidas as cláusulas para operação e os valores de outorga que devem ser pagos ao poder concedente pela concessionária. O segundo contrato é de arrendamento dos bens pré-existentes e operados pela RFFSA, e trata da vinculação destes na prestação dos serviços ferroviários de transporte. Embora existam dois contratos com formas jurídicas distintas, a essência econômica de ambos é uma só, ou seja, a obtenção do direito de exploração do serviço público de transporte ferroviário de cargas e passageiros, assim devem ser tratados como sendo um só.

Segundo o Contrato Regulador dos Procedimentos, ou Contrato Regulador da Transição, estabelecido entre a RFFSA e o vencedor do leilão (A CFN ainda não existia), especifica na sua Cláusula Terceira – DOS BENS A SEREM ARRENDADOS que o licitante vencedor faria a seleção, conferência e identificação do estado de conservação dos bens vinculados à Malha Nordeste que seriam transferidos pela RFFSA para compor o arrendamento. Esses bens foram classificados em operacionais e não operacionais:

Bens não operacionais, ou seja, bens que apesar de serem de propriedade da RFFSA, foram considerados não necessários à prestação do serviço público de transporte ferroviário de cargas. A única responsabilidade da Concessionária sobre esses bens que estivessem dentro de áreas operacionais foi de guarda por 12 meses, conforme cláusula quarta do contrato regulador da transição.

Bens necessários à prestação do serviço público de transporte ferroviário de cargas e sendo a Concessionária da MALHA NORDESTE a responsável pela sua guarda, segurança, conservação e manutenção.

A Concessionária poderia devolver qualquer bem arrendado que fosse desvinculado da prestação do serviço concedido ao longo do prazo da concessão, sucateado ou não, excetuada a sucata da superestrutura da via permanente das linhas em operação (cláusula do Contrato de Arrendamento nº 071/97).

4.3. CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DA FTL

A bitola da via permanente é métrica em toda sua extensão, havendo um pequeno trecho em São Luís, próximo ao porto do Itaqui que é em bitola mista, na figura 5, pode ser observado o exemplo de bitola mista. A superestrutura das linhas era composta predominantemente por trilhos TR-37, em barras de 12 m, assentadas sobre dormentes de madeira e concreto, distribuídos à taxa de 1.700 unidades por km. A fixação predominante feita com pregos de linha e em 46% da via o lastro é de pedra bitolada. A Malha Nordeste conta com 664 pontes e viadutos, ditos obras de artes especiais (OAE).

Para os atuais 1.220 km de via férrea que estão operacionais na FTL conforme figura a seguir, entre linhas tronco e ramais, quase 500 km são de lastro de terra e 210 km constituídos de trilhos TR 32 ou TR37. A predominância da via férrea é de dormentes de madeira com fixação rígida (pregos) e sem placas de apoio.

Em 2022, a empresa transportou 2,9 milhões de toneladas úteis (TU), dos quais 1,7 milhão de celulose, 578 mil de combustíveis e 280 mil de cimento e 171 mil de clínquer. (FTL, 2023).

Figura 5 - Mapa Ferroviário Malha Nordeste operacional da FTL



Fonte: FTL (2023)

“A quilometragem da Malha considera a marcação RFFSA. Ex: O marco de Km no trecho São Luís/Teresina inicia no Km 12 São Luís e se encerra no km 494 - Altos- Pí. Já o marco Km do trecho Fortaleza/Teresina, inicia no Km 9 em Fortaleza e se encerra também em Altos-Pí no Km 696.

Entretanto, desde 2013, mais fortemente a FTL vem atuando na estratégia de manutenção da via férrea de uma forma mais focada. A começar pela prioridade de recuperação de suas vias nos trechos de São Luís a Fortaleza e com ênfase maior, incluindo investimentos, aos trechos de São Luis a Teresina, onde circulam os trens com derivados de petróleo. O foco da manutenção tem se dado pela atuação prioritária nos locais críticos identificados pelos acidentes, com prioridade para travamento com dormentes, substituição do lastro de terra por lastro de brita, bem como pela substituição de trilhos de perfil TR-32 para perfis superiores a TR-45.

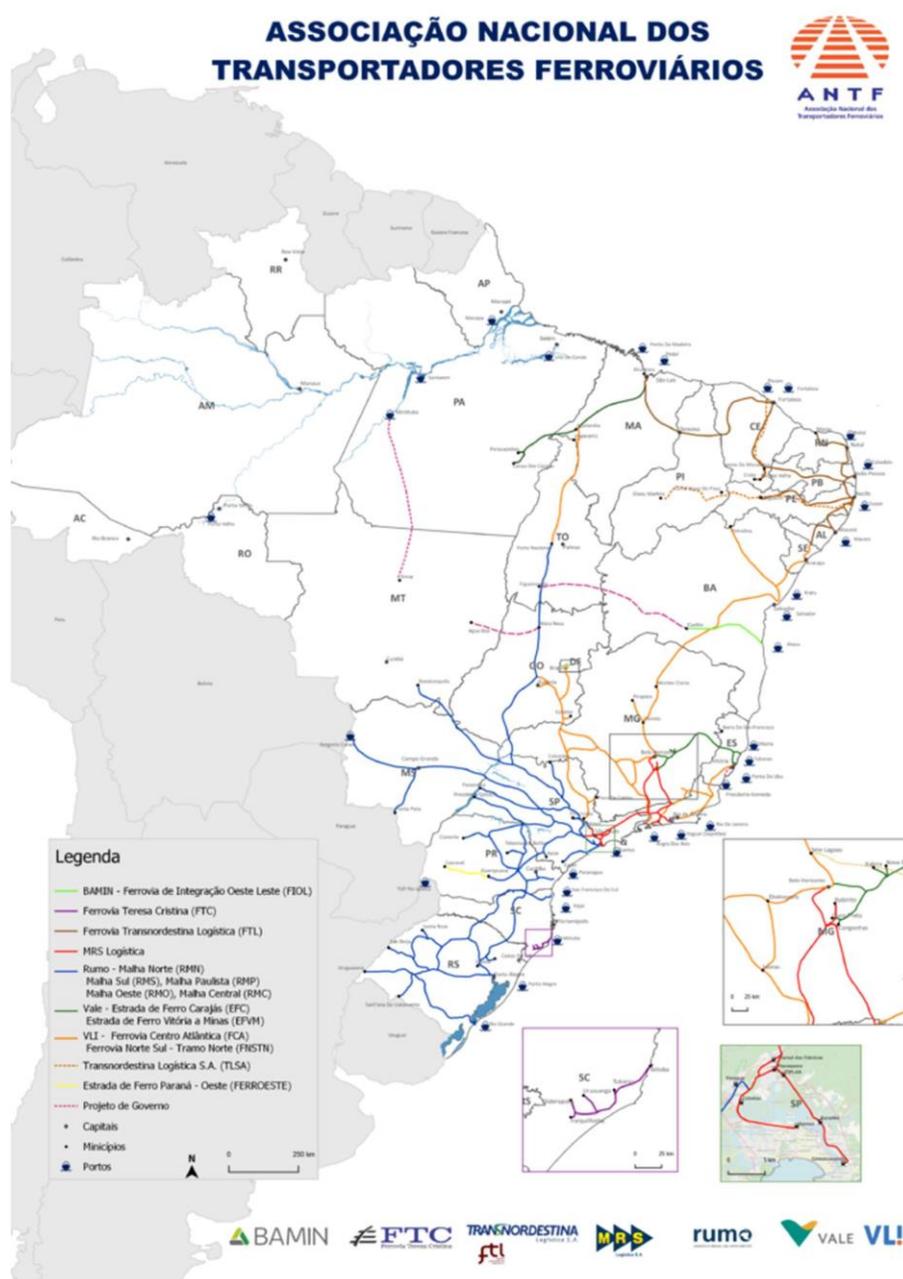
O controle de investimentos comparado aos resultados em número de ocorrências, demonstra a decisão acertada da FTL em dar maior foco em investimentos nos trechos do transporte de produtos perigosos. A redução de quase 50% no número de ocorrência nos trechos da LTSL (Linha tronco São Luis), permitiram a operação de trens sem impactos ambientais e com um melhor atendimento aos principais clientes da FTL. Os resultados obtidos com a redução de ocorrências em toda malha mostram que, mesmo para uma disponibilidade menor de recursos, a aplicação destes investimentos nos locais mais emergentes e utilizando conceitos de engenharia, corroboraram para a mudança operacional e de resultados na FTL. Em dezembro de 1996 a Malha Nordeste contava em seus ativos com 112 locomotivas a diesel (44 delas se encontravam em bom estado e 19 demandavam reparos médios, em sua grande maioria eram locomotivas da década de 50 e 60. As demais 49 requeriam reparos grandes) e 1.919 vagões (1.780 eram utilizados em serviços remunerados e 139 em serviços não remunerados). Para reparo e manutenção dos materiais rodantes, a Malha Nordeste dispunha de um parque 7 oficinas e 7 Postos de Revisão.

Em julho de 2017, a FTL conta em seus ativos com uma frota de 107 locomotivas, sendo delas 91 operacionais e 16 não operacionais. Conta ainda com uma frota de 1740 vagões, sendo 1364 vagões operacionais e 376 não operacionais.” FONTE FTL (2019).

4.4. CENÁRIO FERROVIÁRIO ATUAL

Conforme informação da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários - ANTF – (2023), o Brasil possui hoje 29.320 km que conectam o quadrilátero férreo nacional, amargando uma involução na malha ferroviária nas últimas seis décadas. A figura a seguir, mostra o atual mapa ferroviário brasileiro.

Figura 6 - Mapa Ferroviário Brasileiro.



Fonte: ANTF (2023).

Como um dos meios mecanizados de transporte precursores na movimentação de carga no mundo, o transporte ferroviário, ainda representa um papel fundamental na logística mundial. As grandes potências econômicas do mundo têm a ferrovia como um dos fortes meios de transporte de cargas.

A figura 7 evidencia as oportunidades de crescimentos do setor ferroviário na matriz do transporte de carga no Brasil. A comparação é entre países do mesmo porte territorial.

Figura 7 - Matriz de Transporte de cargas.



Fonte: ANTF (2023)

Os Estados Unidos possuem a maior malha ferroviária do mundo, cerca de 293 mil quilômetros, como exposto na figura abaixo. O país também lidera na movimentação de cargas. Em 2016, segundo dados da Association of American Railroads (AAR), as ferrovias dos Estados Unidos transportaram 2.551.518 milhões de TKU, volume 9,9% inferior ao de 2015 (2.805.960 milhões de TKU).

Figura 8 - Densidade das Malhas Ferroviárias.

DENSIDADE DAS MALHAS FERROVIÁRIAS

	Área (milhões km ²)	Ferrovias (mil km)	Ferrovias/Áreas (km/ 1.000 km ²)
 EUA	9,83	293,56	29,8
 Índia	3,29	68,53	20,8
 África do Sul	1,22	20,99	17,2
 Argentina	2,78	36,92	13,3
 China	9,60	124,00	13,2
 México	1,96	15,39	7,8
 Canadá	9,98	77,93	7,8
 Rússia	17,1	87,16	5,1
 Austrália	7,74	36,97	4,8
 Brasil	8,52	29,18	3,4

Fonte: Cia World Factbook e ANTF.

Fonte: CIA WORLD FACTBOOK e ANTF (2023).

Não obstante dos outros países, mesmo com uma malha ferroviária limitada, no Brasil as ferrovias de carga vêm registrando elevado ganho de produtividade, ganhos esses motivados pelos investimentos realizados nas últimas duas décadas em material rodante e retomada de novos traçados.

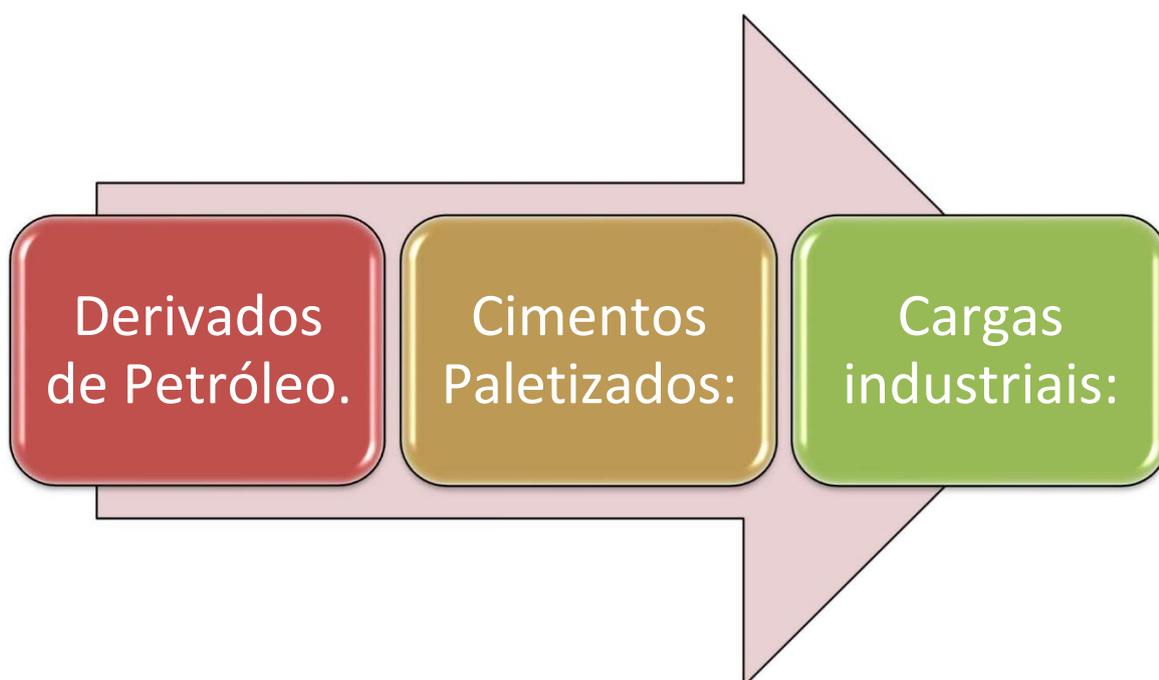
Portanto desenvolver projetos voltados para alta eficiência, objetivando uma maior produtividade e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para impulsionar a logística ferroviária, torna-se uma obrigação do setor ferroviário promover a inovação na gestão e transformação digital.

O projeto aplicativo em questão, visa assegurar eficiência dos processos da Ferrovia Transnordestina Logística S.A, dentro de um dos seus principais pátios.

A FTL utiliza locomotivas e vagões para o transporte de diferentes tipos de

carga. As locomotivas utilizadas incluem as locomotivas diesel-elétricas, que são comumente empregadas em ferrovias de carga ao redor do mundo. Quanto aos vagões, a FTL utiliza uma variedade de modelos, incluindo vagões graneleiros, *Hoppers* do tipo HTC para o transporte de grãos, vagões tanque para derivados de petróleo (diesel, gasolina e diesel) e vagões plataforma para cargas diversas. A Ferrovia Transnordestina Logística foi projetada para transportar uma variedade de cargas, tanto de natureza agrícola quanto industrial. Entre as principais cargas transportadas estão:

Figura 9 - Principais cargas transportadas



Fonte: O autor (2023)

- Derivados de Petróleo: A ferrovia transporta combustíveis, carregando no Porto do Itaqui em São Luís, Maranhão, com destino à Teresina no Piauí;
- Cimentos Paletizados: A FTL também desempenha um papel fundamental no transporte de produtos da construção civil e seus insumos. Com carregamento nas cidades de Sobral e São Gonçalo para atendimento das cidades de Teresina e São Luís;
- Cargas industriais: Além disso, a ferrovia é capaz de transportar cargas industriais, como produtos siderúrgicos, com carregamento no Porto do

cerca de 40% do PIB do estado. O estado é um grande produtor de soja, milho, arroz, feijão, algodão e cana-de-açúcar. O turismo é outro setor importante da economia do Piauí. A indústria é o terceiro setor mais importante da economia do Piauí. O estado abriga uma série de indústrias, incluindo a indústria de alimentos, a indústria de bebidas, a indústria de têxteis e a indústria de calçados.

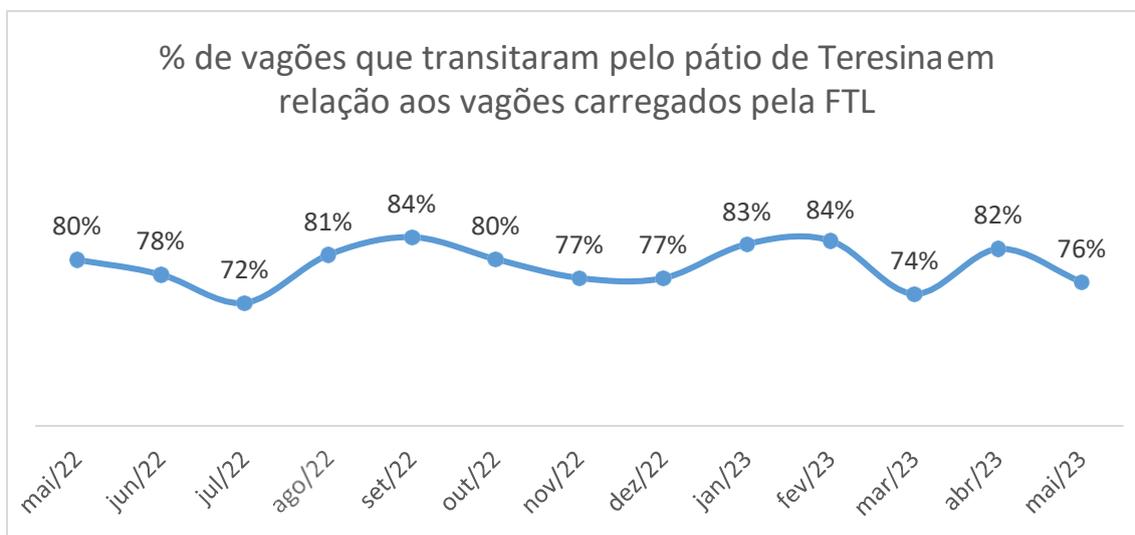
Nos últimos anos, a economia do Piauí tem crescido a um ritmo acelerado. O estado tem atraído investimentos estrangeiros e tem desenvolvido uma série de políticas públicas para incentivar o crescimento econômico. A FTL, como transportadora, contribui diretamente nesse desenvolvimento do estado realizando o transporte das mercadorias para a região.

Um estudo realizado pela FTL em parceria com os principais *players* de combustível da região demonstrou que, aproximadamente, 69% de todo o combustível consumido no estado, principalmente no setor de agricultura e industrial, chega ao estado através da Ferrovia Transnordestina. No setor industrial, 54% de produtos siderúrgicos (bobinas de aço, vergalhões, tarugos), também chegam ao estado pelo modal ferroviário.

A malha operacional da FTL atua de São Luís (MA) até Fortaleza (CE), e devido ao pátio de Teresina estar localizado no meio da malha, além das mercadorias que possuem como origem/destino o pátio de Teresina, também circulam por esse pátio outros diversos vagões com mercadorias para outros destinos ao longo da ferrovia.

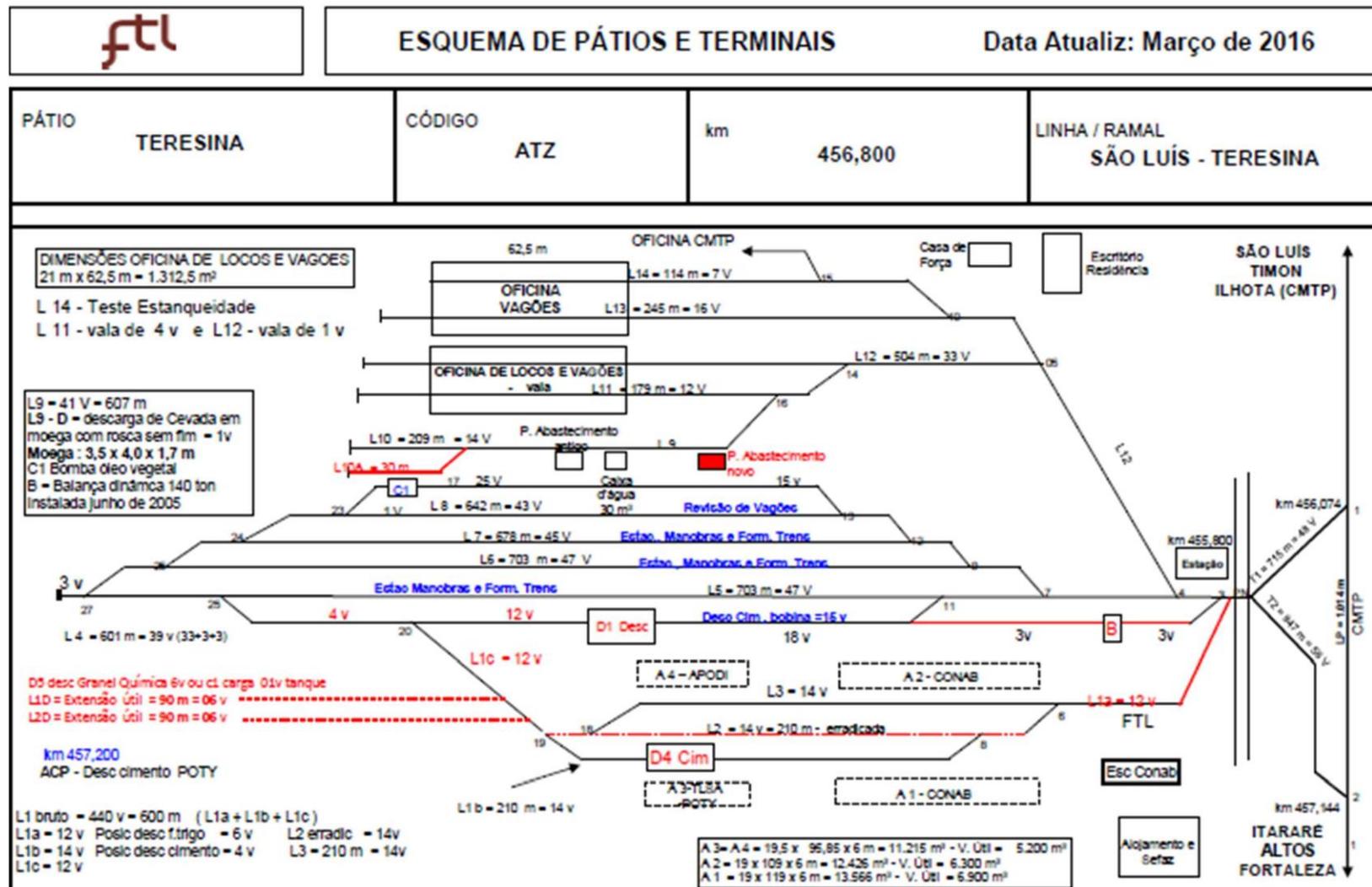
Conforme a figura a seguir, cerca de 79,1%, em média, de todos os vagões carregados pela FTL transitam todos os meses pelo pátio de Teresina.

Figura 11 - Movimentação de Vagões Carregados no Pátio



Fonte: FTL (2023), adaptado pelos autores

Figura 12 - Esquema de Pátios da FTL em Teresina



Fonte: FTL (2023)

4.5.2. ATIVIDADES DO PÁTIO DE TERESINA

O pátio de Teresina possui capacidade física de receber 265 vagões e locomotivas de forma simultânea. Diariamente as atividades a seguir são realizadas no pátio:

- Recebimento de trens;
- Formação de trens;
- Descarga de vagões com combustíveis;
- Descarga de vagões com produtos siderúrgicos;
- Descarga de vagões com cimento em sacos;
- Descarga de vagões com contêineres;
- Carga de vagões com contêineres;
- Manutenção mecânica de locomotivas;
- Manutenção mecânica de vagões;
- Abastecimento de locomotivas;
- E outras atividades operacionais necessárias.

Devido a quantidade de veículos, e as atividades elevadas desempenhadas diariamente, o excesso de manobras realizadas para atender todas as demandas do pátio tem se tornado um gargalo, tendo, em dias de congestionamento, ter que escolher sobre qual prioridade seguir para conseguir atender todas as atividades do dia.

Figura 13 - .Visão aérea do Pátio de Teresina



Fonte FTL (2023)

Figura 14 - .Visão Geral da entrada do Pátio de Teresina



Fonte FTL (2023)

Figura 15 – Visão da Área central do Pátio de Teresina



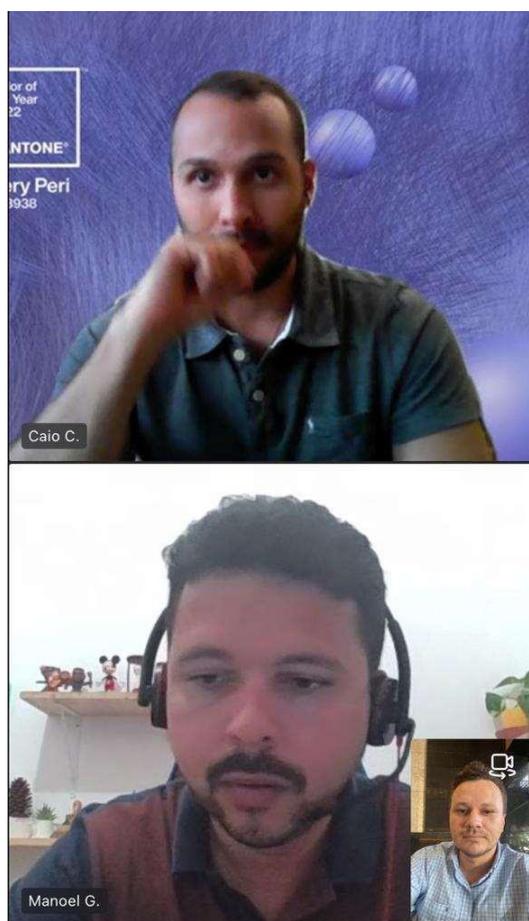
Fonte FTL (2023)

4.6. ESTUDO DE CASO / REALIDADES ORGANIZACIONAIS

4.6.1. ESTUDO DE CASO EM OUTRAS FERROVIAS:

Com o objetivo de buscar referências e melhores práticas para aprimorar a produtividade e segurança nas operações de um pátio ferroviário, foi realizada uma entrevista com um representante de outra ferrovia, para conhecermos seu modelo de operação e gestão nos pátios, bem como suas tecnologias e metodologias atreladas ao processo, com esse conhecimento adquirido é possível buscarmos essas correlações e entender se existem ganhos em adotarmos algum processo eficiente e de sucesso que é utilizado em sua ferrovias. O encontro ocorreu virtualmente, momento rico de troca de conhecimento e experiências, sendo elucidado o processo de logística de vagões e as oportunidades de melhoria destes processos nos pátios ferroviários.

Figura 16 – Foto da Reunião com Outra Ferrovia de Carga



Fonte: Os autores (2023)

4.6.2. CONTEXTO DA FERROVIA ENTREVISTADA

A ferrovia em questão opera com transporte de cargas em vagões de um único tipo de carga, minério de ferro, o que reduz a variabilidade e complexidade das operações em comparação ao cenário observado na ferrovia onde o estudo está sendo conduzido, essa particularidade evidenciou ganhos significativos do tempo de entrada e saídas de vagões do pátio, uma vez que é reduzido de forma significativa as variáveis de gestão e manobras, outro fato relevante é o investimento em sistemas automáticos, eliminado sempre que possível o fator humano.

✓ **Tecnologias e Práticas Identificadas**

- **Tecnologia de Inspeção e Recebimento dos Vagões:** A ferrovia possui uma tecnologia avançada de inspeção e recebimento dos vagões. Além de verificar quais vagões chegaram e suas respectivas posições, eles também realizam manutenção preditiva, monitorando a temperatura dos rolamentos, e inspeção de itens padrões, como o desgaste de sapatas, altura de engates e chassis. Essa prática contribui para a detecção precoce de problemas e ações corretivas mais eficientes, reduzindo assim os tempos de inspeção humanas e redução de acidentes ferroviários, uma vez que esses sistemas de detecção são instalados ao longo da via e avaliam o comportamento dinâmico, tornando-se uma análise mais eficiente, comparando com as inspeções estáticas nos pátios, muitas vezes algumas falhas não são perceptíveis aos técnicos. Esses sistemas quando identificam falhas, enviam alarmes ao CCO – Centro de Controle Operacional, que por sua vez sinalizam aos operadores e a manutenção, podendo assim planejar a melhor estratégia para intervenção e avaliação de criticidade.
- **Sistema de Circulação e Freio Automatizado:** A tecnologia que permite o corte dos vagões na composição e a circulação por gravidade com freio automático sem intervenção humana é um destaque importante para o aumento da segurança e eficiência nas operações. Essa automatização reduz o risco de falhas humanas e possibilita o uso

mais eficiente dos recursos. É importante ressaltar que esse processo de movimentações e cortes de vagões automáticos tem grande viabilidade em processos com poucas variáveis, funcionando bem para o caso da ferroviária conversada, onde possui somente um tipo de vagão e carregamento.

- **Inspeção Humana Complementar:** Mesmo com tecnologias avançadas, a ferrovia ainda mantém pontos de inspeção humana para verificar aspectos que possam não ter sido captados pelo sistema de câmeras. Essa combinação entre tecnologia e inspeção humana assegura uma abordagem mais abrangente e confiável, reduzindo o tempo de inspeção humano devido ao completo das inspeções por câmeras.
- **Definição de Lógica nas Linhas do Pátio:** A outra ferrovia possui uma estratégia bem definida para cada linha do pátio em questão, atribuindo funções específicas a cada uma delas. Essa organização facilita o fluxo das operações, tornando os processos mais fluidos e evitando conflitos de atividades, tendo como resultado a economia de mão de obra.
- **Plano de Manobra Manual com Meta de Produtividade:** Interessante notar que, apesar do alto grau de automação em várias áreas, o plano de manobra ainda é realizado manualmente pelo programador de manobras. O entrevistado mencionou que há uma meta de receber 01 trem por hora e que o processo é baseado em uma lógica empírica, mas não descartou a possibilidade de alguma metodologia ser aplicada.

✓ Conclusão do ESTUDO DE CASO

A entrevista com o representante da outra ferrovia proporcionou uma visão valiosa sobre tecnologias e práticas utilizadas para melhorar a produtividade e segurança nas operações de um pátio ferroviário com características diferentes, reforçando a importância da tecnologia como alinhada aos processos de gestão, e a relevância de uma análise profunda do seu processo para enxergar as oportunidades, uma vez que as particularidades muitas vezes são limitantes para implementarmos processos iguais, porém são norteadores para adaptações e correlações para criação de projetos específicos. A aplicação do PERT/CPM terá um ganho na estratégia para aprimorar as operações de um pátio ferroviário, identificando atividades críticas,

analisando riscos, otimizando sequenciamento de atividades e realizando simulações para tomadas de decisão mais embasadas.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 Aplicação do PERT/CPM NO PRESENTE ESTUDO

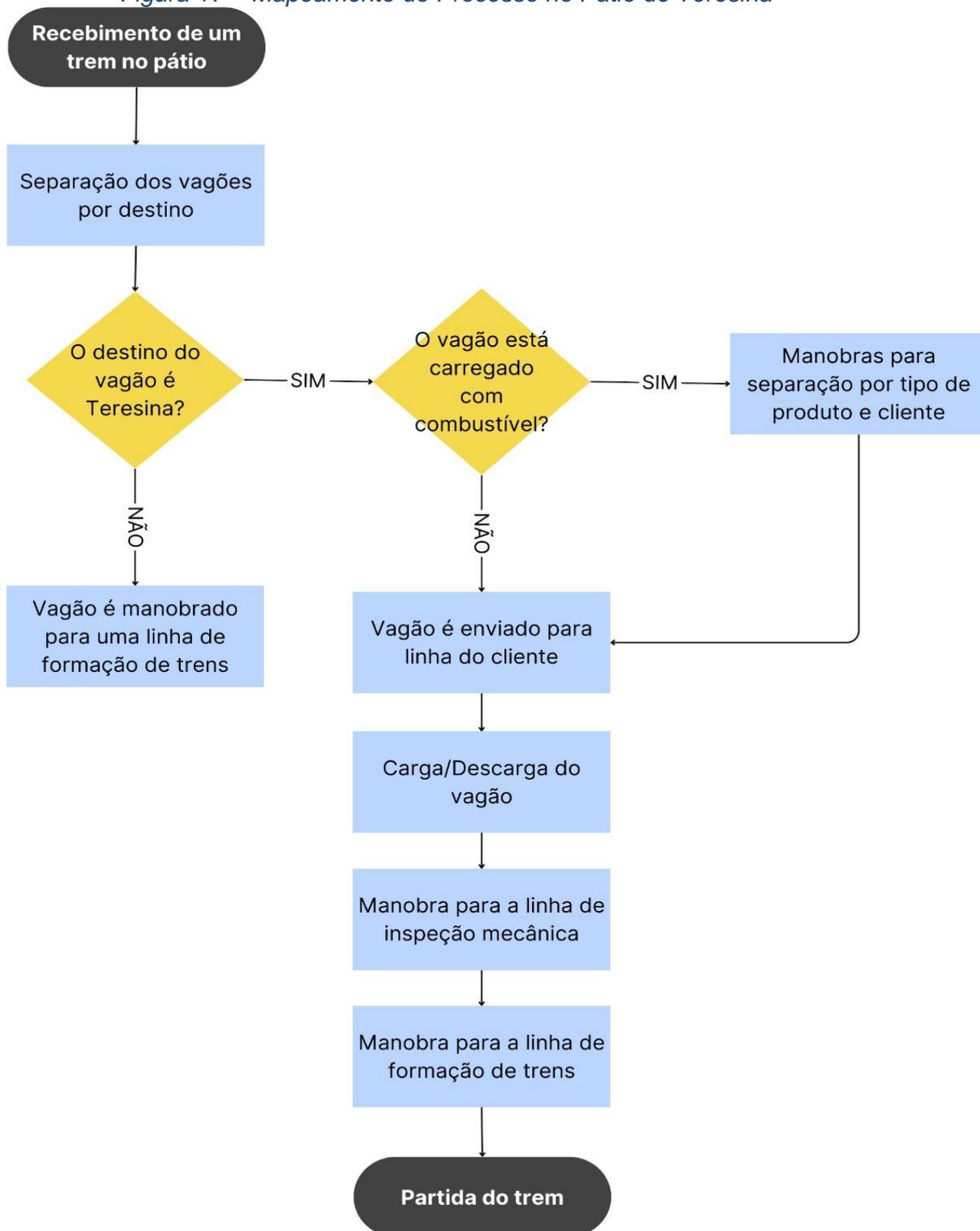
Foram mapeados os tipos de trem que circulam no pátio. Dois tipos de trens são recebidos diariamente. Eles possuem o seguinte padrão:

1. Trem com carga geral:
 - a. 3 Locomotivas;
 - b. 45 vagões carregados com cimento, produto siderúrgico, contêiner, e demais cargas gerais.

2. Trem com combustível:
 - a. 3 Locomotivas;
 - b. 55 vagões carregados com combustível.

Os vagões que chegam carregados possuem, aproximadamente, 44 toneladas de carga em seu interior. O mapeamento do processo está descrito na figura 17 abaixo:

Figura 17 – Mapeamento do Processo no Pátio de Teresina



Fonte: Os autores (2023)

Segue descrição da aplicação da metodologia PERT/CPM no pátio de Teresina da Ferrovia Transnordestina em estudo:

- **Identificação das atividades:** foram identificadas todas as atividades necessárias para entender o processo e a organizar essas atividades em uma sequência lógica, com o objetivo de desenvolver um plano de gerenciamento de processos que seja mais eficiente.
- **Identificação das atividades críticas:** O caminho crítico é o caminho mais longo através da rede e é o caminho que determina o tempo de duração do projeto. Ao identificar as atividades críticas, foi possível concentrar os esforços nessas atividades e garantir que elas sejam concluídas no tempo.
- **Gerenciamento de risco:** identificou-se os riscos potenciais associados ao processo com objetivo de desenvolver planos para mitigar esses riscos. Isso pode ajudar a reduzir a probabilidade de acidentes, atrasos de manobras, e excesso de hora extra.

Na tabela 1, a seguir, é possível observar as atividades identificadas no pátio durante o processo operacional:

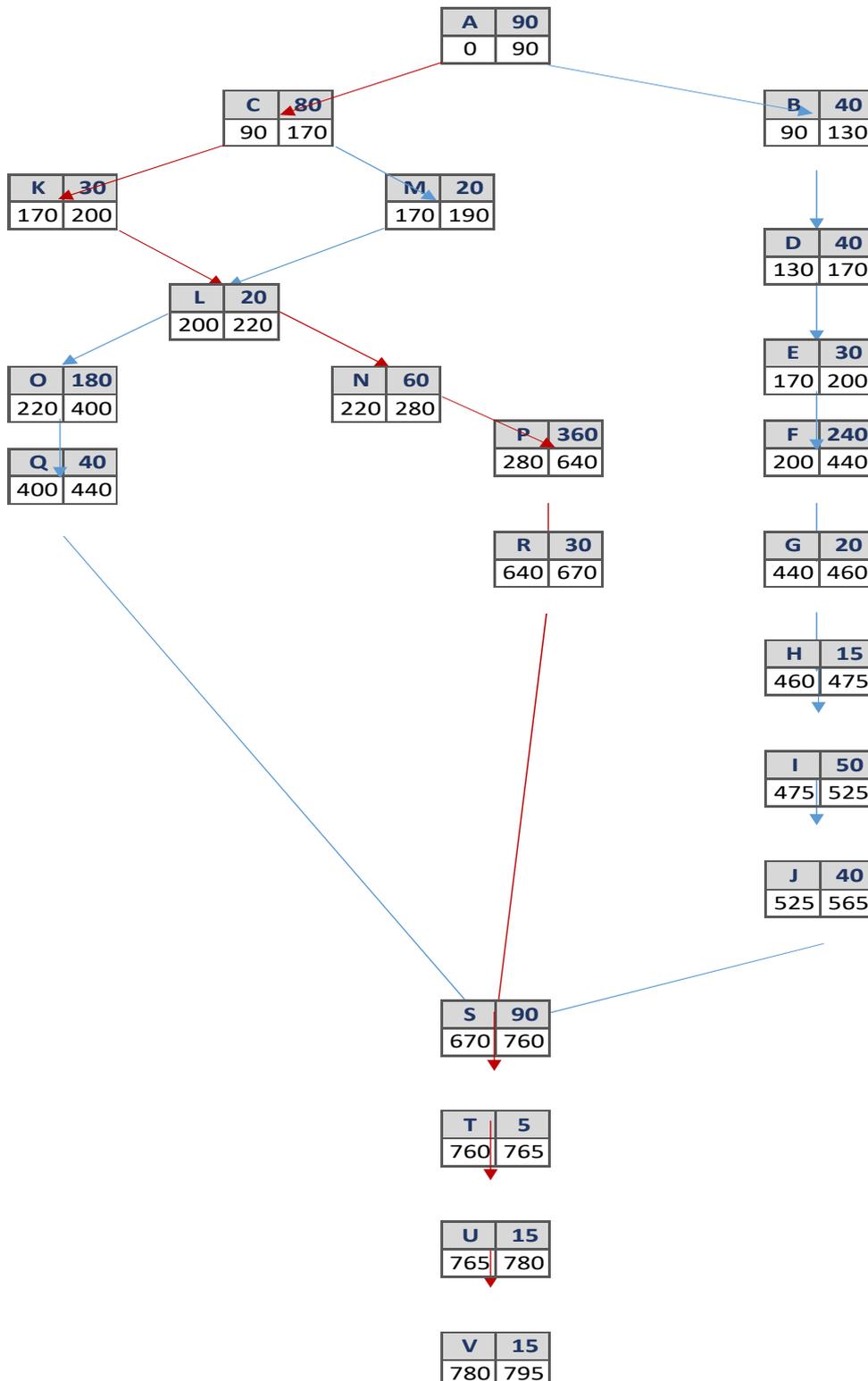
Tabela 1 – Sequência e Duração das Atividades Principais realizadas no Pátio

Item	Atividade	Predecessora	Duração (minutos)	Duração (horas)
A	Separação do trem no Pátio	-	90	1,5
B	Envio de locomotivas para a Oficina	A	40	0,7
C	Separação de vgs por cliente	A	80	1,3
D	Inspeção da locomotiva	B	40	0,7
E	Separação do material p/ manutenção	D	30	0,5
F	Realização da manutenção	E	240	4,0
G	Teste após manutenção	F	20	0,3
H	Manobra para abastecimento	G	15	0,3
I	Realização do abastecimento	H	50	0,8
J	Manobra para linha de formação de trem	I	40	0,7
K	Manobra de encoste de vgs do Cimento	C	30	0,5
L	Análise da qualidade da carga	K	20	0,3
M	Manobra de encoste de vgs do Combustível	C	20	0,3
N	Manobra de separação de vgs com outro destino	M	60	1,0
O	Descarga Cimento	K	180	3,0
P	Descarga vgs Combustível	O	360	6,0
Q	Manobra para linha de formação de trem do combustível	O	40	0,7
R	Manobra para linha de formação de trem carga Geral	M	30	0,5
S	Formação do trem	Q,R,J	90	1,5
T	Acionamento de equipe	S	5	0,1
U	Revisão de composição	T	15	0,3
V	Solicitar autorização de partida ao Centro de Controle	U	15	0,3

Fonte: Os autores (2023)

Logo em seguida, elaborou-se o diagrama de fluxos das atividades PERT – CPM, sendo possível identificar quais as atividades críticas/gargalos. Essas atividades críticas, estão evidenciadas com sinalização em vermelho, conforme a figura 18 a seguir:

Figura 18 – Aplicação do Diagrama PERT / CPM



Fonte: Os autores (2023)

6 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Após mapear os processos, identificar os pontos críticos, realização de pesquisa de benchmarking e através da aplicação do PERT/CPM, apresenta-se uma proposta de melhoria na operação do pátio. Listou-se um conjunto de ações, com os respectivos responsáveis, prazos, estimativa de custos e tempo de contribuição de redução de tempo da melhoria implementada. Optou-se por apresentar a proposta utilizando o modelo 5W2H.

O modelo 5W2H é uma ferramenta de gestão e planejamento que visa estruturar e organizar as atividades necessárias para a execução de um projeto, tarefa ou plano de ação. O termo "5W2H" é derivado das iniciais em inglês de sete perguntas que ajudam a abordar os principais aspectos do planejamento. Essas perguntas fundamentais são:

- What (O quê): Refere-se à definição clara do que será feito. É a descrição da atividade ou tarefa em si.
- Why (Por quê): Pergunta sobre a razão ou justificativa para a realização da tarefa. Qual é o objetivo ou propósito por trás da ação?
- Where (Onde): Determina o local onde a atividade será realizada. Isso pode ser um local físico ou uma área específica de um processo.
- When (Quando): Define o prazo ou a temporalidade da atividade. Quando a tarefa deve ser concluída?
- Who (Quem): Identifica as pessoas responsáveis pela execução da tarefa. Quem será o responsável por cada aspecto da atividade?

Além das cinco perguntas acima, o modelo 5W2H inclui duas perguntas adicionais:

- How (Como): Descreve os métodos, processos ou abordagens que serão utilizados para realizar a tarefa. Qual é a maneira pela qual a atividade será executada?
- How much (Quanto): Indica os recursos financeiros ou materiais necessários para a conclusão da tarefa. Quanto custará a execução da atividade?

Ao responder a essas sete perguntas, as equipes e os gestores podem criar

um plano de ação abrangente, com uma compreensão clara de todas as facetas da tarefa ou projeto em questão.

O modelo 5W2H é frequentemente usado em contextos de gestão de projetos, processos e no desenvolvimento de planos estratégicos. Ele ajuda a evitar ambiguidades e a garantir que todos os aspectos críticos sejam considerados durante o planejamento e execução de uma iniciativa. Observar na tabela 2 a seguir o plano de ação desenvolvido pela FTL para o pátio de Teresina.

Tabela 2 – modelo 5W2H

Etapa	O quê?	Por quê?	Onde?	Quando?	Quem?	Como?	Quanto?	Tempo estimado com melhoria	Tempo Antes	Tempo Final
A - Separação do trem no Pátio (90)	Implementar marcações visuais para indicar locais de estacionamento de vagões e realizar treinamento.	Otimizar a organização dos vagões e agilizar a separação	No pátio ferroviário.	60 dias	Equipe de manobra, supervisores.	Instalar marcações visuais claras, como pinturas no chão. Realizar treinamento com a equipe de manobra.	R\$ 15.000,00	Redução para cerca de 70	90	70
B - Envio de locomotivas para a Oficina	Implementar triagem prévia das locomotivas e intensificar a manutenção preventiva.	Reduzir envios desnecessários e aumentar a disponibilidade das locomotivas.	No planejamento da manutenção e operação.	30 dias.	Planejadores de manutenção, equipe operacional.	Criar um processo de triagem e ajustar o cronograma de manutenção preventiva.	R\$ -	Redução para cerca de 30	40	30
C - Separação de vagões por cliente (60)	Implementar sistema de marcação visual nos vagões para identificar destinos.	Agilizar a separação e reduzir o tempo gasto em identificação.	Na área de separação de vagões.	60 dias	Equipe de separação de vagões, planejadores logísticos.	Colocar etiquetas ou códigos visuais nos vagões para identificar os destinos.	R\$ 10.000,00	Redução para cerca de 60	80	60
D - Inspeção da locomotiva (40 minutos)	Criar um checklist padronizado para a inspeção	Garantir uma inspeção sistemática e completa das locomotivas.	Na área de inspeção.	30 dias.	Equipe de inspeção, supervisores.	Criar um checklist detalhado que cubra todos os aspectos da inspeção.	R\$ -	Redução para cerca de 35	40	35
E - Separação do material para manutenção	Organizar previamente os materiais de manutenção por tipo e necessidade.	Agilizar a separação e minimizar o tempo de busca por materiais.	Na área de manutenção.	30 dias.	Equipe de manutenção, supervisores.	Criar um sistema de armazenamento organizado para os materiais de manutenção.	R\$ -	Redução para cerca de 25	30	25
F - Realização da manutenção (240)	Criar células de trabalho para diferentes tarefas de manutenção.	Permitir a execução simultânea de várias tarefas, reduzindo o tempo total.	Na área de manutenção.	90 dias.	Equipe de manutenção, planejadores de tarefas.	Identificar as tarefas que podem ser executadas simultaneamente e organizar as estações de trabalho de acordo.	R\$ -	Redução para cerca de 20	240	200
G - Teste após manutenção (20 minutos)	Padronizar o processo de teste e criar um registro eletrônico.	Garantir consistência nos testes e melhorar o acompanhamento dos resultados.	Na área de teste.	60 dias	Equipe de teste, supervisores.	Criar um protocolo de teste padronizado e um sistema de registro eletrônico.	R\$ -	Redução para cerca de 15	20	15
H - Manobra para abastecimento (15)	Minimizar a distância percorrida na manobra para abastecimento.	Agilizar o processo de manobra e economizar tempo.	Na área de abastecimento.	90 dias.	Equipe de abastecimento, supervisores.	Reorganizar a disposição das áreas de abastecimento para minimizar o deslocamento das locomotivas.	R\$ 50.000,00	Redução para cerca de 10	15	10
I - Realização do abastecimento (50)	Implementar um sistema de abastecimento mais eficiente.	Reduzir o tempo gasto no processo de abastecimento.	Na área de abastecimento.	90 dias.	Equipe de abastecimento, supervisores	Utilizar bombas de abastecimento de alta velocidade para reduzir o tempo necessário para cada locomotiva.	R\$ 120.000,00	Redução para cerca de 40	50	40
J - Manobra para linha de formação	Criar um plano de roteamento otimizado para as manobras.	Reduzir o tempo gasto em manobras desnecessárias e agilizar a formação do trem.	Na área de formação do trem.	60 dias	Equipe de formação do trem, planejadores logísticos.	Desenvolver um plano detalhado para otimizar o roteamento das manobras, considerando os destinos dos vagões.	R\$ -	Redução para cerca de 30	40	30
K - Manobra de encoste de vagões do Cimento.	Padronizar a manobra de encoste dos vagões do Cimento.	Garantir que a manobra seja realizada de forma eficiente e consistente.	Na área de encoste de vagões do Cimento.	40 dias	Equipe de manobra, supervisores.	Criar um procedimento padronizado para a manobra, detalhando os passos a serem seguidos.	R\$ -	Redução para cerca de 25	30	25
L - Análise da qualidade da carga (20)	Implementar um sistema de análise visual rápida da carga.	Identificar problemas de qualidade de carga de forma ágil.	Na área de análise de carga	30 dias.	Equipe de análise de carga, supervisores.	Criar critérios claros de análise e treinar a equipe para identificar problemas rapidamente.	R\$ -	Redução para cerca de 15	20	15
M - Manobra de encoste de vagões do Combustível.	Simplificar o processo de manobra para encostar os vagões do Combustível.	Reduzir o tempo gasto na manobra e melhorar a eficiência.	Na área de encoste de vagões do Combustível.	30 dias.	Equipe de manobra, supervisores.	Avaliar e otimizar os passos da manobra, eliminando etapas desnecessárias.	R\$ -	Redução para cerca de 15	20	15
N - Manobra de separação de vagões	Criar uma área dedicada para vagões com destinos diferentes.	Evitar manobras repetitivas e acelerar a separação.	Na área de separação de vagões.	60 dias	Equipe de separação de vagões, planejadores logísticos	Designar uma área específica para vagões com outros destinos e criar procedimentos de separação mais diretos.	R\$ -	Redução para cerca de 45	60	45
O - Descarga de Cimento (180 minutos)	Utilizar equipamentos de descarga mais eficientes e automatizados.	Agilizar o processo de descarga e reduzir o tempo total.	Na área de descarga de Cimento.	60 dias	Equipe de descarga, supervisores.	Investir em equipamentos automatizados, como esteiras transportadoras, para acelerar a descarga.	R\$ 400.000,00	Redução para cerca de 15	180	150
P - Descarga de vagões de Combustível	Implementar um sistema de agendamento para a descarga.	Evitar picos de demanda e reduzir o tempo de espera para descarga.	Na área de descarga de Combustível.	60 dias	Equipe de descarga, planejadores logísticos.	Criar um sistema de agendamento para a descarga de acordo com a capacidade de recebimento.	R\$ 60.000,00	Redução para cerca de 30	360	300
Q - Manobra para linha de formação	Implementar um plano de roteamento otimizado para as manobras.	Reduzir o tempo gasto em manobras desnecessárias e agilizar a formação do trem.	Na área de formação do trem.	60 dias	Equipe de formação do trem, planejadores logísticos.	Desenvolver um plano detalhado para otimizar o roteamento das manobras, considerando os destinos dos vagões.	R\$ -	Redução para cerca de 30	40	30
R - Manobra para linha de formação	Realizar uma análise de fluxo e reorganizar a disposição das áreas de formação de trem.	Reduzir o tempo gasto em manobras desnecessárias e agilizar a formação do trem.	Na área de formação do trem carga Geral.	60 dias	Equipe de formação do trem, planejadores logísticos.	Analisar a disposição atual das áreas de formação de trem e reorganizá-las para minimizar as manobras.	R\$ -	Redução para cerca de 25	30	25
S - Formação do trem (90 minutos)	Implementar comunicação eficiente entre as equipes envolvidas na formação do trem.	Evitar atrasos devido a informações desatualizadas.	Na área de formação do trem.	30 dias.	Equipe de formação do trem, supervisores.	Estabelecer canais de comunicação claros e eficazes entre as equipes para garantir que todos tenham informações atualizadas.	R\$ 60.000,00	Redução para cerca de 75	90	75
T - Acionamento de equipe (5 minutos)	Criar procedimentos claros para acionamento da equipe.	Evitar demoras na resposta às necessidades operacionais.	Na área de coordenação.	30 dias.	Equipe de coordenação, supervisores	Elaborar um procedimento documentado para o acionamento da equipe em diferentes situações.	R\$ -	Redução para cerca de 4	5	4
U - Revisão de composição (15 minutos)	Implementar um sistema digital para revisão de composição.	Agilizar o processo de revisão e reduzir o tempo necessário.	Na área de revisão de composição.	180 dias	Equipe de revisão, tecnologia da informação.	Desenvolver um aplicativo ou plataforma digital para registrar as informações de revisão.	R\$ 200.000,00	Redução para cerca de 10	15	10
V - Solicitar autorização de partida	Criar um processo automatizado para solicitar autorização.	Reduzir o tempo de espera pela autorização de partida.	Na área de solicitação de autorização.	180 dias	Equipe de solicitação, tecnologia da informação	Desenvolver um sistema automatizado que permita enviar solicitações e receber autorizações do Centro de Controle.	R\$ 200.000,00	Redução para cerca de 30	50	30
									1545	1239

Fonte: Os autores (2023)

6.1 RESULTADOS ESPERADOS

O conjunto de ações sugeridas após aplicação do PERT/CPM refletiu em um ganho de produtividade de 19,8%, onde o processo atual de 1.545 minutos poderá chegar a 1.239 minutos, gerando uma expectativa de aumento de receita para a companhia.

6.1.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE

○ Viabilidade operacional

Analisando toda aplicação da metodologia PERT/CPM, contemplando as etapas e as ações propostas, percebe-se que todas são factíveis de serem aplicadas, com exceção das atividades relacionadas ao desenvolvimento de tecnologias, implementação de softwares e algoritmos que necessitariam de uma fase de desenvolvimento e testes, com possibilidades de não performar dentro do esperado, sob o aspecto operacional.

○ Viabilidade financeira

O grupo optou por atuar em ações de baixo custo, com o objetivo de tornar a proposta com maior possibilidade de ser aplicada e ter a possibilidade de aferir os resultados das atividades planejadas versus realizadas. Do montante financeiro estimado, R\$ 1.115.000, 64% trata-se de ações com prazo máximo de três meses e o restante, em seis meses. Considerando o percentual de aumento de receita por aumento de eficiência operacional, em R\$ 133.800 mensais, o retorno sobre o investimento acontece em 09 meses, tornando factível a adoção do mesmo pela gestão da empresa de estudo.

7 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO

As atividades de proposta de melhorias foram tabuladas, com os respectivos responsáveis e datas, conforme cronograma da tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Cronograma de Execução

Melhoria	Responsável	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06
Implementar marcações visuais para indicar locais de estacionamento de vagões e realizar treinamento.	Equipe de manobra, supervisores.						
Implementar triagem prévia das locomotivas e intensificar a manutenção preventiva.	Planejadores de manutenção, equipe operacional.						
Implementar sistema de marcação visual nos vagões para identificar destinos.	Equipe de separação de vagões, planejadores logísticos.						
Criar um checklist padronizado para a inspeção	Equipe de inspeção, supervisores.						
Organizar previamente os materiais de manutenção por tipo e necessidade.	Equipe de manutenção, supervisores.						
Criar células de trabalho para diferentes tarefas de manutenção.	Equipe de manutenção, planejadores de tarefas.						
Padronizar o processo de teste e criar um registro eletrônico.	Equipe de teste, supervisores.						
Minimizar a distância percorrida na manobra para abastecimento.	Equipe de abastecimento, supervisores.						
Implementar um sistema de abastecimento mais eficiente.	Equipe de abastecimento, supervisores						
Criar um plano de roteamento otimizado para as manobras.	Equipe de formação do trem, planejadores logísticos.						
Padronizar a manobra de encoste dos vagões do Cimento.	Equipe de manobra, supervisores.						
Implementar um sistema de análise visual rápida da carga.	Equipe de análise de carga, supervisores.						
Simplificar o processo de manobra para encostar os vagões do Combustível.	Equipe de manobra, supervisores.						
Criar uma área dedicada para vagões com destinos diferentes.	Equipe de separação de vagões, planejadores logísticos						
Utilizar equipamentos de descarga mais eficientes e automatizados.	Equipe de descarga, supervisores.						
Implementar um sistema de agendamento para a descarga.	Equipe de descarga, planejadores logísticos.						
Implementar um plano de roteamento otimizado para as manobras.	Equipe de formação do trem, planejadores logísticos.						
Realizar uma análise de fluxo e reorganizar a disposição das áreas de formação de trem.	Equipe de formação do trem, planejadores logísticos.						
Implementar comunicação eficiente entre as equipes envolvidas na formação do trem.	Equipe de formação do trem, supervisores.						
Criar procedimentos claros para acionamento da equipe.	Equipe de coordenação, supervisores						
Implementar um sistema digital para revisão de composição.	Equipe de revisão, tecnologia da informação.						
Criar um processo automatizado para solicitar autorização.	Equipe de solicitação, tecnologia da informação						

Fonte: Os autores (2023)

A conclusão total de implementação das melhorias fica prevista para 180 dias

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Levando em consideração a operação do Patio de Cargas de Teresina tínhamos como objetivo desenvolver um modelo que promovesse a gestão das operações nesse pátio, contribuindo para melhoria da performance da FTL - Ferrovia Transnordestina Logística.

Com base na análise dos principais gargalos identificados na operação realizada no Pátio Teresina, foi possível mapear o fluxo atual e identificar as principais causas de impacto no desempenho operacional. A partir disso, foram analisadas práticas de sucesso em relação às operações no pátio, a fim de identificar possíveis melhorias.

Tomando como base esses estudos, foi proposto um modelo que busca promover a melhoria das operações, modelo esse que contempla a implementação de ações específicas voltadas para resolver os gargalos identificados anteriormente e que impactam negativamente na eficiência do pátio.

A viabilidade desse modelo foi avaliada considerando a aplicação da metodologia PERT/CPM. Identificamos um potencial de ganho de produtividade de aproximadamente 19,8%, números esses expressivos, com apenas um CAPEX de 1,1 Milhão, evidenciando a viabilidade deste projeto com apenas 9 meses.

Para a implementação do modelo, foi proposto um plano de ação baseado na metodologia 5W2H, que detalha as atividades necessárias, os responsáveis, os prazos e os recursos necessários para a execução de cada ação. Dessa forma, é possível garantir a eficácia da implementação e proporcionar os benefícios esperados.

Recomenda-se também a possibilidade de implementar tecnologias de rastreamento de QR CODE e algoritmos de lógica de formação de trens, a fim de otimizar ainda mais as operações em pátio. Essas ações, juntamente com as melhorias propostas, trarão um diferencial competitivo para a Ferrovia Transnordestina, agregando maior confiabilidade à gestão do pátio Teresina e à segurança operacional dos vagões que circulam pela malha da empresa.

Além disso, é possível realizar estudos futuros com esse mesmo modelo para serem implementados nos demais pátios da FTL, que são: Aracapé, Pecém, Sobral, Itaquí

e o A26, visando agregar ganhos substanciais de produtividade e segurança. É importante ressaltar que, no estudo apresentado, o grupo limitou-se a trabalhar com ações de baixo custo e de médio/curto prazo, sendo recomendada a realização de estudos adicionais para estimativa de custo e retorno para futuras implementações.

9 REFERÊNCIAS

Bibliografia:

CARMONA, C. A.; RIBEIRO, S. L. Transporte Ferroviário de Cargas: Fundamentos e Processos. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

Gomes, C. M. N.(1982) Análise do desempenho operacional de pátios ferroviários. 304p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Transporte) – Instituto Militar de Engenharia.

DARCI PRADO, Gerenciamento de Projetos edição 2014.

MEREDITH, Jack R. MANTEL, Jr. Samuel J., Administração de Projetos: Uma abordagem gerencial.4 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2003.

MUBARAK, S. A. Construction Project scheduling and control. 2 ed. New York: 2010. editora: Wiley, John & Sons, Incorporated.

O´BRIEN, J.J; PLOTNICK F.L. CPM in: Construction Managment.16 ed.2006.

Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários - ANTF. Informações Gerais. Disponível em <<https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>> Acesso em 01 jul 2023.

Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários - ANTF. Mapa Ferroviário. Disponível em <<https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>> Acesso em 01 jul 2023.

EDUARDO, José BRANCO, S. Castelo e FERREIRA Ronaldo. **Tratado de Estradas de Ferro Material Rodante**. Rio de Janeiro 2000.

<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/locom0/locom0.html>.

<https://www.passeidireto.com/arquivo/92928432/introducao-ao-sistema-de-transporte>.

10 GLOSSÁRIO

Hoppers – Funil de Carga;

Modelo 5W2W – É uma ferramenta para realização de checklist administrativo de atividades, prazos e responsabilidades;

Tarefas:

ES – Início mais cedo;

EF – Término mais cedo;

LS – Início mais tarde

LF – Término mais tarde



Para ser relevante.

atendimento@fdc.org.br
0800 941 9200
www.fdc.org.br

