



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 2

MODELO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO
PARA OPERAÇÃO DE PÁTIOS FERROVIÁRIOS

INTRODUÇÃO

É notório que o Brasil vive uma fase de crescimento do transporte ferroviário, dados do Ministério dos Transportes indicam um investimento de R\$ 94,2 bilhões até o ano de 2026 no modal e o Plano Nacional de Logística (PNL) divulgado pelo Ministério da Infraestrutura projeta um aumento da participação deste modal na matriz de transporte de 25% para 47% até o ano de 2035, portanto, faz-se necessário e urgente um planejamento eficiente da operação em pátios e terminais com o objetivo de reduzir os custos operacionais associados a processamentos mais seguros e eficientes dos comboios ferroviários deste importante meio de transporte.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

1. OBJETIVO

O artigo em questão tem como objetivo principal definir um método a ser adotado para implementação de um planejamento estratégico na operação de pátios ferroviários visando garantir o atendimento de premissas referentes ao volume orçado de carga, descarga e processado otimizando os tempos e movimentos das manobras ferroviárias.

2. DIAGNÓSTICO

O presente trabalho é o resultado de um estudo de caso da implantação do método no pátio ferroviário de VCS – Costa Lacerda, localizado no km 62,135 do Ramal de Fábrica na EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas, ferrovia que possui 905 quilômetros de extensão sendo considerada uma das mais modernas e produtivas do mundo.

Dados da ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres (SAFF / SIADE 2023) registram que a EFVM foi responsável por transportar cerca de 17% do volume da carga ferroviária nacional, neste aspecto o pátio de VCS se destaca por conectar as operações de transporte de minério de ferro do interior de Minas Gerais ao Porto de Tubarão no Espírito Santo e por atender a necessidade de transporte de carga geral de diversas empresas distribuídas ao longo da sua malha ferroviária.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 1: Malha ferroviária da Estrada de Ferro Vitória a Minas

O pátio ferroviário de VCS, conforme publicação da Revista Ferroviária (2007), é considerado o segundo maior pátio de formação de trens da América Latina sendo estratégico por possuir conexões com a Ferrovia FCA via ramal de BH e com a ferrovia MRS via ramal de Engenheiro Bandeira.

Consultas realizadas no sistema de gestão da ferrovia (GPV Ferrovia) registram que no ano de 2022 circularam na região de VCS aproximadamente 63,2 Mt de carga sendo 58,3 Mt sentido exportação e 4,9 Mt sentido importação, do volume total 48,4 Mt é referente ao transporte de minério de ferro e 14,8 Mt referente a carga geral.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

A problemática em questão trata-se de preparar o pátio para processar o aumento de volume demandado por um novo ponto de carga de minério denominado Pátio de Carga da RH 206 associada a necessidade de aumentar o volume de transporte do coproduto (areia) gerado na exploração de minério no pátio de Brucutu.

A problemática é agravada no longo prazo quando considerado o aumento de volume de transporte previsto no Master Plan da EFVM para o período compreendido entre os anos de 2025 e 2040, é estimado que o volume de minério de ferro com potencial de ser processado no pátio de VCS aumente em cerca 76%, a depender do modelo operacional adotado pela EFVM.

Face ao desafio exposto, torna-se urgente e necessária a adoção de medidas que reduzam os tempos de processamento de trens¹ e maximize o uso de ativos disponíveis no pátio de VCS, o presente estudo disserta sobre a metodologia que foi adotada para atuar nesta questão.

¹ O termo processamento de trens compreende as operações ou manobras ferroviárias que promovam a alteração da composição dos comboios que desviam em um determinado pátio ferroviário, esta alteração pode se dar por anexação ou desanexação de locomotivas e/ou vagões.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3. Referencial teórico

Stephenson (1825) define pátio ferroviário como uma área específica para organização dos trens, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) conceitua o pátio ferroviário como uma instalação composta por um conjunto de vias destinadas à realização de manobras, estacionamento, formação e recomposição de trens e atividades de carga e descarga de vagões.

Rosa (2016) estima que aproximadamente 70% da frota ferroviária esteja parada realizando processamentos ferroviários em pátios e terminais.

Bastos (2024) discursa sobre a vocação da ferrovia para o transporte de commodities e a necessidade de implementar melhorias operacionais nos pátios para atingir a plenitude do modal de forma integrada com o modelo door-to-door.

A AAR American Association of Railroads (2018) fornece diretrizes para a gestão eficiente e segura dos pátios com o objetivo de otimizar as operações, reduzir custos, aumentar a segurança e melhorar a coordenação entre as partes do sistema ferroviário.

Gibbs (2006) registra que identificar os dados gerais de um pátio ferroviário é crucial para otimizar sua operação e eficiência.

Cox e Goldratt (1993) destacam a importância de tratar as restrições dentro de uma organização para alcançar a eficiência máxima e melhorar os resultados.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Christopher (2016) aponta a importância das ANS's (Acordos de Nível de Serviço) nas operações para melhorar a eficiência operacional e a qualidade do serviço.

Assis e Oliveira (2016) discutem a aplicação de modelos de operação em pátios ferroviários e os benefícios observados em termos de eficiência e redução de custos.

Santos (2017) registra que a correta alocação de recursos operacionais impacta diretamente na capacidade de atendimento da demanda de processamento ferroviário.

Porter (1985) e Campos (2010) realizam uma abordagem do planejamento e acompanhamento de indicadores para mensurar o desempenho da ferrovia.

Martichenko (2010) registra os benefícios da aplicação da metodologia "Lean" para reduzir desperdícios e melhorar a qualidade dos processos ferroviários.

Schwaber (2020) recomenda a aplicação de métodos ágeis para acelerar implantação de projetos.

Duarte e Moraes (2012) destacam a importância de definir alarmes e gatilhos em operações ferroviárias para manter altos níveis de segurança e eficiência.

Após esta revisão bibliográfica pode-se dizer que a metodologia proposta é uma excelente ferramenta para o setor de transporte ferroviário, que pode utilizar de uma referência técnica para implementar o planejamento estratégico para a operação dos pátios, atividade necessária para garantir a produtividade do modal ferroviário.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

4. Considerações

Considerando que os pátios ferroviários desempenham um papel crucial na fluidez das operações, especialmente em sistemas de transporte de carga de alta densidade, o artigo propõe um método para implantar um plano estratégico de operação buscando atingir a máxima eficiência do uso dos recursos disponíveis no pátio.

Este artigo propõe diretrizes para a operação dos pátios com embasamento em práticas recomendadas e fontes confiáveis compiladas em um programa denominado PEOPF - Planejamento Estratégico para Operação de Pátios Ferroviários.

O PEOPF objetiva atender a tríade de premissas (Figura 2) referentes ao volume orçado, ao modelo operacional adotado pela ferrovia e o uso otimizado dos recursos necessários para os processamento eficiente dos trens que manobram no pátio.



Figura 2: Tríade de Premissas do PEOPF

A implantação do PEOPF deve considerar cadeia logística integrada (Cliente x Ferrovia x Porto) procurando implementar planos de manobra que visam o ótimo global.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A elaboração do PEOPF deve considerar o layout do pátio, os horários de partida e chegada de trens, o planejamento de uso dos recursos operacionais e de infraestrutura, o plano de manutenção, as restrições e os tempos de carga, descarga, limpeza e inspeção de vagões.

O PEOPF deve contemplar os acordos definidos pela área comercial, os tempos (custos) previstos para as operações ferroviárias, o histórico estatístico dos indicadores de processo, os cenários de produção, as sazonalidades e o conhecimento tácito da equipe operacional, devendo contemplar a busca por processos e recursos que simplifiquem e reduzam os tempos de manobra.

Para se medir a eficácia e a produtividade do PEOPF sugere-se verificar e implantar indicadores de performance que meçam a excelência operacional do pátio, tais como:

- Volumes movimentados e número de trens processados;
- Aderência a grade de partida de trens;
- Aderência as ordem de manobra (escopo, tempo de início e ciclo);
- Tempos de vagões e locomotivas paradas nos pátios;
- Impacto de filas de trens retidos na malha aguardando entrada no pátio;
- Utilização da disponibilidade de recursos tais como equipe, linha e locomotiva.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O PEOPF recomenda a implantação de gatilhos e alertas que permitam a rápida identificação dos desvios dos indicadores durante a rotina do processamento de trens, possibilitando que estes desvios possam ser tratados no “ver e agir” e que as questões complexas sejam registradas para tratamento posterior.

O fluxo simplificado para implantação do PEOPF está demonstrado na Figura 3:

PEOPF 7 Passos para implantação

1	Identificação do Pátio Tamanho e conexões	Layout; volumes processados; conexões
2	Levantamento dos Recursos Operacionais	Capacidades, infraestrutura, equipe e equipamentos
3	Tratamento de restrições operacionais	Levantamento de restrições Estabelecer Acordo de Nível de Serviço
4	Definição de Agenda Estratégica	Reuniões de controle e de planejamento Check de resultados e diretrizes básicas
5	Definição dos Modelos Operacionais	Processamentos, GHM, grade de utilização de equipe, Plano de Manobra
6	Definição de Indicadores de Performance	Indicadores de volume Indicadores de desempenho
7	Definição de Alarmes e Gatilhos	Controles dos tempos de permanência de Material Rodante, equipe e restrições

Figura 3: Fluxo de implantação do PEOPF

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Durante a implantação do PEOPF faz-se necessário identificar alavancas positivas e negativas que impactam no processamento dos trens em busca de um Acordo de Nível de Serviço com as áreas de interface para gerar o melhor modelo operacional do pátio visando atingir os volumes de produção estabelecidos.

Guia orientativo para implantação do Plano Estratégico

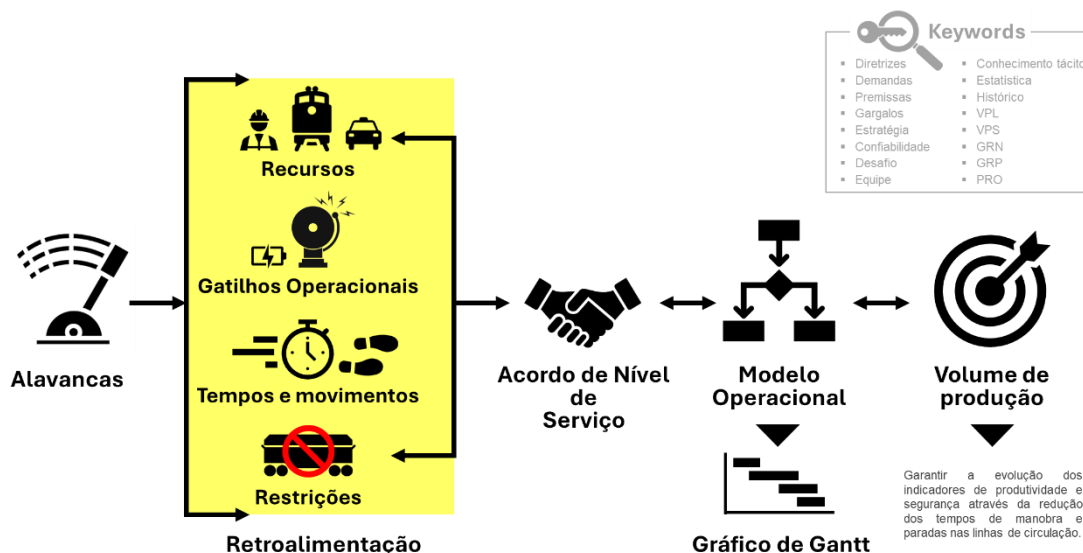


Figura 4: Guia para implantação do PEOPF

Estas alavancas devem ser mensuradas e retroalimentadas toda vez que houver necessidade de alterar o modelo operacional do pátio.

Acordos de nível de serviço devem ser implementados com as interfaces de modo a assegurar a execução do modelo operacional que deve ser traduzido em gráficos de tempo e movimentos (Gantt) para a equipe operacional.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O PEOPF recomenda a implantação de cenários ou planos de manobra que pode ser adotado em um prazo de 21 dias conforme estabelecido no fluxo temporizado disponibilizado na Figura 5:

PLANO DE MANOBRAS PARA OPERAÇÃO DE PÁTIOS FERROVIÁRIOS

Fluxo temporizado – 21 dias para implementação
Metodologia Agile associada ao método do PDCA

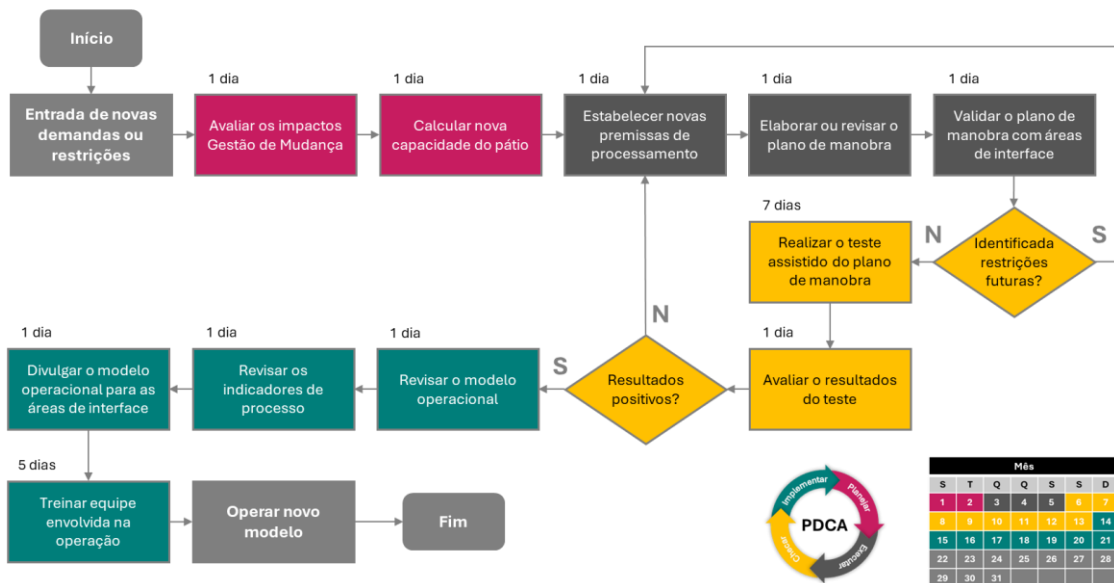


Figura 5: Fluxograma para implantação do plano de manobra

Os cenários de manobras têm como objetivo principal garantir o atendimento dos volumes programados pela área comercial através da padronização otimizada dos processamentos de trens.

Os cenários de manobra devem estabelecer as referências, definir o melhor modelo de utilização da linhas do pátio, estabelecer a condição normal e anormal de

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

processamento, auxiliar tomadas de decisão e servir de base para estabelecer e acompanhar indicadores de processo.

Ao estabelecer os cenários de manobra deve-se considerar sazonalidades como baixa produção e impactos operacionais causados grandes paradas de manutenção.

Após estabelecido o modelo operacional do plano de manobra do pátio deve ser formada uma equipe de prontidão operacional com habilidades e responsabilidades para adotar ações que minimizem os impactos de ocorrências, além uma equipe multidisciplinar para tratamento de falhas e perfis de perdas.

Questões que demandam soluções complexas que necessitam de aprovação de investimentos devem ser avaliadas por um Comitê Corporativo.

Níveis de acionamento de equipe Tratamento de Falhas e Perfis de Perda



Figura 6: Níveis de acionamento de equipe



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

5. IMPLANTAÇÃO DO PEOPF: UM ESTUDO DE CASO

O presente trabalho teve como estudo de caso realizado entre os meses de janeiro de 2022 a julho de 2024 no pátio ferroviário de VCS – Costa Lacerda, selecionado devido sua complexidade operacional associada a necessidade do aumento da demanda de processamento de trens para atender o volume planejado.

Durante este período as etapas sugeridas para a implantação do PEOPF foram adotadas, registradas e criticadas por uma equipe multidisciplinar alocada no Centro de Controle de Pátios de Minas Gerais situado na Estação do Pátio de Costa Lacerda.

5.1. Identificação do Pátio

Para melhor entendimento do modo de uso de qualquer pátio ferroviário faz-se necessário manter uma relação de contatos atualizadas.

Neste estudo de caso os autores estabeleceram um relação de contatos que visava atingir um público que possuía uma visão integrada da cadeia Mina / Ferrovia / Porto com conhecimento sobre as mais diversas fases operação.

Nesta etapa foram realizadas reuniões e entrevistas com cada um dos relacionados de modo a criar uma visão macro e pormenorizada dos detalhes de operação que são refletidas no processamento de trens e manobras internas do pátio.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Como resultado foram elaborados e/ou revisados dados como o mapa de localização do pátio, o seu layout, conexões, tamanhos das linhas e outros dados necessários para compor o plano de manobra previsto no PEOPF, os dados gerais foram compilados na Figura 7:

Dados Gerais do Pátio

Identificação					
Pátio:	Costa Lacerda	Prefixo:	VCS	Município:	Santa Bárbara / MG
Estação:	RH 85	KM:	62,136	Bitola	Métrica
Altitude	684 m	Extensão	11 km	Inauguração	11/08/1939
Interface CCO	RH 84 (1ª 84 e 2ª 84); RH 85 (PN e CG); RH 86; RH 201				
Capacidade estática do pátio	2.380 vagões em 40.933 metros				
Capacidade dinâmica do pátio	2.176 vagões em 27.125 metros				
Movimentação de carga e descarga em 2022	0,35 Mt de carga (toretas de eucalipto)				
Volumes 2022	56,67 Mt (considera volumes que passaram por VCS)				
Faixas de rádio	12 - Oficina de Vagões 14 - Terminais: Cenibra e Pedreira Um 15 - Pátio de Cargas 16 - Pátio Novo		CPT's	Posto 01: Pátio de Carga Posto 02: Pátio Novo	
Categorias de uso do pátio:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Formação e recomposição de trens ▶ Atendimento à terminais/oficinas ▶ Pátios de gestão de filas ▶ Estacionamento de vagões (Garageamento) 				
Modelo de licenciamento:	Licenciamento via rádio com operações automatizadas de AMV's com alinhamento de rotas de circulação pelo Controlador de Pátio (Station) OBS.: Oficina e VP com AMV's com operação manual				
Velocidades máximas autorizadas durante manobra e/ou circulação no pátio:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pátio de carga: 20 Km/h ▶ VCS TC1/TC2: 10 km/h ▶ VCS LMU: 5 km/h 		<ul style="list-style-type: none"> ▶ VCS Pátio Novo: 30 Km/h ▶ VCS Linha da Vila: 20 km/h 		
Características gerais	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pátio de recepção e formação de trens de minério e carga geral, inicia na RH 84 e finaliza na RH 201. ▶ Pátio com acesso aos ramais de Fábrica (Ouro Preto / MG) e ramal de BH (Belo Horizonte / MG). ▶ Pátio aberto (sem vedação), localizado próximo a comunidade denominada Vila de Costa Lacerda, dotado de uma passagem de pedestre ferroviária. 				

Figura 7: Dados Gerais do Pátio



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

No **Apêndice A** deste artigo estão registrados os objetivos e o modelo adotado para elaborar a lista dos contatos acionados no estudo de caso.

No **Apêndice B** deste artigo estão detalhados o layout do pátio, suas divisões e conexões, o resumo do modelo de processamento de trens de minério e carga geral.

5.2. Levantamento dos Recursos Operacionais

Nesta fase foi realizado o inventário dos recursos humanos e suas habilidades, dos materiais e equipamentos, suas taxas de utilização e disponibilidade classificados com a seguinte tipologia:

- Capacidade estática das linhas;
- Recursos de infraestrutura;
- Recursos utilizados em manobras ferroviárias;
- Recursos humanos;
- Recursos para suporte Operacional do pátio.

Este levantamento é crucial para estruturar ações de redução do tempo das manobras ferroviárias, para dimensionar a alocação da equipe e para implementar a grade de manobra, detalhes deste capítulo estão disponíveis no **Apêndice C**.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

5.3. Tratamento de restrições Operacionais

O PEOPF se apoia na TOC - Teoria das Restrições considerando que toda organização possui pelo menos uma restrição que limita seu desempenho em relação à sua meta.

Foram avaliadas restrições físicas (máquinas, sistemas, instalações etc.) e não físicas (restrições operacionais).

Teoria das Restrições

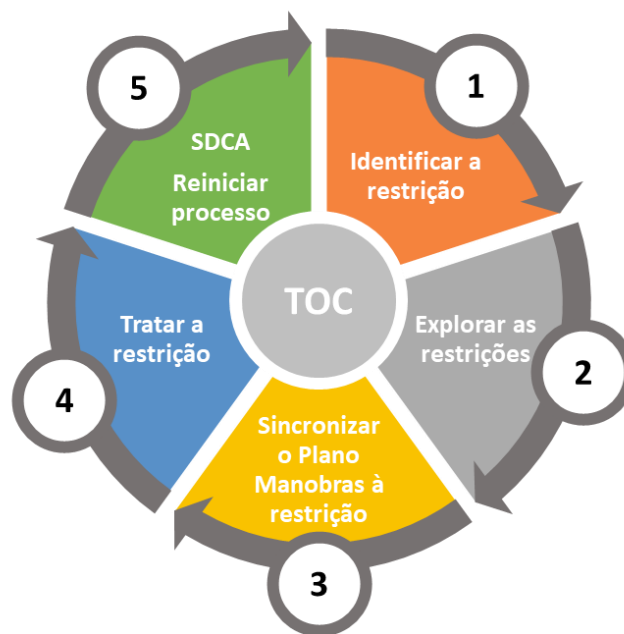


Figura 8: Fluxo para tratamento das Restrições

Nesta etapa foi realizado o levantamento, cadastro, categorização, análise dos impactos e direcionamento das restrições existentes e disponibilizadas em tabelas para



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

posterior tratamento com as áreas responsáveis. Detalhamentos dos motivos das restrições encontradas podem ser consultados no **Apêndice D**.

Para o tratamento das restrições foram adotados Acordos de Nível de Serviço (ANS) com indicadores que especificam os resultados esperados de cada área de interface. As vantagens em se estabelecer as ANS's, as propostas de premissas e indicadores sugeridas para as áreas de interface do pátio considerado no estudo de caso podem ser consultadas no **Apêndice E**.

5.4. Definição de Agenda Estratégica

A Agenda Estratégica é uma ferramenta fundamental para acompanhar indicadores e para realizar o planejamento de produção.

Para otimizar a operação do Pátio de VCS foi implementada uma agenda com fóruns que tratam problemas de operação, restrições e capacidades, os temas, frequência e indicação de participantes de cada disciplina ferroviária que tenha necessidade de utilizar ou os recursos do pátio para operação ou manutenção.

O modelo de agenda e os temas abordados que foram adotados no estudo estão representados na Tabela 1.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Agenda Estratégica		
Reunião	Frequência	Participantes
Orçamento do Programa de Volume (SOE)	Semanal, Mensal e Anual	Analistas, Inspeção
Programação Produção de Carga Geral	Diária	Técnico
GDB – Gestão de Diretrizes Básicas	Semanal	Inspeção
Processo Expedição Sudeste	Diária	Analistas, Inspeção
Reunião de Performance da EFVM (produção)	Diária, Semanal e Mensal	Analistas, Inspeção
Programa do ciclo do EFVM	Mensal e Anual	Analista, Inspeção
Reunião de validação de novos fluxos	Spot	Analistas, Inspeção
Reunião de Intercâmbio VLI	Diária	Técnico
Planejamento de Manutenção	Semanal e Mensal	Inspeção
ANS Operação e VP	Semanal	Inspeção
Regularidade EFVM	Semanal	Analista, Inspeção
FMDS	Diária e Semanal	Analista, Inspeção
FMDS VLI	Quinzenal	Inspeção

Tabela 1: Agenda Estratégica

5.5. Definição do Modelo Operacional

A adoção de um modelo para a operação de um pátio ferroviário otimiza o uso dos recursos, reduz custos, aumenta a eficiência e melhora a segurança das operações. O modelo de processamento de manobra deve atender as demandas mensais de volume e os tempos previstos acordados em reuniões estratégicas.

As vantagens em se estabelecer um modelo operacional, as premissas utilizadas e o tipos de processamento realizadas no estudo de caso ser consultadas no **Apêndice F**.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O PEOPF também estabeleceu grade horárias para as manobras, grades de utilização das equipes de pátio e grade de processamento dos trens que podem ser consultadas no **Apêndice G**.

Durante a implantação do PEOPF se destacaram a utilização das seguintes ferramentas:

GHP - Grade Horária de Partida de trens

A Grade Horária de Partida de trens do Pátio deve alocar as faixas de partidas de trens com o objetivo de cadenciar e regular a circulação na malha ferroviária.

GHM - Gráfico Horário das Manobra típicas

O GHM - Gráfico Horário de Manobras de trens do Pátio de VCS considera as utilizações de linhas conforme buffer's² definidos no cenários dos planos de manobra permitindo a máxima utilização das linhas com o objetivo de reduzir o tempo de permanência dos trens no pátio e a máxima utilização das equipes e materiais rodantes.

Recortes do GHM e do GHP podem ser consultados no **Apêndice H**.

² O termo buffer significa a adoção de linhas ou setores de pátio destinados a armazenar por um tempo determinado os trens processados que aguardam faixas de circulação.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Mapa de Calor - Áreas de concentração de manobras

Uma das inovações do PEOPF é a implementação do mapa de calor que demonstra as áreas de concentração de manobras, utilizado para otimizar a distribuição de equipes, priorizar as melhorias de infraestrutura, priorizar a eliminação de restrições e dos investimentos que devem ser aplicados no pátio.

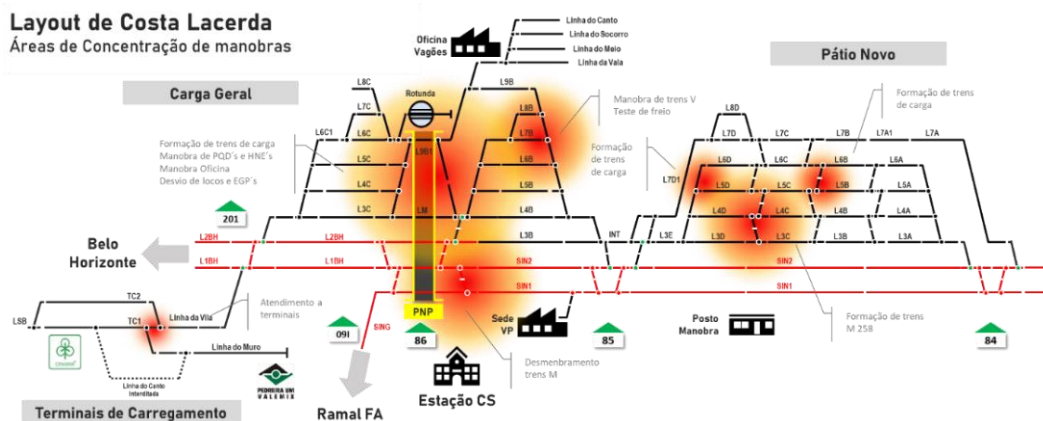


Figura 9: Mapa de Concentração de Manobras

Cenários definidos para os Planos de Manobra do Pátio de VCS

Após a análise de todos os aspectos e recursos que envolvem a operação e considerando o layout do pátio foram elaborados cinco cenários de manobra que podem ser adotados em consonância com o modelo operacional praticado pela EFVM:

Cenário A: Condição normal: Pátio sem vagões garageados;

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cenário B: Condição de garageamento GDE no PN (L7 ABCD);

Cenário C: Condição de garageamento GDE e Grãos no PN;

Cenário D: Processamento de trens para atender a expedição de minério da 206;

Cenário E: Processamento de trens para atender a expedição de areia de Brucutu.

O PEOPF indica a elaboração de infográficos com registro da definição da utilização das linhas do pátio e notas de manobra. Os princípios utilizados na elaboração dos cenário e os cenários avaliados estão registrados no **Apêndice I**.

Atualmente o pátio de VCS adota o **Cenário E** representado na Figura 10:

Cenários do Plano de Manobras CS

E) Processamento trens H206 + Areia VBR

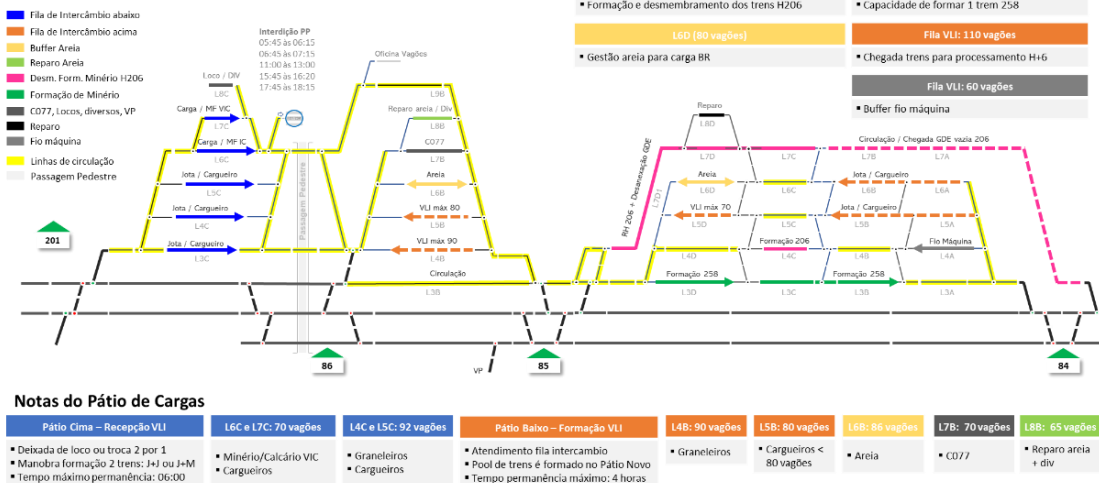


Figura 10: Plano de Manobra do pátio de CS – Cenário E



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

5.6. Definição de Indicadores de Performance

Indicadores fornecem uma base de dados para avaliar o modelo operacional, os objetivos de se implementar estes indicadores estão descritos no **Apêndice J**.

O PEOPF indicou a adoção de indicadores categorizados em:

A) Indicadores de Produção

Estes indicadores visam medir a aderência ao volume planejado de transporte da ferrovia. Para o estudo de caso foi acompanhado o volume do minério expedido no ponto de carregamento da RH 206 e o volume de areia expedido no pátio de Brucutu.

B) Indicadores de Desempenho

O PEOPF adotou indicadores que representavam o total de trens processados no pátio, o tempo de permanência de locomotivas e vagões e a aderência a grade de partida de trens. Para o estudo foram definidos os seguintes indicadores:

- a) CTP - Chegada de Trens no Pátio em número de trens;
- b) TPT - Tempo de Permanência de Trens no Pátio em horas;
- c) GHP - Aderência a Grade Horária de Partida de trens em percentual;

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- d) THP - Trem Hora Parado no Entorno do Pátio em horas;
- e) TPL - Tempo de Permanência de Locomotiva no Pátio em horas;
- f) TPV - Tempo de Permanência de Vagões no Pátio em horas;
- g) TRP - Total de Restrições no Pátio em quantidade.

Durante o estudo de caso foram implantadas telas de monitoramento com captura automática da realização e dos motivos de desvios destes indicadores, os resultados foram compilados em períodos selecionados (dia, mês e ano) e disponibilizados em sistema que permite a rápida análise dos dados para tratamento de desvios.

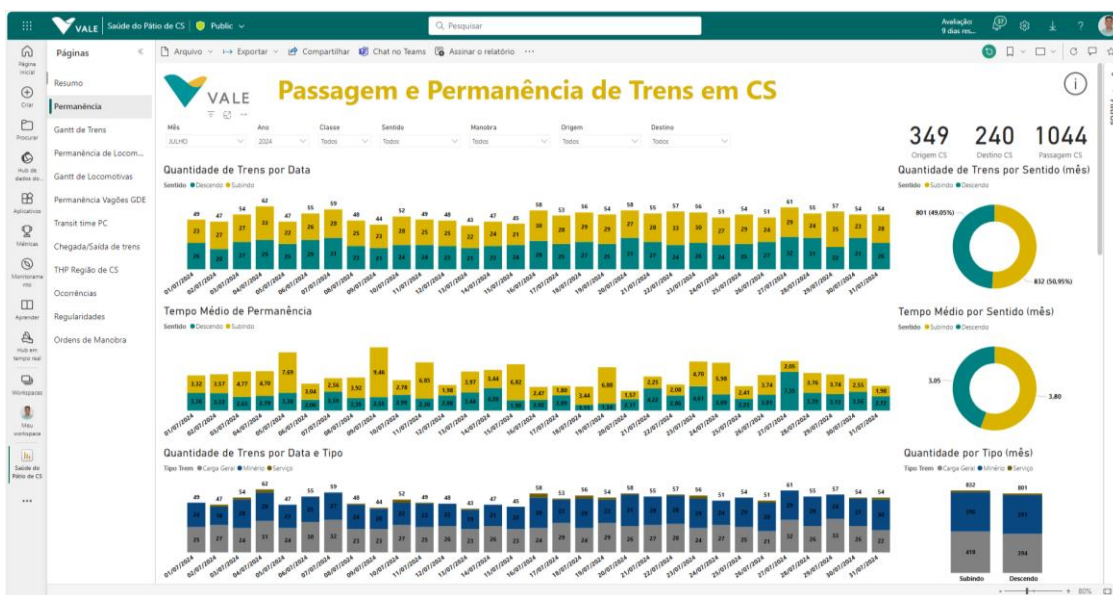


Figura 11: Relatório automatizado dos indicadores de performance do pátio



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

5.7. Definição de Alarmes e Gatilhos

A definição de alarmes e gatilhos em um processo de operação ferroviária é essencial para garantir a segurança, eficiência e confiabilidade das operações. Esses mecanismos ajudam a monitorar condições críticas e a adotar em tempo mínimo ações preventivas ou corretivas rapidamente, reduzindo riscos e interrupções nas operações.

Os alarmes e gatilhos utilizados foram classificados nas seguintes categorias:

- a) Controle de trens;
- b) Controle de locomotivas;
- c) Controle de vagões;
- d) Controle de equipe;
- e) Controle de manutenção.

Os ganhos obtidos ao se estabelecer esta ferramenta a relação dos alarmes e gatilhos implementados no Pátio de VCS podem ser consultados no **Apêndice k**.

Foram definidos alarmes disponibilizados em páginas de intranet e em um Vídeo Wall (painel composto por uma série de telas) possibilitando o monitoramento em tempo real do uso de recursos e da capacidade de processamento do pátio.

Exemplos de gatilhos e alarmes adotados no estudo representados nas figuras 12 e 13 a seguir:



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 12: Alarme de ocupação de linhas destinada a carga geral com projeção H+16



Figura 13: Alarme de tempos elevados de permanência de trens no pátio de VCS



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

6. RESULTADOS

A implementação do PEOF no pátio de VCS se demonstrou altamente eficaz e culminou em uma série de resultados positivos com destaque para:

- Incremento dos volumes expedidos e transportados (minério e areia);
- Definição de Modelos Operacionais de acordo com o cenário de produção;
- Eliminação de restrições de velocidade e de processos operacionais;
- Implantação e revisão de grades de manobra e de utilização de equipe;
- Estabelecimento de indicadores de produtividade;
- Estabelecimento de gatilhos e alarmes;
- Memorial descritivo do processamento ferroviário do pátio.

Os indicadores de processo foram impactados positivamente, para ilustrar os ganhos obtidos os dados foram avaliados no período de 01/01/2022 a 31/07/2024 e disponibilizados nos gráficos³ a seguir:

³ Os dados dos indicadores no ano de 2024 foram calculados considerando o ritmo dos resultados realizados no período de 01/01/2024 a 21/07/2024.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

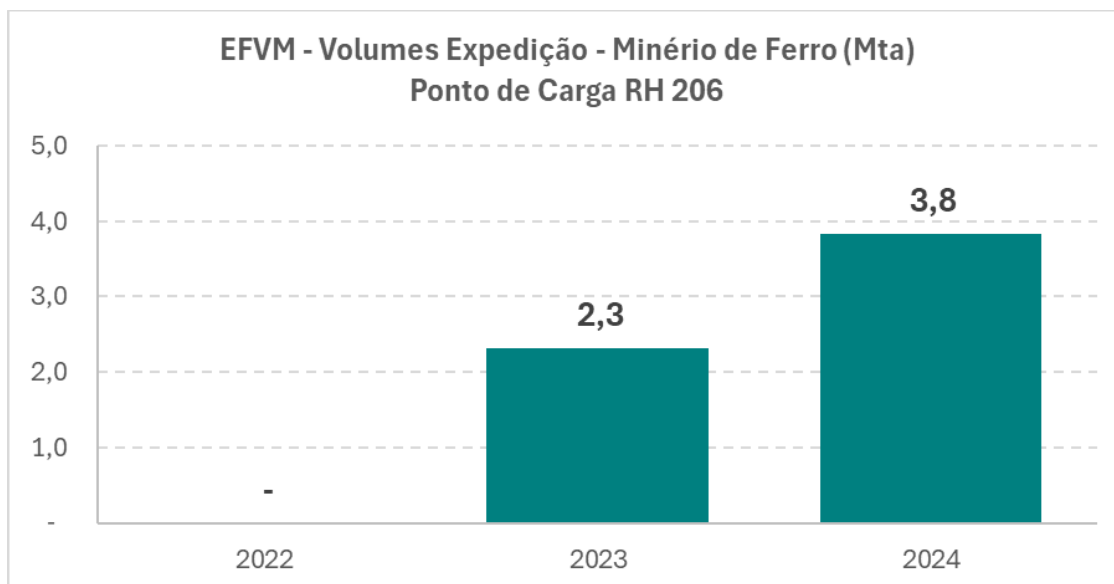


Gráfico 1: Volume de Minério de Ferro expedido no ponto de carga da RH 206

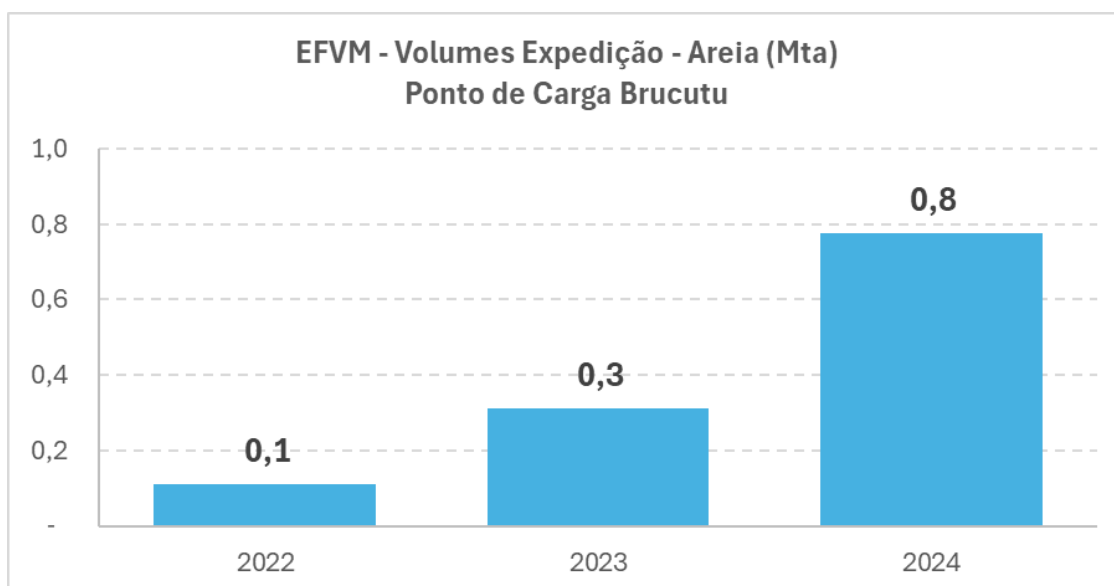


Gráfico 2: Volume de Areia expedida no ponto de carga de Brucutu

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

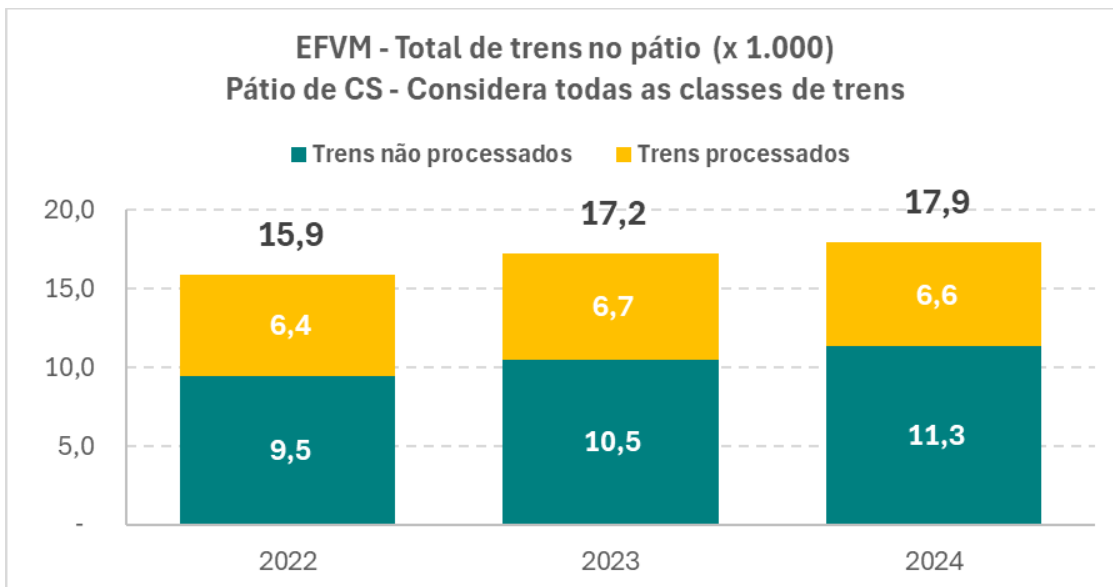


Gráfico 3: Total de trens no pátio de VCS

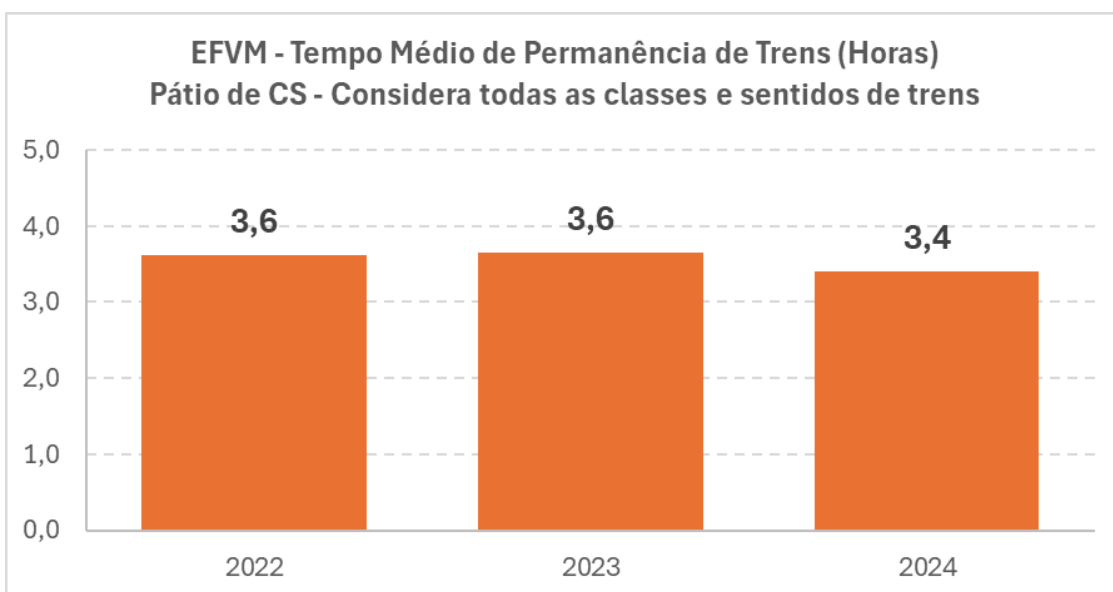


Gráfico 4: Tempo Médio de Permanência de Trens no pátio de VCS

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

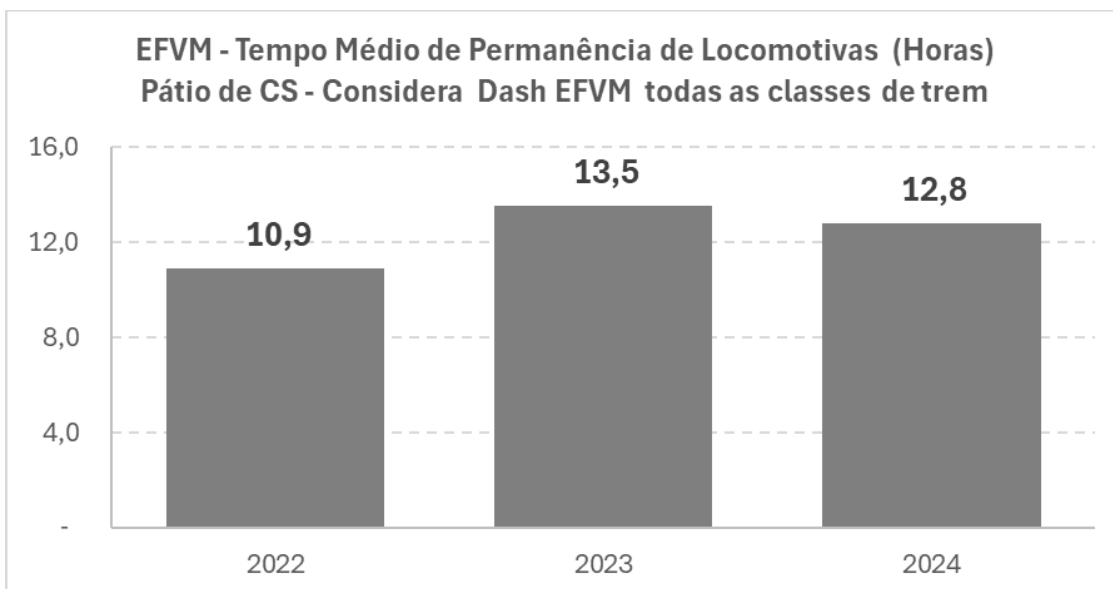


Gráfico 5: Tempo Médio de Permanência de Locomotivas Dash no pátio de VCS

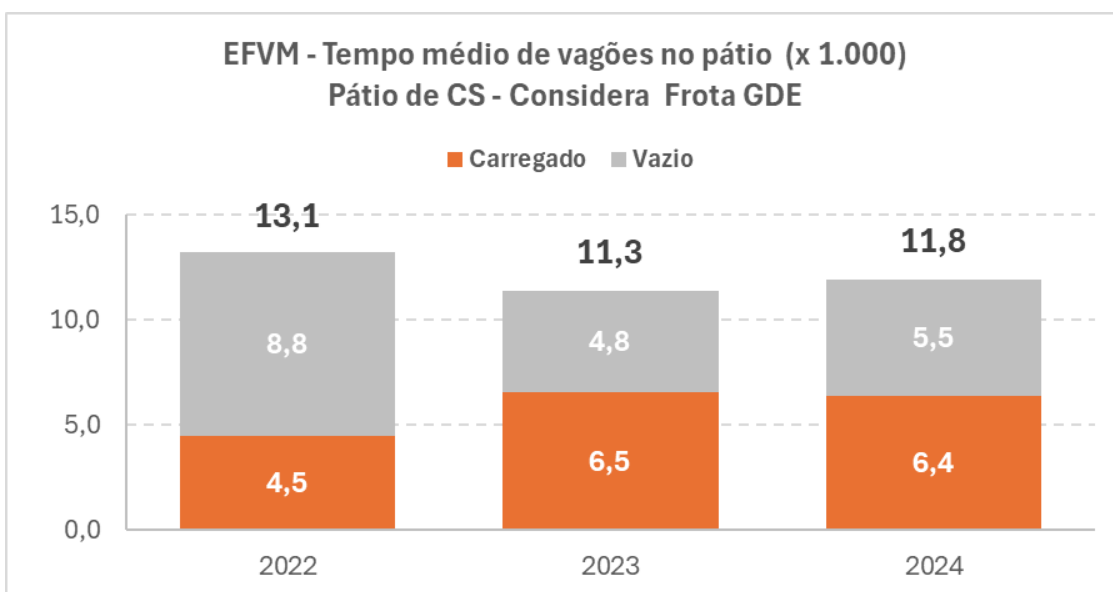


Gráfico 6: Tempo Médio de Permanência Vagões GDE no pátio de VCS

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

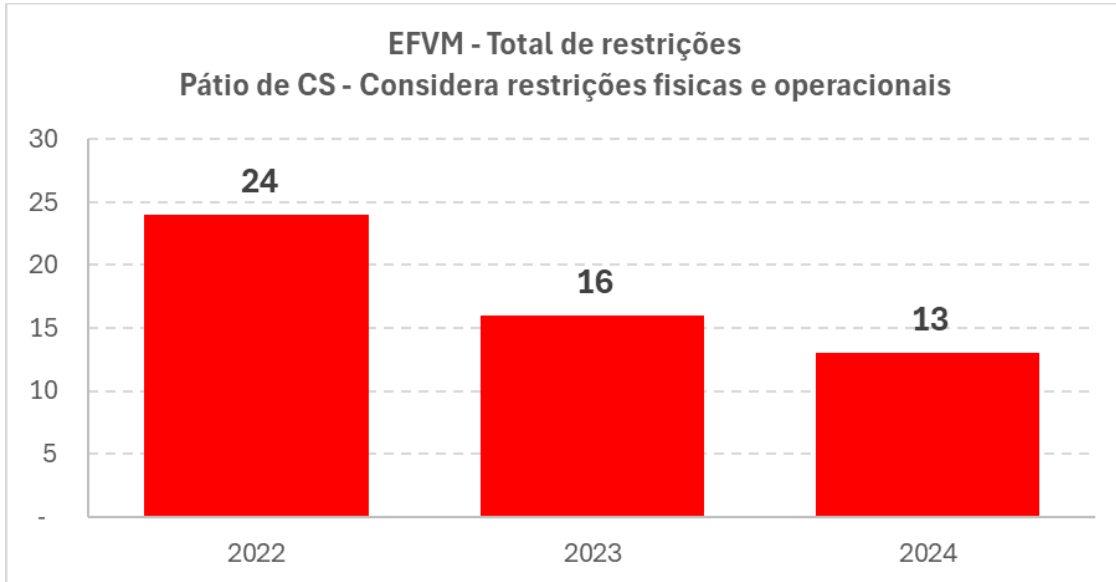


Gráfico 7: Total de restrições no pátio de VCS

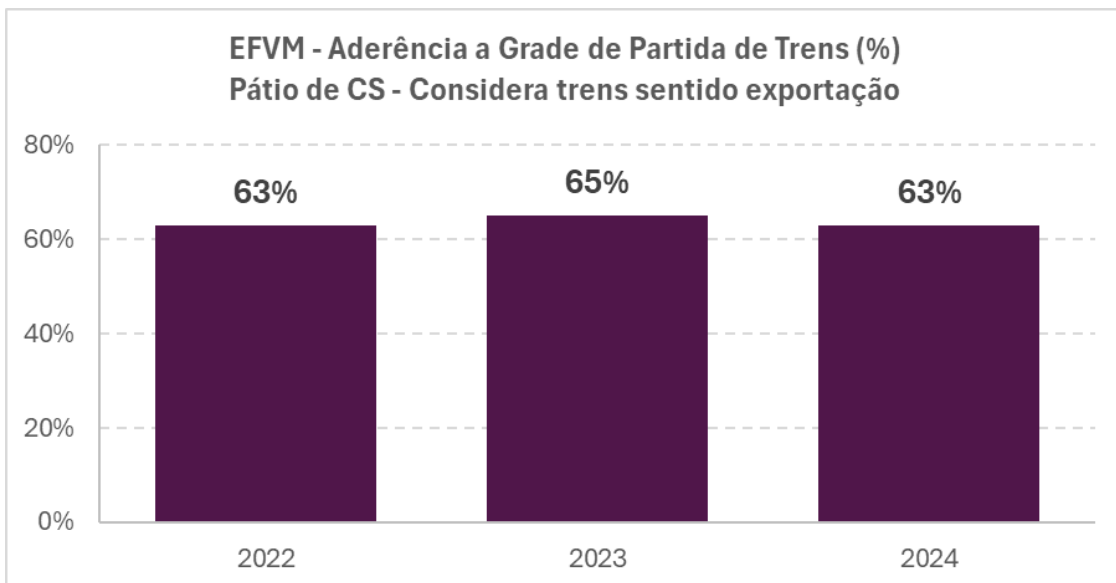


Gráfico 8: Aderência a grade de partida de trens sentido exportação no pátio de VCS



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo de garantir o volume de carregamento de minério de ferro no ponto de carga da RH 206 e do volume de carregamento de areia em Brucutu foi realizado.

Foi registrado o aumento de trens processados associada a uma melhor eficiência operacional, comprovada pela redução do tempo permanência de trens no pátio.

O aumento do tempo médio de locomotivas foi decorrente da necessidade de alocar uma maior quantidade deste recurso nos trens destinados ao carregamento na RH 206.

A redução do tempo médio de vagões da frota GDE foi favorecido pela eliminação do modelo que previa o garageamento desta frota no pátio, pela implementação de alarmes e gatilhos de controle dos tempos de vagões parados e pela gestão diária dos trens de minério parados no pátio aguardando circulação.

O número de restrições no pátio foi reduzido a patamares que permitem uma operação ferroviária mais fluída e segura.

Não houve alteração significativa no indicador de aderência a grade de partida trens, o aumento de manobras no pátio para processar os novos volumes não impactou negativamente no resultado deste indicador.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

8. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a implantação do PEOF neste estudo de caso indicam que a metodologia pode ser replicada nos mais diversos pátios das concessionárias ferroviárias para capturar ganhos em produtividade e eficiência operacional.

A adoção do modelo de processamento do trem tipo associada a grade de manobra ampliou o conhecimento e o engajamento da equipe, reforçando o entendimento da necessidade de redução dos tempos e movimentos dos processamentos ferroviários.

Como próximo passo sugere-se a aplicação do método no pátio de carregamento de VFZ - Fazendão, localizado na EFVM no município de Catas Altas / MG.

9. RECOMENDAÇÕES

Para reduzir o tempo de permanência dos trens no pátio é recomendável implantar um controle eficaz dos tempos e movimentos das manobras conforme o cenário adotado para identificar oportunidades e tratar desvios do processo.

Para otimizar o uso da equipe é recomendável avaliar a implantação de uma Central de Recuo de Manobra utilizando câmeras alocadas ao longo da extensão do pátio.

Para reduzir o tempos de vagões em pátio é recomendável estabelecer uma ANS específica para a inspeção de vagões do fluxo de areia nos pátios de descarga.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

É recomendável avaliar a implementação de um comboio de combustível para abastecer locomotivas no pátio de VEB ou VOB otimizando assim o uso da frota e reduzindo a manobras de locomotivas com baixo nível de óleo no pátio de VCS.

Devem ser avaliadas redução de tempos e movimentos das manobras com a implantação de obras que otimizem o layout do pátio como por exemplo a eliminação da passagem de pedestre, instalação de travessões conectando a linha L7B a L6A e linha L7A a L3A e a interligação da linha L5B Pátio de Cima com a L4C do Pátio de Baixo.

A dinâmica da manutenção ferroviária necessita regulamente de inserir restrições no pátio por este motivo recomenda-se implantar um fluxo automatizado para cadastro e gerenciamento do ciclo de vida das restrições visando reduzir o impactos operacionais.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of Railroads. **AAR Interchange Rules and Policies**. Washington, DC: AAR Publications. 2018.

Agência Nacional de Transporte Ferroviário. **Pátios Ferroviários**. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/logistica/patios-ferroviarios>. Acesso em 30 abr. 2023.

Assis, W. R., & Oliveira, G. C. **Planejamento e Operação de Pátios Ferroviários: Um Estudo de Caso**. Revista de Logística, 12(3), 45-60. 2016.

Basto, Fábio. **Logística Ferroviária**. WhatsApp. 1º out. 2024. 22:09. 1 mensagem.

Campos, V. F. **Indicadores de Desempenho: Como Usar os Indicadores para Medir e Gerenciar o Desempenho Empresarial**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010.

Christopher, M. **Logistics & Supply Chain Management**. Harlow: Pearson Education. 2016.

Gibbs, David. **Railway Operation and Control**. Elsevier, 2006.

Goldratt, Eliyahu M. e COX, Jeff. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1993.

Martichenko, R. **Lean Transportation: Reducing Costs and Accelerating Performance**. Productivity Press. 2010



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Ministério dos Transportes. **Novo PAC garante recursos para fortalecer transporte ferroviário no Brasil.** Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2024/01/novo-pac-garante-recursos-para-o-transporte-ferroviario-e-acelera-retomada-do-setor-no-brasil>. Acessado em 30 abr. 2024.

Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **Anuário do Setor Ferroviário.** Disponível em <https://www.gov.br/antt>. Acesso em 30 abr. 2023.

PORTER, Michael E. **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.** Free Press, 1985.

Revista Ferroviária. **Vale inaugura segundo maior pátio da AL.** Disponível em <https://revistaferroviaria.com.br>. Acesso em 20 maio 2022.

Rosa, R.A. (2016) **Operação Ferroviária** (v. 1). Rio de Janeiro: LTC. 2026.

Santos, A. B. **Logística e Transporte: Teoria e Prática.** Editora XYZ, 2017.

Schwaber, Ken, and Jeff Sutherland. **The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game.** Scrum.org, 2020.

Sistema GPV Ferrovia **Tela [170] Consultas.** Vale, acessado em 28 mar. 2024.

Stephenson, George. **Descrições e registros históricos das operações da Stockton and Darlington Railway.** Arquivo Nacional da Grã-Bretanha, Coleção Stockton and Darlington. 1825



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE A: OBJETIVOS E MODELO DE REGISTRO DE CONTATOS

Os objetivos que devem ser considerados ao elaborar uma lista de contatos são:

Coordenação Eficiente: Facilitar a comunicação rápida entre departamentos e partes interessadas, como operadores de trem, equipes de manutenção e gestores logísticos.

Resolução de problemas: Agilizar o tratamento de ocorrências operacionais, minimizando atrasos e interrupções garantindo respostas rápidas e adequadas para proteger pessoas, cargas, a infraestrutura do pátio e o material rodante.

Planejamento e Execução: Planejar as chegadas, partidas e manutenções no pátio assegurando que as partes relevantes tenham conhecimento das premissas diárias.

Relatórios e Feedback: Coletar feedback e relatórios de desempenho de diferentes equipes e departamentos para promover ajustes e melhorias contínuas nas operações.

A Tabela 2 ilustra o modelo da lista de contatos adotada no estudo do caso:

Relação de Contatos			
Função	Nome	Contato	Email
Controlador de Pátio	ABABABABA	(31) 0000 - 0000	xxxxxxxxxx@vale.com
Programador do Pátio	ABABABABA	(31) 0000 - 0000	xxxxxxxxxx@vale.com
Inspetor do Centro de Controle	ABABABABA	(31) 0000 - 0000	xxxxxxxxxx@vale.com
Inspetor de Tração	ABABABABA	(31) 0000 - 0000	xxxxxxxxxx@vale.com
Inspetor de Operação Ferroviária	ABABABABA	(31) 0000 - 0000	xxxxxxxxxx@vale.com
Supervisor da Carga Geral	ABABABABA	(31) 0000 - 0000	xxxxxxxxxx@vale.com

Tabela 2: Modelo do Registro de Relação de Contatos

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE B: DADOS GERAIS DO PÁTIO DE VCS

A Figura 14 mostra o mapa a localização do pátio de VCS considerando referências adotadas pela EFVM, estando localizado entre a RH 84 e a RH 201:

Mapa de localização



Figura 14: Mapa de localização do Pátio

Para viabilizar o escoamento de aproximadamente 60% do volume de minério de ferro transportado pela EFVM o pátio processa trens com formação tamanho padrão de 258 vagões (3 lotes com 86 vagões cada) carregados e destinados ao Porto de Tubarão localizado em Vitória / ES e processa a oferta de trens vazios (trens com 86, 172 e 258 vagões) para carregamento nas minas de Brucutu, Fazendão, Timbopeba, Alegria e



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

pontos de carregamento localizados em Patrag e na malha ferroviária da FCA (Pontos de carga localizados em Azurita e Capitão Eduardo).

Para o escoamento da carga geral oriunda dos clientes da operadora VLI com origem ou destino na ferrovia FCA o pátio realiza a atividade de formar trens menores com anexação de locomotivas para atender o quadro de tração necessário para circular na VLI no sentido importação. No sentido exportação a operação é inversa, o pátio recebe trens menores e promove, se necessário, a recomposição formando trens maiores e desanexando a sobra de locomotivas.

Fluxo simplificado das etapas do processamento de trens no pátio de CS Origem x Processamento x Destino

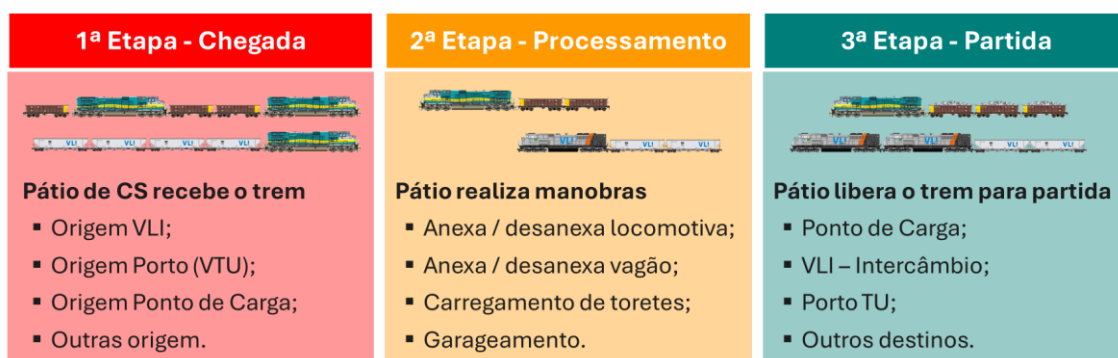


Figura 15: Fluxo simplificado das etapas do processamento de trens no pátio de CS

O pátio de VCS funciona como um pátio de transferência com linhas destinadas para atuar como buffers para estacionar temporariamente trens processados enquanto

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

aguardam faixas de circulação para intercâmbio com a ferrovia FCA. Em cenário de baixa produção com queda no volume de transporte o pátio é utilizado para estacionar ou garagar vagões e locomotivas que atendem o fluxo de minério ou de grãos por um período igual ou superior a 72 horas.

O layout registra a disposição das vias, áreas de carga e descarga e as conexões entre diferentes seções do pátio. O layout deve ser referência para estabelecer premissas de processamento com o objetivo de facilitar a movimentação eficiente dos trens, a redução de gargalos operacionais, minimizar o tempo de espera e aumentar a produtividade da manobra.

Layout do Pátio

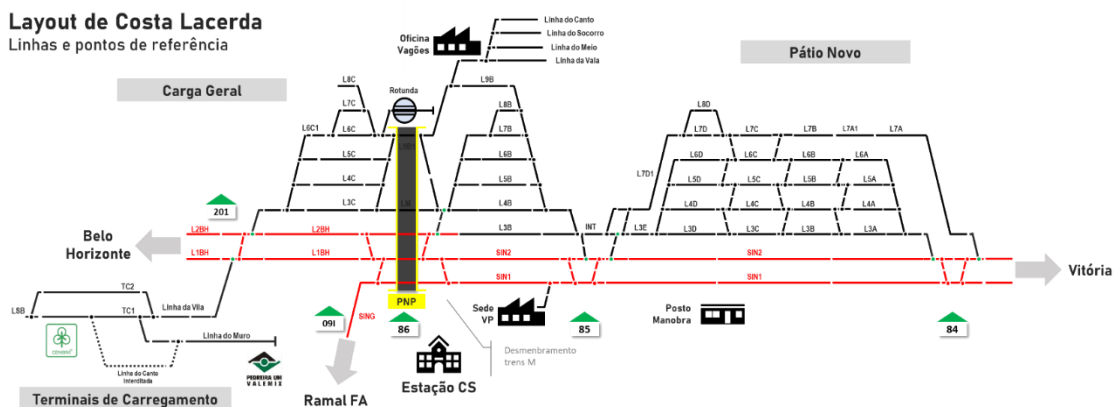


Figura 16: Layout do Pátio



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Divisões e conexões do Pátio de VCS

Pátio Novo VCS-PM: Composto pelos módulos “A” com 5 linhas, “B” com 5 linhas, “C” com 5 linhas, “D” com 6 linhas e uma conta com 1 (uma) linha que permite a ligação com o Pátio de Carga Geral e com ligação a Linha Sinalizada⁴ pelos RH 84 e RH 85;

Pátio de Carga Geral VCS-CG: Composto pelo Pátio de Cima com 6 linhas e Pátio de Baixo com 7 linhas e com ligação a Linha Sinalizada pela RH 85; RH 86 e RH 201;

Terminal da Pedreira Um VCS-PU: Composto por 1 (uma) linha onde está instalado um muro de carga onde é realizado carregamento de brita. O acesso a Linha Sinalizada é através da RH 201 operada pelo CCO circulando pela linha de entrada com acesso aos terminais Pedreira Um e Cenibra;

Terminal da Cenibra VCS-CE: Composto por 2 linhas onde se realizam o carregamento de toretes de eucalipto e conta com 1 (uma) linha para desvio de vagões. O acesso ao terminal se dá através da RH 201 operada pelo CCO que autoriza a circulação Pela Linha Sinalizada para acesso aos terminais Pedreira Um e Cenibra.

⁴ O termo Linha Sinalizada se refere a linhas de circulação controladas pelo CCO - Centro de Controle Operacional da EFVM localizado no Porto de Tubarão no município de Vitória / ES.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 17: Foto do Pátio de VCS: Pátio Novo - Seção B

Volumetria: Processamentos de trens no Pátio de VCS em números

Para melhor entendimento da operação do pátio foi realizado um levantamento sobre o processamento total de trens em VCS no mês de junho de 2022 e foi apurado que circularam na região em média 50 trens por dia totalizando 1.513 trens no mês distribuído em 786 trens sentido exportação e 727 trens sentido importação. Do total de trens 809 trens foram da classe de minério, 318 da classe de cargueiro, 239 da classe de grãos e 147 trens de classe diversas.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Os trens permaneceram em média 6,57 horas no pátio, sendo que os trens sentido exportação permaneceram em média 3,56 horas e o sentido importação permaneceram em média 4,01 horas.

Foi apurado que 329 trens tiveram como origem o pátio de CS, 251 trens tiveram como destino o pátio de VCS (recomposição) e 933 trens passaram pelo pátio. Foi apurado também que em média 602 trens (20 por dia) sofreram no mínimo um dos processamentos; descritos abaixo:

- Formações de trem 258 vagões de minério;
- Desmembramentos de trens vazios de minério;
- Formação de trens de Carga Geral destino VLI;
- Recepção de trens de Carga Geral origem VLI;
- Carregamento e formação de trens de torete;
- Formação de trens de serviço.

Este levantamento foi utilizado para mensurar os tempos de ocupação de linhas e para compor os diversos cenários de manobra que o pátio pode assumir. Esta pesquisa foi estendida para outros meses visando eliminar dados ou análises contaminadas por sazonalidades e ocorrências de baixa produção.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE C: RELAÇÃO DE RECURSOS DO PÁTIO DE VCS

O pátio de VCS é dotado de um moderno sistema de sinalização capaz de detectar o posicionamento dos materiais rodantes nas linhas sendo capaz de operar remotamente os aparelhos de mudança de via durante as manobras ferroviárias.

A Figura 14 mostra uma visão geral do pátio com trens aguardando processamento na seção Carga Geral - Pátio de Baixo.



Figura 18: Foto do Pátio de VCS: Seção Carga Geral - Pátio de Baixo

1. Recursos de linha de manobra: Capacidades estática

A Figura 19 registra as extensões de cada linha do pátio de VCS:

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

		PÁTIO NOVO		PÁTIO DE CIMA		TERMINAL	
		Linha	Extensão (m)	Linha	Extensão (m)	Linha	Extensão (m)
SEÇÃO A	INT		539	L3C	1.506	TCE1	395
	L3A		986	L4C	1.533	TCE2	455
	L4A		888	L5C	1.541	Santa Bárbara	755
	L5A		846	L6C	1.189	Muro	300
	L6A		902	L7C	1.101		
	L7A		1.152	L8C	210		
	L7A1		1.140	L09	62		
SEÇÃO B	L3B		1.148	Total	7.142	Total	1.905
	L4B		1.148				
	L5B		1.148				
	L6B		1.148				
	L7B		1.204				
SEÇÃO C	L3C		1.047	PÁTIO DE BAIXO		CAPACIDADE TOTAL	
	L4C		935	Linha	Extensão (m)	Linha	Extensão (m)
	L5C		935	L3B	1.565	Pátio Novo	24.315
	L6C		935	L4B	1.444	Pátio de Cima	7.142
	L7C		935	L5B	1.367	Pátio de Baixo	9.476
SEÇÃO D	L3D		1.409	L6B	1.324	Terminais	1.905
	L4D		1.367	L7B	1.138	Total	40.933
	L5D		1.324	L8B (Abastec.)	1.097		
	L6D		1.324	L9B	1.329		
	L7D		335	L2M	212		
	L7D1		1.185	Total	9.476		
	L8D		335				
Total		24.315					

Figura 19: Capacidades Estática das linhas do Pátio

2. Recursos de infraestrutura do pátio

- Oficina de Vagões com linha destinada a formação do Trem Socorro;
- Sede de Via Permanente situado ao lado da Linha Sinalizada 1 abaixo da RH 85 I;
- Rotunda automatizada com capacidade para rodar 1 locomotiva do tipo Dash;
- 64 AMV's sendo 56 elétricos e 8 manuais;



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- Sede da Eletroeletrônica;
- 02 Destacamentos de troca de maquinista de viagem (60 equipes Vale e 50 VLI);
- Restaurante;
- Áreas de Suporte: SESMT; Meio Ambiente; Equipe de Corpo de Bombeiro;
- Sistema de CFTV com câmeras localizadas na RH 86 e RH 84;
- Pátio parcialmente iluminado por 27 torres de iluminação;
- Pátio dotado de sistema de Alerta de Descargas Atmosféricas.

3. Recursos para manobra ferroviária

- 1 (Uma) locomotiva série Dash alocada em pátio para manobra;
- Possibilidade de utilizar locomotivas dos trens que são processados no pátio.

4. Recursos Humanos

O Pátio de VCS opera em escala de revezamento de turno de 12:00 horas com 4 letras (A e B diurno; C e D noturno) conforme distribuição abaixo:



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Recursos para operação do CCP Posto de VCS:

- 8 Técnicos de Controle Integrado (Controladores de Pátio);
- 8 Técnicos de Controle Integrado (Técnico Operação Ferroviária);
- 04 Técnicos de Controle Integrado Especialista (Programadores).

Recursos para operação do Pátio:

- 20 Oficiais de Operação Ferroviária;
- 16 Maquinistas de Pátio;
- 4 maquinistas de viagem: atendimento de formações no pátio novo.

Recursos Humanos para Suporte Operacional

- 02 Supervisores de Monitoramento e Controle (Minério e Carga);
- 01 Supervisor de Pátio;
- 04 Inspetores de Pátio;
- 04 Inspetores de Tração;
- 01 Inspetor de carga;
- 02 Inspetores Especialistas de Produção;



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- 04 Inspectores Especialistas de Expedição;
- 02 Inspectores Especialistas do Centro de Controle do Pátio;
- 04 Técnicos de Controle Integrado (Central de Faturamento);
- 01 Analista Operacional;
- 01 Mecânico VLI.

5. Recursos para suporte Operacional do pátio

- 2 (dois) veículos de apoio para transporte da equipe durante as manobras;
- Equipamentos com definição de estoque mínimo: Mangotes, manômetros, rádios, baterias, cabo jumper, lanterna, DCA, MCT etc.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE D: RESTRIÇÕES REGISTRADAS NO PÁTIO DE VCS

Levantamento das restrições mapeadas em janeiro de 2022

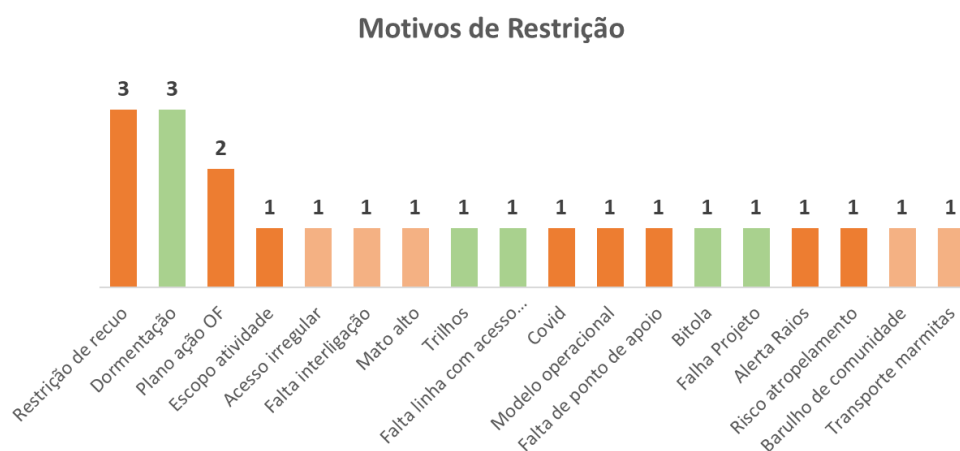


Gráfico 9: Motivos das Restrições identificadas

Área	Restrição	Motivos	Impactos	Ação
Operação	01. Horário de manobra no terminal limitado a 6h x 22h	Barulho de comunidade	Reclamação (LSO) Redução janela manobra HNE	Avaliar extensão do limite de manobra
	02. Proibição de recuo de PQD Pátio x Terminal	Restrição de recuo	Reduz capacidade de posição no terminal (100 p/ 43 vagões)	Implantar novo método cobertura recuo
	03. Concentração de Teste de Covid no período noturno	Limite de horário teste	Indisponibilidade OOF e MQ Atraso início manobras	Ampliar horário limite teste Covid
	04. Proibição de recuo de HNE Terminal x Pátio	Restrição de recuo	Consumo de 2 locomotivas Eleva tempo manobra	Implantar novo método cobertura recuo
	05. Horário de desgaragem e garagem lotes (Somente diurno)	Plano ação OF (avaliar)	Concentração atividades dia Restrição de oferta GDE vazio	Desgaragar lotes período noturno
	06. Proibição de recuo na formação de trens 258 no CD	Amperagem Esforço trator	Consumo de maquinista Conflito de manobras	Eliminar restrição recuo na formação 258 CD
	07. Proibição do maquinista fazer o engate entre a remota e a cauda	Escopo atividade	Consumo de OOF Conflito de manobras	Eliminar restrição MQ fazer engate remota cauda
	08. Restrição de empregados da VP cobrir recuo no pátio	Plano ação OF (avaliar)	Consumo de OOF Conflito de manobras	Capacitar equipe VP em cobertura de recuo
	09. Regras de redução de velocidade de aproximação de sinaleiros	Plano ação OF (avaliar)	Limite da VMA Aumento tempo manobras	Avaliar limites aproximação de sinaleiros

Tabela 3: Restrições Operacionais

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Área	Restrição	Motivos	Impactos	Ação
Manutenção	01. Interdição da Linha do canto do Terminal de VCS	Infra VP	Consumo de 2 locomotivas Eleva tempo manobra	Trocar dormentes e trilho Trocar lastro
	02. Restrição de VP na linha de Santa Barbara	Bitola	Impacto manobra HNE Perda de capacidade pátio	Trocar dormentes e trilho Trocar lastro
	03. Restrição na linha L8D	Mato alto	Restrição de manobra Perda de capacidade pátio	Implantar plano de roçada
	04. Restrição de 10 km/h chave W52	Dormentação	Aumento tempo circulação Risco operacional	Trocar dormentes
	05. Restrição de 10 km/h chave W51	Dormentação	Aumento tempo circulação	Trocar dormentes
	06. Restrição da rota diesel no pátio de baixo (só circula na L3B)	Dormentação Trilhos	Impacto no fluxo de MFE Restrição de manobra	Trocar dormentes Circular trem D até VDD
	07. Falta de travessão na L7B	Identificar	Restrição de manobra Congestionamento pátio	Defender investimento
	08. Limites de vagões reparos no pátio	Avarias	Congestionamento do pátio Aumento do ciclo	Ampliar inspeção na origem

Tabela 4: Restrições de Manutenção

Área	Restrição	Motivos	Impactos	Ação
Infraestrutura	01. Uso veículos (entre 10:00 as 13:00 e 18:00 as 20:00 somente um carro)	Transporte marmitas	Indisponibilidade OOF e MQ Atraso inicio manobras	Implantar novo veiculo entre 10:00 as 20:00
	02. Deslocamento excessivo entre Pátio Novo e Estação (30 min)	Falta de ponto de apoio	Indisponibilidade OOF e MQ Atraso inicio manobras	Implantar Posto de Manobra no Pátio Novo
	03. Falta de local adequado para Manutenção volante	Falta linha com acesso veicular	Excesso de manobras GRP: atividade local impróprio	Disponibilizar linha para manutenção volante
	04. Interdição das 3 linhas de vida do Pátio de CS	Falha Projeto (laudo)	Atraso liberação vagões Envio vagões para DD	Liberar 3 linhas de vida de CS para uso
	05. Restrição de horários de manobra na passagem de pedestre	Risco atropelamento	Atraso nas manobras Perda aderência a grades trens	Implantar passarela em frente a Estação CS
	06. Paradas devido raios	Gestão de risco pessoal	Atraso nas manobras Perda aderência a grade trens	Ver implantação SPDA
	07. Dificuldade de acesso rodoviário ao pátio de baixo	Falta acesso direto	Atraso nas manobras Perda aderência a grade trens	Implantar estrada de acesso dentro FXD

Tabela 5: Restrições de Infraestrutura



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE E: ACORDO DE NÍVEL DE SERVIÇO

Os Acordos de Nível de Serviço promovem:

Melhoria na Qualidade do Serviço: Ao definir padrões específicos de desempenho, os AMV's incentivam os operadores a manterem um nível elevado de qualidade no serviço.

Responsabilidade e Transparência: Transparência nos desvios do processamento e manobras das operações ferroviárias.

Monitoramento: Fornecem uma base para o monitoramento contínuo e a avaliação do desempenho, permitindo a identificação de áreas que necessitam de melhorias.

Resolução de Conflitos: ANS's servem são documentos de referência para a resolução de discordâncias, estabelecendo as responsabilidades para solução problemas.

As tabelas a seguir registram relações de indicadores e métricas que sugeridas para compor ANS entre as áreas que fazem interface com a operação do pátio de VCS:

Acordo de Nível de Serviço – Premissas Operacionais Pátio CS

Área	Premissa	Objetivo	Meta	Fórmula de Cálculo
Operação de Trens	Definição de tempos limites para recebimento dos trens em VCS	Reduzir HE tração	03:00	Tempo total do trem parado no trecho após partida do pátio de DD
	Definição de tempos limites para encerramento dos trens em VCS	Reduzir HE tração	01:30	(Horário de chegada do trem) - (Horário de fechamento do ponto do maquinista)
	Reduzir a circulação de trens em IC com destino a CS em casos de pátio não receber	Reduzir HE Tração Reduzir THP no trecho	25%	Quantidade de trens parados no trecho DD acima / Quantidade de trens que circularam direto
	Reduzir o uso de maquinista de viagem utilizados em manobra de pátio	Reduzir HE tração	0	Zero alocação de maquinista de viagem utilizada em manobra exceto com autorização Supervisão

Tabela 6: ANS com a Operação de Trens - Tração

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Acordo de Nível de Serviço – Premissas Operacionais Pátio CS

Área	Premissa	Objetivo	Meta	Fórmula de Cálculo
Centro de Controle	01. Trens para o Ramal de VFA não devem entrar no pátio	Aderência volume Redução de ciclo	85%	$(\text{Total trens destino direto VFA}) / (\text{Total trens destino VFA} + \text{trens destino VFA manobrado CS})$
	02. Trens destinados para Pontos de Carga não devem entrar no pátio	Aderência volume Redução de ciclo	85%	$(\text{Total trens destino direto PC}) / (\text{Total trens destino PC} + \text{trens destino PC manobrado CS})$
	03. Trens 258 que não desmembra não devem entrar no pátio	Aderência volume Redução de ciclo	85%	$(\text{Total trens 258 que passaram direto}) / (\text{Total trens 258 direto} + \text{trens 258 manobrado CS})$
	04. Trens D subindo com destino VLI deve passar direto	Reduzir congestionamento CS	85%	$(\text{Total trens D que passaram direto}) / (\text{Total trens D direto} + \text{trens D manobrado CS})$
	05. Manobra de pegada de locomotiva em trem M furado deve ocorrer na sinalizada	Reduzir congestionamento CS	85%	$(\text{Total M furado manobrado sinalizada}) / (\text{Total trens M furado manobra sinalizada} + \text{CS})$
	06. Capacidade desvio de M vazio limitado a 258 e desmembramento em 172 na L3B e 86 na L5D	Aderência aos tempos manobra e formação	85%	$(\text{Total M com 258 vazios}) / (\text{Total trens M})$
	07. Buffer de locomotiva para atender trens em até H+6	Aderência aos tempos manobra e formação	85%	Elaborar memória de cálculo
	08. Manter 01 locomotiva BB36 ou Dash <i>full time</i> na Manobra	Aderência aos tempos manobra e formação	85%	$(\text{Total de dias com loco de manobra disponível no mês}) / (\text{total de dias do mês})$
	09. Garageamento e desgarageamento diurno Manobra 06:00 após destinar recurso loco e OOF	Garantir recurso e aderência a manobra	85%	Elaborar memória de cálculo
	10. Retirada de GDE garageado sem FIFO	Aderência volume Redução de manobra	85%	$(\text{Total de lotes desgarageados sem FIFO}) / (\text{total de lotes desgarageados})$

Tabela 7: ANS com Centro de Controle

Acordo de Nível de Serviço – Premissas Operacionais Pátio CS

Área	Premissa	Objetivo	Meta	Fórmula de Cálculo
Operação de Trens	Definição de tempos limites para recebimento dos trens em VCS	Reduzir HE tração	03:00	Tempo total do trem parado no trecho após partida do pátio de DD
	Definição de tempos limites para encerramento dos trens em VCS	Reduzir HE tração	01:30	$(\text{Horário de chegada do trem}) - (\text{Horário de fechamento do ponto do maquinista})$
	Reduzir a circulação de trens em IC com destino a CS em casos de pátio não receber	Reduzir HE Tração Reduzir THP no trecho	25%	$\text{Quantidade de trens parados no trecho DD acima} / \text{Quantidade de trens que circularam direto}$
	Reduzir o uso de maquinista de viagem utilizados em manobra de pátio	Reduzir HE tração	0	Zero alocação de maquinista de viagem utilizada em manobra exceto com autorização Supervisão

Tabela 8: ANS com a Operação de Trens - Tração

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Acordo de Nível de Serviço – Premissas Operacionais Pátio CS

Área	Premissa	Objetivo	Meta	Fórmula de Cálculo
Operação	01. As formações de 258 no PN devem ser feitas com maquinista de viagem	Otimizar uso QLP Garantir manobra	85%	(Total de formações 258 PN com MQV) / Total de formações 258 PN)
	02. Trens duplos com carga para RFA/RBH devem ser formados em TU com a carga VLI na cauda	Reduzir tempo de manobra	100%	(Total trens duplos carga RFA/RBH com carga VLI na cauda) / (Total trens duplos carga RFA/RBH)
	03. Manobra de HNE: retirada de 18h às 22h Posicionamento junto com PQD limitado a 17 vagões	Reduzir tempo de manobra	100%	(Total retirada HNE entre 18h às 22h) / (Total de retirada HNE)
	04. Chegada dos vagões HNE somente na cabeça do C077	Reduzir tempo de manobra	85%	(Total C077 com vagões HNE na cabeça) / (Total C077 com HNE)
	05. Grade Formação Trem M VLI origem IC as 12:50 ou de TU as 01:30 com lote de 84 vagões e tração completa	Reduzir tempo de manobra	85%	(Total M IC + TU aderentes a grade com lote e tração completa) / Total M IC + TU)
	06. Quantidade de Ordem de Manobras realizadas	Garantir volumes acordados	100%	(Total de manobras realizadas)/(total de manobras emitidas)
	07. Aderência ao tempo de execução das Ordens de manobra	Reduzir tempo de manobra	85%	(Total de manobras realizadas dentro tempo acordado)/(Total de manobras realizadas)
	08. Aderência ao tempo de apresentação do OOF	Reduzir tempo de manobra	95%	(Total de apresentações OOF dentro do prazo acordado)/(total de apresentações de OOF)
	09. Aderência ao tempo de apresentação do MQP	Reduzir tempo de manobra	95%	(Total de apresentações MQP dentro do prazo acordado)/(total de apresentações de MQP)
	10. Aderência ao tempo de apresentação do MQV	Reduzir tempo de manobra	95%	(Total de apresentações MQV dentro do prazo acordado)/(total de apresentações de MQV)

Tabela 9: ANS com a Operação de Trens - Pátio

Acordo de Nível de Serviço – Premissas Operacionais Pátio CS

Área	Premissa	Objetivo	Meta	Fórmula de Cálculo
Manutenção	01. Limite envio e-mail solicitação de manobras prioritizadas de trens de serviço as 17:00 entre 0h e 6h.	Planejar atendimento VP	100%	(Total de solicitações enviadas até 17:00) / (total de solicitações de manobra de trem S)
	02. Aderência a partida de trens de serviço	Garantir atendimento VP	85%	(Total de trens que partiram no horário) / (total de trens realizados)
	03. Atendimento as demandas de manutenção de via permanente	Eliminar restrições pátio	100%	(Total de demandas de VP atendidas) / (total de demandas de VP solicitadas)
	04. Atendimento ao tempo de manutenção de via permanente	Eliminar restrições pátio	85%	(Total de demandas de VP atendidas no tempo acordado) / (total de demandas de VP solicitadas)
	05. Atendimento as demandas de manutenção de vagões em pátio e em trem	Eliminar restrições pátio	100%	(Total de demandas de vagões pátio atendidas) / (total de demandas de vagões pátio solicitadas)
	06. Atendimento ao tempo de manutenção de vagões em pátio	Eliminar restrições pátio	85%	(Total demandas vagões pátio atendidas tempo) / (total demandas vagões pátio solicitadas)
	07. Atendimento as demandas de manutenção de vagões em trem	Eliminar restrições pátio	100%	(Total de demandas de vagões trem atendidas) / (total de demandas de vagões trem solicitadas)
	08. Atendimento ao tempo de manutenção de vagões em trem	Eliminar restrições pátio	85%	(Total demandas vagões trem atendidas tempo) / (total demandas vagões trem solicitadas)
	09. Atendimento as demandas de manutenção de eletroeletrônica	Eliminar restrições pátio	100%	(Total de demandas de EE atendidas) / (total de demandas de EE solicitadas)
	10. Atendimento ao tempo de manutenção de eletroeletrônica	Eliminar restrições pátio	85%	(Total de demandas de EE atendidas no tempo acordado) / (total de demandas de EE solicitadas)

Tabela 10: ANS com a Manutenção



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE F: PREMISSAS AVALIADAS PARA IMPLEMENTAR O MODELO

A importância da implantação de um modelo para a operação de um pátio ferroviário pode ser mensurada através dos seguintes temas:

Otimização dos Recursos: Um modelo ajuda a alocar os recursos de forma eficiente, incluindo a gestão das locomotivas, vagões e pessoal. Isso resulta em menor tempo de inatividade e melhor utilização dos equipamentos.

Redução de Custos: Ao otimizar as operações, um modelo pode identificar áreas onde os custos podem ser reduzidos, como minimização do tempo de espera e redução do consumo de combustível.

Aumento da Eficiência: Um modelo pode melhorar a programação e a sequência das operações, resultando em menor tempo de ciclo e maior capacidade de movimentação de cargas.

Melhoria da Segurança: Com a operação bem modelada, é possível prever e mitigar riscos, além de melhorar os procedimentos de segurança para evitar acidentes e incidentes.

Agilidade na Tomada de Decisão: Um modelo fornece uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas e operacionais, permitindo simulações e análises de cenários.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Premissas básicas para elaboração do modelo operacional de VCS

1. Volumes: carregado, descarregado e/ou processado no pátio conforme orçamento;
2. Premissas operacionais da EFVM – Trens de Minério:
 - Recomposição trem M 258 vagões com 2 locomotivas;
 - Garageamento trem M;
 - Disponibilidade de equipes de viagem para atendimento a grade de trens.
3. Premissas intercâmbio com a VLI – Trens de Carga Geral:
 - Modelo de processamento;
 - Recomposição de trens J e C com manobra de locomotivas;
 - Triagem de trens destino sertão (siderúrgico e coque) e planalto (fertilizante);
 - Garageamento de trens J em épocas sazonais;
 - Disponibilidade de 5 kits de equipamentos (DCA e MCT) e sua operacionalização;
 - Tamanho dos trens;
 - Tempo de permanência de trens (Plano de Trens): J 06:30; DX57 vazio 07:30 e DX54 carregado 06:30; CX75 06:30; outros trens 06:30;
 - Disponibilidade de equipes de viagem VLI para atendimento a grade de trens.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

4. Recursos operacionais do pátio:

- Disponibilidade 4.000 HP locomotiva para atendimento de terminais e manobra oficina;
- QLP operacional disponível: OOF e maquinista de pátio;
- 2 Veículos de suporte para deslocamento;

5. Recursos de infraestrutura: Rede TA e TO; CFTV, iluminação e acessos aos pontos de manobra;

6. Grade de horária com as faixas de partida dos trens;

7. Mapa de manutenção: VP e elétrica

8. Restrições:

- Operacionais: Cobertura de recuo, ocupação de PPN, prazos de refeição, garageamento e de garageamento em horário restrito das 06:00 às 22:00;
- Via Permanente: Velocidade; linhas interditadas; rota circulação vagões tanques;
- LSO – Licença Social para Operar:
 - Ocupação de PN;
 - Tempo do lote carregado no pátio (emissão de particulados);
 - Restrição de horário manobra nos terminais: 06:00 às 22:00.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Processamento ferroviários no pátio de VCS

Processamentos típicos: Formações; recomposições e atendimentos aos clientes:

- Desmembramento de trens para atendimento aos pontos de carregamento de minério;
- Formação de trens com 258 vagões destinados ao porto para descarga;
- Recomposição e formação de trens subindo sentido Ramal BH;
- Recomposição de trens descendo sentido VTU (procedentes do Ramal BH);
- Atendimento ao Terminal de carregamento de brita (Pedreira Um);
- Atendimento ao Terminal de carregamento torete (Cenibra) e formação trem destino pátio VFS;
- Garageamento e desgarageamento de lotes;
- Atendimento ao processamento de trem carregado de areia.

Processamentos variáveis: Manobras atípicas e com frequência esporádica

- Atendimento Oficina de Vagões;
- Formação e manobras de trens V (trens destinado atender atividades da Via Permanentes);
- Formação de Trem Especial.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Limites da capacidade de desvio de trens

a) Capacidade de recebimento de trens Carga/GDE VLI:

4 trens maiores distribuídos nas linhas:		2 trens menores distribuídos nas linhas:	
Linha	Extensão (m)	Linha	Extensão (m)
1º) L4B-AB	1.580	1º) L5B-AB	1.400
2º) L6D-MD/L6C-MC	2.190	2º) L5D-MD	1.200
3º) L6B-MB/L6A-MA	2.050	L4A-MA	880 (complemento)
4º) L5B-MB/L5A-MA	2.000	-----	-----

Figura 20: Capacidade de recebimento de trens Carga/GDE VLI

B) Capacidade de garagem de GDE's:

A Capacidade de garagem de GDE's no pátio de VCS são de 7 lotes, distribuídos na L7 do Pátio Novo.

C) Definição dos usos das linhas de acordo com o cenário de produção:

Modelos diferentes dos cenários propostos só podem ser realizadas se analisadas pela equipe de gestão do pátio pois interferem na capacidade operacional, nos atendimentos as manutenções programadas e na realização dos fluxos do pátio. Devem ser respeitadas as utilizações das linhas conforme cenários de produção descritos no

Apêndice I.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Grade de utilização da equipe de manobra de pátio

		Grade de utilização da equipe de manobra de pátio																											
Turma	Atividade	Equipe	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05			
A	Cenibra VP/HNE/DIV	MQP 1																											
		OOF 1																											
B	Pátio CG de cima	MQP 2																											
		OOF 2																											
C	Pátio CG de Baixo	MQP 3																											
		OOF 3																											
D	Pátio Novo	MQP 4																											
		OOF 4																											
E	Prazo Desmenbra	MQP 5																											
		OOF 5																											

Figura 22: Grade de utilização da equipe de manobra

Grade de Processamento dos trens tipos

Modelo de Processamento dos Trens Tipos						
Classe	Sentido	Tipo	Formação chegada	Processamento	Formação Saída	Tempo
J	Descendo	Grãos Carregados	2 locos + 90 vagões carregados grãos(DCA + MCT)	. Espera faixa manobra/Grade	1 loco + 90 vagões carregados	06:30 h
				. Troca Locomotiva (-1 ou 2 por 1)		
				. Retira DCA + MCT		
				. Teste Trem		
D	Descendo	Combustível carregado	2 locos + 50 vagões tanques carregados	. Espera faixa manobra/Grade	1 loco + 50 vagões vazios	06:45 h
				. Troca tração (-1 ou 1 por 2).		
				. Inspeção mecânica vagões		
				. Retira DCA + MCT		
C	Descendo	Torete VLI	2 loco + 95 vagões plataformas carregados	. Espera faixa manobra/Grade	1 loco + 95 vagões carregados	06:00 h
				. Troca tração (-1 ou 1 por 2)		
				. Retira DCA + MCT		
				. Inspeção carga		
				. Teste trem		

Figura 23: Exemplos da grade de processamento dos trens tipo

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE H: GRADES DE MANOBRA E PARTIDA DE TRENS (GHM E GHP)

A grades fixas de manobra e partida de trens asseguram um fluxo contínuo de operações, aumentando a capacidade da linha e a pontualidade dos serviços.

A aderência das grades de manobra e de partidas devem ser avaliadas através da adoção de um Takt Time que meça a aderência em uma janela de 01:00 (uma hora) considerando aderente o desvio de 30 minutos antes ou 30 minutos depois da hora de referência. Os motivos de desvios devem ser registrados para posterior tratamento.

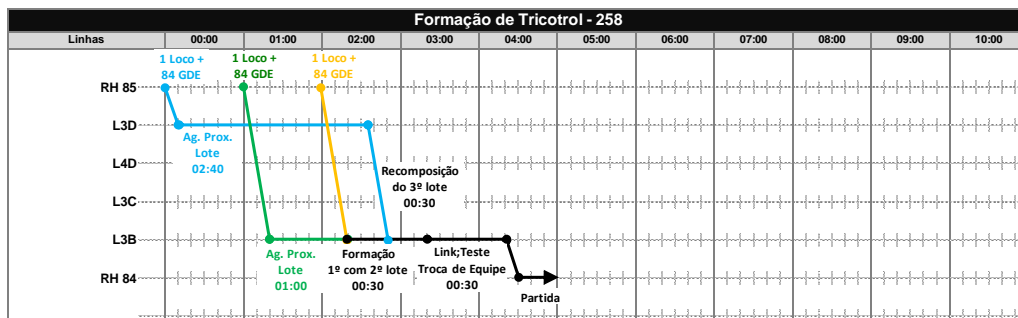


Figura 24: Exemplo de GHM – Gráfico Horário de Manobra

01/08/2022

VPS	Grade	Local	Prefixo	Equipe (Hr)	Equipe (AT)	1º lote	2º lote	3º lote	Tipo de Formação	Pronto	Partida	Observação
	00:50											NECESSIDADE DE FORMA
	01:50	VCS	M718	00:00	01:24	M718			84 Conv		01:24	84 MFE VIC
	02:50	VCS	C108	01:00	01:50	C108			Cargueiro		02:50	49 AÇO VIC + 38 PLTS
	03:50	VCS	M308	03:00	00:54	M478	M478	M476	252 Conv		03:54	
	05:50	VFZ	0212	05:00	00:41	0212			Cargueiro		05:41	

Figura 25: Exemplo de GHP – Grade Horária de Partida dos Trens



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE I: CENÁRIOS DE PLANOS DE MANOBRA DO PÁTIO DE VCS

Os cenários de manobra devem atender os princípios do Sistema Lean de Produção para reduzir o tempo médio do material rodante no pátio e otimizar o uso da mão de obra da equipe, o PEOPF recomenda considerar os seguintes requisitos:

Eliminação de Desperdícios: Reduzir a movimentação e o tempo de processamento de trens através planejamento de manobras utilizando o layout do pátio de forma eficiente.

Fluxo Contínuo: Assegurar que os processos no pátio fluam sem interrupções reduzindo o tempo de espera de equipes e tempos de material rodante aguardando manobra.

Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair (FIFO): Organizar a entrada e saída de vagões de forma que os primeiros a chegar sejam os primeiros a sair, reduzindo o tempo de permanência do material rodante no pátio.

Sistema Puxado (Pull System): Implementar o plano baseado na grade programada de saída de trens para atender os horários programados de chegada dos vagões nos pátios de destino ou nos pontos de intercâmbio com o objetivo de garantir programação de carga ou descarga dos clientes internos e externos.

Para agilizar a captura de ganhos com a implantação do plano de manobra o PEOPF utiliza as seguintes ferramentas do Método Ágil:



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Print Planning: Uso de sprints para dividir o trabalho em ciclos curtos e gerenciáveis.

Daily Stand-ups: Reuniões diárias rápidas para monitorar o progresso do plano.

Sprint Review: Revisão do trabalho realizado no final de cada sprint.

Visualização do fluxo de trabalho: Uso de quadros Kanban para visualizar as etapas do plano de manobra, desde o planejamento até a execução.

Testes automatizados: Uso de softwares e planilhas de simulação ferroviária para testar e validar o plano de manobra antes da implementação real.

É importante estipular quantidade mínima e máxima da equipe que irá elaborar o plano de manobra com pessoas que possuem um conhecimento de todas as disciplinas necessárias para garantir a segurança e a produtividade do plano.

Para a operação otimizada do pátio de VCS foram elaborados cinco cenários de manobra otimizados para o uso racional das equipes, recursos e setores do pátio, descritos a seguir:

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cenário A: Condição normal: pátio sem vagões garageados

Neste cenário os setores do pátio são divididos para atender os seguintes fluxos:

- Intercâmbio de trens carga com destino a VLI: 12 pares de trens por dia;
- Buffers de trens de carga: Importação 5 trens e exportação 5 trens;
- Desmembramento trem com lotes de vagões vazios para atender o carregamento de minério: 1 trem 258 vagões a cada 12 horas;
- Formação carregados com minério para atender a descarga no porto: Até 4 trens com 258 vagões cada.

Este é o cenário ótimo para a operação do pátio.

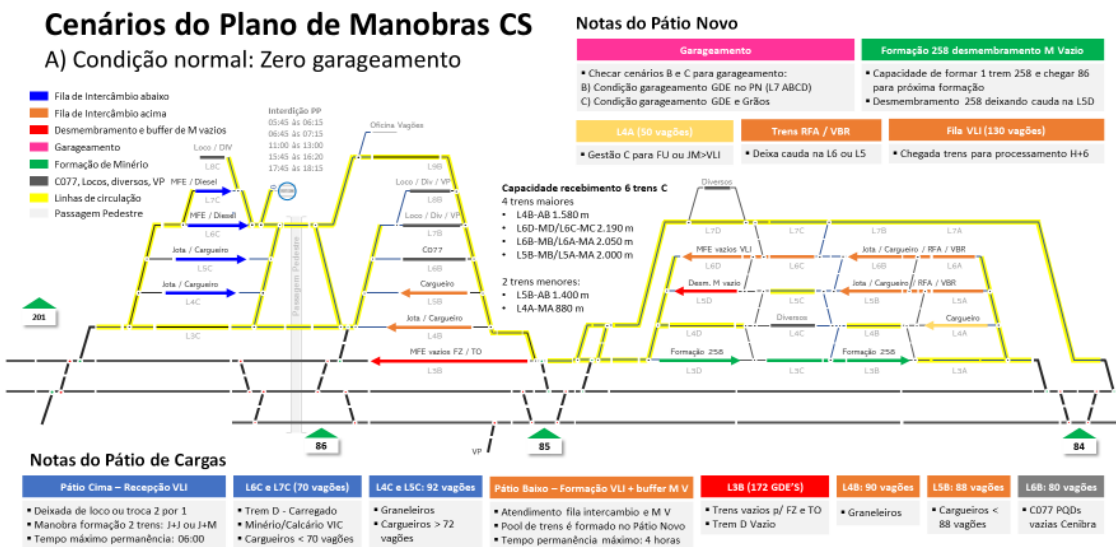


Figura 26: Plano de Manobra do pátio de CS - Cenário A

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cenário B: Condição garagemento GDE no Pátio Novo (L7 ABCD)

Este cenário considera sazonalidades no transporte de minério de ferro com a necessidade de estacionar vagões vazios no pátio. A linha L7 é destinada para garagem até 602 vagões GDE (7 lotes). Os setores são divididos para atender os seguintes fluxos:

- Intercâmbio de trens carga com destino a VLI: 12 pares de trens por dia;
- Buffers de trens de carga: Importação 5 trens e exportação 5 trens;
- Desmembramento trem com lotes de vagões vazios para atender o carregamento de minério: 1 trem 258 vagões a cada 12 horas;
- Formação trens atender a descarga no porto: Até 4 trens com 258 vagões cada.

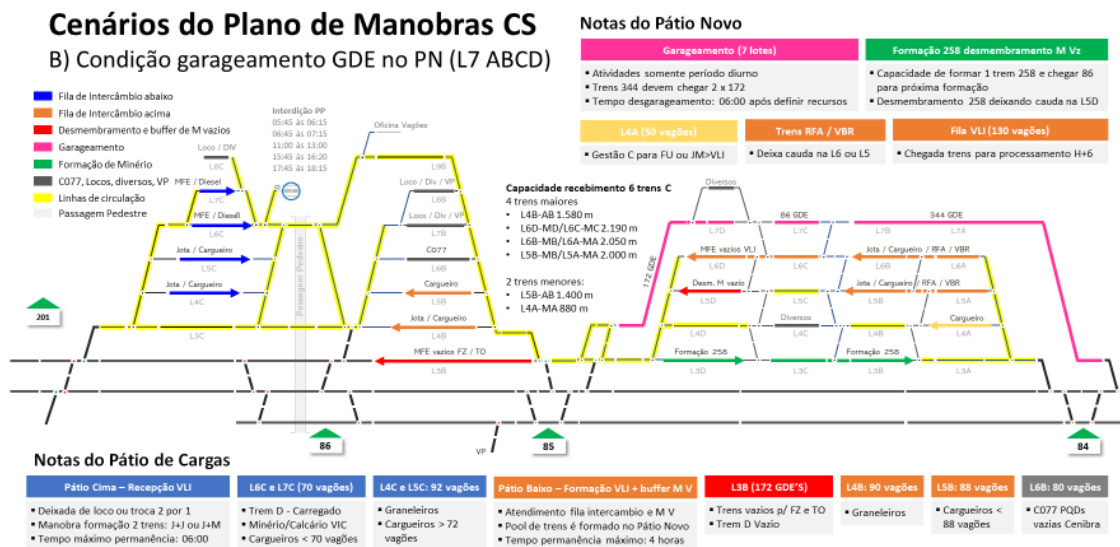


Figura 27: Plano de Manobra do pátio de CS - Cenário B

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cenário C: Condição garagemento GDE e Grãos no PN

Este cenário considera sazonalidades no transporte de minério de ferro e de grãos com a necessidade de estacionar vagões vazios no pátio.

As linhas L7, L6B/L6A e L4A são destinadas para receber 860 vagões GDE (10 lotes) e as linhas L6D/L6C são destinadas para garagemar 90 vagões graneleiros (1 trem). Os setores são divididos para atender os seguintes fluxos:

- Intercâmbio de trens carga com destino a VLI: 9 pares de trens por dia;
- Buffers de trens de carga: Importação 3 trens e exportação 4 trens;
- As demais premissas permanecem inalteradas.

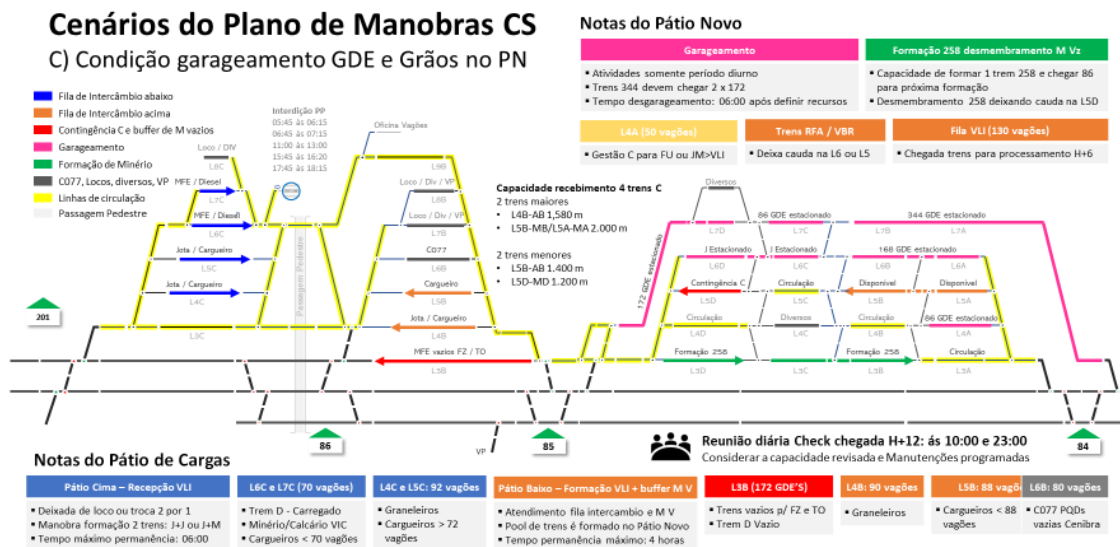


Figura 28: Plano de Manobra do pátio de CS - Cenário C

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cenário D: Processamento de trens para atender minério da RH 206

Neste cenário a linha L7 de circulação e as linhas L5D/L6D/L6C são destinadas para processar os lotes GDE para ponto de carga da RH 206 conforme as premissas abaixo:

- Intercâmbio de trens carga com destino a VLI: 12 pares de trens por dia;
- Buffers de trens de carga: Importação 5 trens e exportação 5 trens;
- Desmembramento trem com lotes de vagões vazios para atender o carregamento de minério: 1 trem 258 vagões a cada 12 horas;
- Formação trens com minério o porto: Até 4 trens com 258 vagões cada.

Cenários do Plano de Manobras CS

D) Processamento trens H206

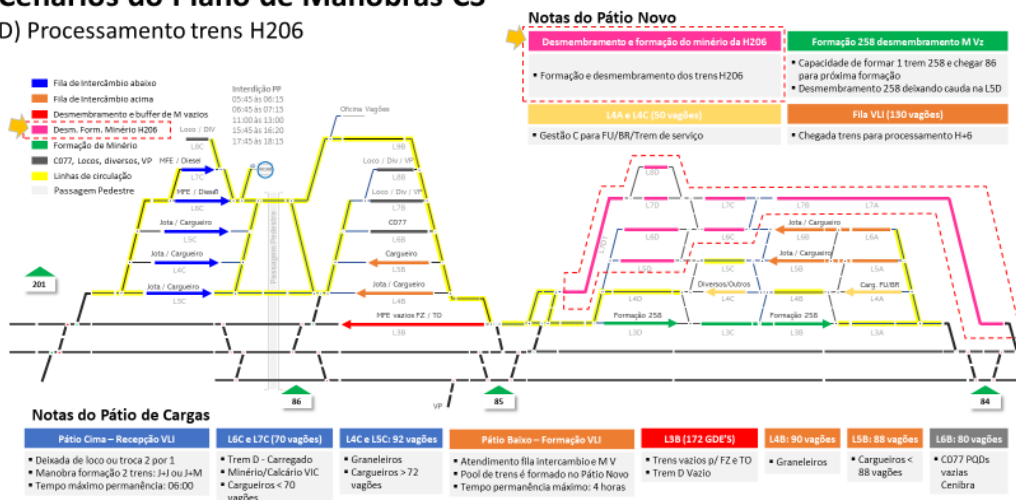


Figura 29: Plano de Manobra do pátio de CS - Cenário D



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cenário E: Processamento de trens para atender RH 206 e areia VBR

Este cenário tem como objetivo o processamento de trens para atender o volume programado de carregamento no ponto de carga da RH 206 conjugado com o carregamento de areia no pátio de Brucutu.

A linha L7 é destinada para o processamento de lotes GDE para ponto de carregamento da RH206 e as linhas L5D/I7B-AB são destinadas para processamento lotes trens vazios/carregados areia VBR (até 2 lotes de ocupação).

Os setores do pátio são divididos para atender os fluxos programados observando redução de demandas de processamento de outros fluxos conforme as premissas abaixo:

- Intercâmbio de trens carga com destino a VLI: 12 pares de trens por dia;
- Buffers de trens de carga: importação 5 trens e exportação 5 trens;
- Desmembramento trem com lotes de vagões vazios para atender o carregamento de minério: 1 trem 258 vagões a cada 12 horas;
- Formação trens com minério para atender a descarga no porto: Até 2 trens com 258 vagões cada.

O resumo das premissas que representam o plano de manobra esta representado na Figura 10

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cenários do Plano de Manobras CS

E) Processamento trens H206 + Areia VBR

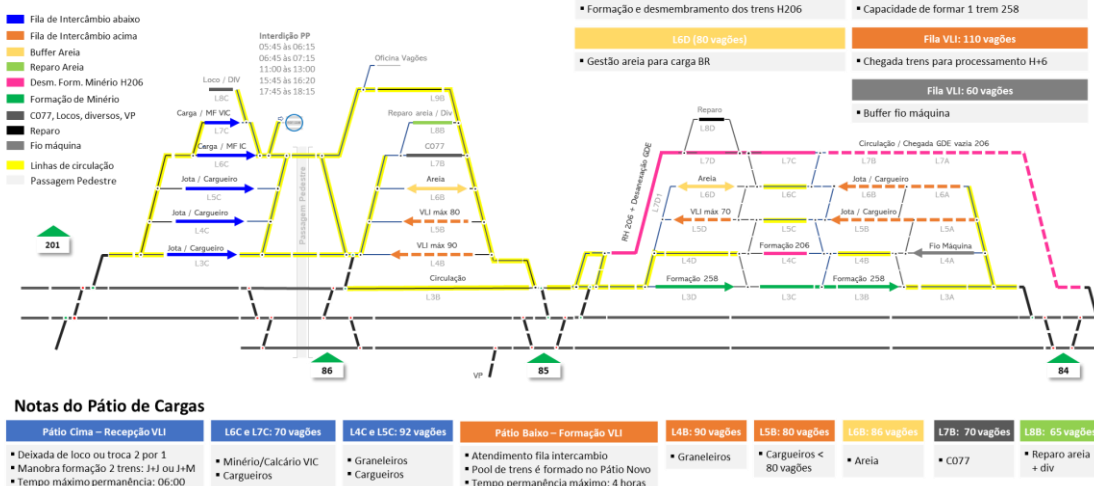


Figura 10: Plano de Manobra do pátio de CS - Cenário E

O **Cenário E** é o atualmente adotado e foram estabelecidas as seguintes premissas:

Capacidade para trens de carga abaixo 5 trens:

- 3 trens maiores nas linhas L3C/L4C/L5C: Capacidade de 1.530 m;
- 2 trens menores nas linhas L6C/ L7C: Capacidade de 1.150 m.

Capacidade para trens de carga acima 5 trens, conforme relação abaixo:

- 3 trens maiores: L4B-AB 1.580 m; L6B-MB/L6A-MA 2.050 m e L5B-MB/L5A-MA - 2.000 m;
- 2 trens menores, nas linhas: L5D-MD 1.200 m e L5B-AB 1.400 m.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Atendimento dos fluxos de transporte:

- Areia 2 trens: L6D-MD 1,263 m e L6B-AB 1.350 m;
- MFE VTU 1 trem 258: L4C-MC 835 m; L3D-MD 1400 m e L3C-MC 1.040 m;
- RH206 2 Lotes de 60 vagões (em formação);
- Desmembramento Vazios: 3 minilotes RH206 ou 3 lotes GDE.

Premissas de distribuição de Equipes para atender o Cenário E

- 1 manobrador + 1 maquinista: Cenibra na faixa horária de 06x18 + Brita 18x00 + trem serviço 00x06 (HNE e trens serviço concorrem entre si no horário de 18x06, limitado a capacidade em 1 trem por vez, manobra trem expresso de sexta para sábado na faixa de 00x06);
- 1 manobrador + 1 maquinista: Grade Carga geral abaixo – 24 horas;
- 1 manobrador + 1 maquinista: Grade Carga geral acima – 24 Horas;
- 1 manobrador + 1 maquinista: Formação MFE + Desmembramento RH206 – 24 horas;
- 1 manobrador: Apoio para realizar prazos refeição + desmembramento GDE's + formação RH 206 (quando simultâneo) + apoio formação trens + manobra de Pátio.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE J: OBJETIVOS DOS INDICADORES DE PERFORMANCE

Indicadores monitoram a saúde do pátio e a qualidade da operação ferroviária, o PEOPFE registra o principais objetivos que devem ser alcançados ao se implantar indicadores de processo de gerenciamento de um pátio ferroviário:

Monitoramento Contínuo: Indicadores de performance permitem um acompanhamento contínuo das operações ferroviárias, facilitando a detecção de problemas e a tomada de ações corretivas de forma rápida.

Tomada de Decisão Informada: Com dados precisos e atualizados, os gestores podem tomar decisões baseadas em evidências, melhorando a eficácia das ações estratégicas e operacionais visando reduzir o tempo de processamento dos trens.

Identificação de Gargalos: Indicadores ajudam a identificar gargalos e ineficiências no sistema ferroviário, permitindo intervenções específicas para melhorar a fluidez das operações nos pátios.

Melhoria Contínua: O acompanhamento dos indicadores permite estabelecer novas metas de melhoria contínua, promovendo a inovação e a busca constante por eficiência.

Transparência e Responsabilidade: Indicadores de performance trazem transparência para as operações e facilitam a prestação de contas, tanto internamente quanto para partes interessadas externas.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

APÊNDICE K: ALARMES E GATILHOS OPERACIONAIS

A implantação de Alarmes e Gatilhos operacionais podem trazer ganhos em:

Segurança: Permitem a detecção e tratamento precoce de condições anômalas ou perigosas reduzindo o risco de acidentes.

Eficiência Operacional: Detectam o desvio de processo em relação a tempos e movimentos e ajudam a identificar e resolver problemas operacionais de forma proativa, evitando atrasos e melhorando a pontualidade dos serviços ferroviários.

Confiabilidade do Serviço: Alarmes garantem que as operações sejam monitoradas em tempo real, aumentando a confiabilidade e previsibilidade do serviço ferroviário.

Tomada de Decisão Ágil: Com informações precisas e em tempo real viabilizam tomar decisões rápidas para mitigar problemas e manter as operações dentro dos padrões.

A relação abaixo registra os gatilhos e alarmes agrupados por categorias de processo:

Controle de Trens

- Previsão de chegada de trens em VCS: http://efvmworkplace/paineis/chegada_vcs/
- Buffer VLI: http://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/painel_vcs/trens%20vli/trens%20vli.asp
- Grade de Trens VCS Abaixo: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=GradeVPS&pto=3>
- Grade de Trens VCS Acima: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=GradeVPS&pto=8>
- Regularidade de trens VCS: http://efvmworkplace/Paineis/ccp_mg/regularidades/regularidades.php
- Tempo de permanência de trens em VCS: http://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/painel_vcs/TEMPO%20PERMANENCIA/TEMPO%20PERMANENCIA%20VCS.ASP
- Painel de Regularidade de Partida: http://efvmworkplace/Paineis/grade_trens/vcs/partida.php



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- Check de Partida de Trens: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=CheckTrensPartida&pto=3>
- Check de Cargas Perigosas: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=CheckCargaPerigosa&pto=3>
- Indicadores de desempenho: [Saúde do Pátio de VCS - Power BI](#)

Controle de locomotivas

- Painel de utilização de locomotivas: [Painel de Ativos da EFVM - Power BI](#)
- Distribuição de locomotivas: http://efvmworkplace/paineis/loco_patio/
- Restrições de Locomotivas: http://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/Painel_VCS/Veiculos%20Patio/veiculos%20ccpmg.asp
- Painel de restrição de comando de locomotivas: [Painel de Ativos da EFVM - Power BI](#)
- Quadro de Tração: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=QuadroTracao>

Controle de vagões

- Vagões parados no pátio: http://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/Painel_VCS/Veiculos%20Patio/veiculos%20ccpmg.asp
- Vagões garagem no pátio: http://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/Painel_VCS/Veiculos%20Patio/veiculos%20ccpmg.asp
- GDE's paradas no pátio: https://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/Painel_VCS/Veiculos%20Patio/veiculos%20ccpmg.asp
- Ciclo Intermediário no pátio: http://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/painel_vcs/ciclo%20gdes%20mg/gdes%20mg%20consulta.asp

Controle de equipe

- Acompanhamento HE Maquinista: http://efvmonline.valenet.valeglobal.net/ccp_online/painel_vcs/equipagem/maquinistas.asp
- Disponibilidade de Mão de Obra: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=DMO>
- Painel de Disponibilidade de Mão de Obra: http://efvmworkplace/Paineis/ccp_mg/dmo/DMO.php

Controle de Manutenção

- Programação Semanal Manutenção: http://efvmonline/ccp_online/manutencoes/Resumo_Semanal_VP.htm
- Regularidade de trens de serviço: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=GradeVPS&pto=27>
- Partida de trens de serviço: http://efvmworkplace/Paineis/grade_trens/vcs_ts/partida.php
- Restrições no pátio: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=RestricoesPatio&pto=3>
- Registro de anomalias: <http://efvmworkplace/Portal/CCPOnline/System/index.php?pg=AnomaliasCCPMG>