

3º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

**Simulações, Planejamento e Alocação de Recursos para Manutenção da Via**

## INTRODUÇÃO

Anualmente, a empresa que executa as operações da malha ferroviária da região sudeste (MRS Logística) possui um período destinado a calibrar a demanda de manutenção com a expectativa de transporte para os próximos anos. O objetivo é conseguir equilibrar a necessidade de transporte apontada pelos clientes com a necessidade de manutenção para que as condições adequadas de circulação e segurança sejam atendidas. Nesse período, também conhecido como Plano Diretor e Orçamento, seus especialistas possuem o desafio de identificar a real necessidade de itens como: equipes, material e intervalos de manutenção, para que seja possível definir o melhor modelo de manutenção para a demanda estimada.

Para esse propósito, no ano de 2014 foi desenvolvida uma nova ferramenta de planejamento de manutenção. O objetivo era ser assertivo no planejamento das intervenções de manutenção durante um período desejado. Ao criar cenários otimizados usando algoritmos complexos para alocar a equipe de manutenção com mais eficiência, utilizando os intervalos de manutenção da melhor maneira possível, estabelecendo entre as equipes um padrão de produtividade e aumentando o nível de transparência entre o escritório e o campo, o software combina a manutenção necessária (com base na necessidade de manutenção identificada pelos rondas e veículos de inspeção, filtrada e consolidada pela equipe de confiabilidade da Engenharia) com a capacidade de execução. Criado através de módulos de VBA, o software é de custo extremamente baixo. Sua plataforma é o Microsoft Access e requer um desempenho da máquina intermediário. Ele reduz o tempo total necessário para calcular e projetar os cenários possíveis, e também reduz o tempo total necessário para desenvolver o planejamento semanal, mensal e anual, dando mais eficiência à equipe. O programa roda a simulação completa de um ano em poucos minutos. Ao analisar essas simulações e negociar recursos com as áreas de interface, a equipe de planejamento é capaz de encontrar a melhor escolha para a empresa.

Além das simulações, outro importante objetivo é proporcionar um planejamento de manutenção ferroviária automatizada e otimizada, gerando as ordens de serviço das equipes. Após o processo de privatização, ocorrido em 1996, a empresa aumentou a capacidade de transporte em cerca de 9% ao ano sem a necessidade de uma duplicação do trecho: eles encontraram a solução logística melhor, trabalhando em um modelo carrossel -

um caminho para trens carregados e outro para trens vazios. Portanto, a malha ferroviária da região sudeste permanece quase na sua totalidade composta por trechos de linha singela, e quando uma janela de manutenção se inicia, não há fluxo de tabelas sobre uma região inteira, e como uma consequência, há um impacto sobre o modelo de circulação de trens estabelecido, o carrossel. Assim, para reduzir esse impacto, é importante ter a quantidade mínima de intervalos para apoiar as necessidades de manutenção.

Ao gerar as ordens de serviço de forma automática, gerenciando as equipes e os intervalos de manutenção da melhor maneira possível, o software reduz o tempo necessário para atividades burocráticas, como planejamento, programação e entrada de informações no banco de dados, e a equipe de escritório se torna, conseqüentemente, mais produtiva também.

Com todas essas informações, a área PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) é capaz de fazer o seu propósito principal: dar as diretrizes para a equipe de campo, apoiando as necessidades de manutenção e desafiando a sua produção, estimulando a produtividade para um nível superior.

## **DIAGNÓSTICO**

Um estudo de caso foi aplicado para investigar questões e se obter o know-how através da experiência de cada funcionário. Tendo em vista que o processo ainda não era maduro o suficiente, tornou-se necessário compreender o trade-off realizado em cada tomada de decisão. A ênfase estava em uma análise contextual exaustiva e pormenorizada dos fatos e condições e suas inter-relações. [1]

Sem um processo consolidado, é importante compreender o papel de cada funcionário, como eles gerenciam seu próprio processo, e as principais diretrizes para atingir seus objetivos de planejamento da manutenção da estrada de ferro.

O desafio foi entender as diretrizes de trabalho e desenvolver um processo único e estruturado. Uma programação bem estruturada é a chave para um timing perfeito para as atividades de manutenção.

#### Processo dos Trens de Serviço

Quase todas as intervenções em dormentes, trilhos e lastros (socaria e levante) necessitam de descarga de material antecipada. O processo dos trens de serviço leva a distribuição de material para as intervenções de manutenção. O timing perfeito das intervenções de manutenção se devem em grande parte à correta distribuição dos materiais, que também é determinado por uma programação bem estruturada das atividades dos trens de serviço em conjunto com as intervenções de manutenção antecessoras e predecessoras.

#### Requerimentos da Manutenção

Tomando por base a gestão descentralizada da manutenção, a companhia não possuía um modelo que assegurasse o planejamento integrado das atividades de manutenção por entre os diferentes corredores de circulação ferroviária. Dessa forma, torna-se necessário elevar a capacidade de mensuração e controle dos times de execução, estabelecer produtividades padrão das tarefas e atuar com vistas ao aumento da produtividade do sistema.

Com a atuação do time de Engenharia de Confiabilidade monitorando detalhadamente a qualidade da via permanente, a área de planejamento da manutenção se habilita a gerenciar as atividades de manutenção utilizando os elementos de monitoramento da linha férrea.

Tais dados provêm das atividades de Ronda de Linha, inspeções veiculares de Carros Controles, inspeções realizadas pelos Residentes de Via (engenheiro responsável pelos parâmetros técnicos da via de determinada região) e toda anomalia identificada no dia a dia e que sejam registradas em ambiente específico para coleta de dados.

Para suportar a evolução desse processo, a empresa deve dedicar uma equipe que centralize e explicita a demanda de manutenção, aloque recursos para execução da manutenção e controle as atividades executadas.

#### Ordens de Serviço – Plano de Manutenção

As ordens de serviço devem refletir a necessidade de manutenção com alocação das equipes de execução, disponibilidade de materiais e intervalos de manutenção necessários para a atividade de via. É importante que defina os padrões operacionais para que se obtenha um modelo de manutenção otimizado.

Um sistema completamente customizado foi desenvolvido para esse propósito, respeitando todas as tomadas de decisões realizadas pelos planejadores regionais enquanto executam a atividade de planejamento. Além disso, os requisitos de Engenharia são importantes premissas que submetem à solução final à correta sequência de atividades de manutenção de via com vistas ao aumento da vida útil dos equipamentos de via. Isso é importante para que se mantenha um padrão único e integrado por entre os planejadores e times de manutenção.

#### A Solução

De acordo com a GE, existem quatro níveis de planejamento. Sua base é o planejamento do tráfego de trens e da operação de terminais (execução), subindo para o planejamento das equipes (ordens de serviço), passando pelo planejamento da manutenção (planejamento estratégico) até o planejamento de recursos. [2]



**Figura 1 – Os 4 Níveis de Planejamento [2]**

O “Simulador de Manutenção” (RPS) é a solução desenvolvida, que procura transitar e dar a visão necessária dentre esses quatro níveis de planejamento. Essa funcionalidade é de extrema valia no momento anual de orçamento de manutenção.

#### Planejamento dos Trens de Serviço

O processo de planejamento dos trens de serviço foi se aprimorando constantemente. Inicialmente feito à mão, por um planejador central, sofria mudanças constantemente. Com um plano de manutenção pouco assertivo, novas demandas de atividades corretivas surgiam constantemente, exigindo mudanças no fornecimento de materiais e afetando diretamente a programação dos trens de serviço. A dificuldade em disponibilizar o planejamento mensal desses trens com uma boa assertividade para a equipe da operação resultava em um dimensionamento inadequado de recursos para esta atividade. Além disso, os trens de

serviço (responsáveis pela entrega da matéria-prima para a manutenção da via permanente) não tem prioridade de circulação na malha ferroviária (exceto em situações emergenciais).

O know-how para a geração de rotas de forma automatizada foi adquirido através de um benchmarking com a equipe de planejadores e de uma cronoanálise das informações geradas pela equipe de programação diária desses trens, com os principais desvios e tomadas de decisões chave para a realização das entregas estipuladas pela meta da empresa. Toda essa informação foi recolhida em um banco de dados, criado em 2012 para esse fim.

The screenshot shows a web-based interface for managing train resources. At the top, there's a navigation bar with the MRS logo and a date filter set to 18/05/2015. The main title is 'Frota de Brita 01'. Below this, there are several panels: 'Informações Gerais' (General Information) with fields for activity (Descarga), prefix (WF0636), and justification (Falta/Avaria Mx); 'Equipagem' (Equipment) with status (Atendido: Solicitado (PME)), location (FJC), and schedule (Pedido: 08:00, Real: 08:00, Venc: 16:00); 'Programação para D+1' (D+1 Scheduling) with options for regime (Fixo), local (FJC), and time (08:00:00); and 'Detalhamento' (Detailing) with a text area for notes. The bottom status bar reads 'PCMRS - Controle de Recursos e Passagem de Serviço'.

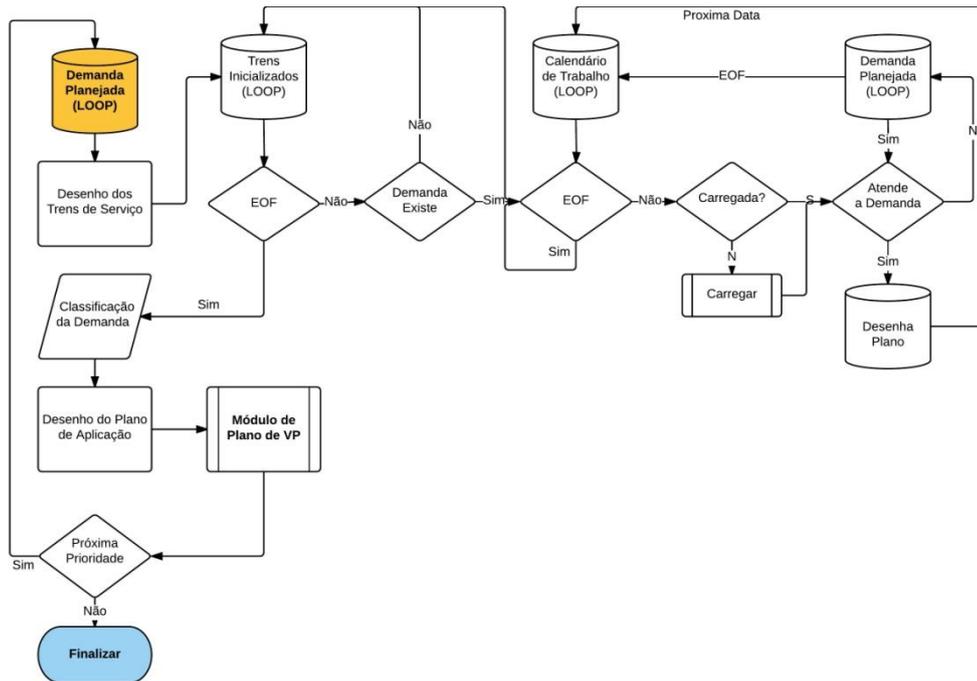
**Figura 2 – Controle dos Trens de Serviço**

Uma vez que os trens de serviço não eram previsíveis, a circulação desses trens tornou-se secundária para a operação, e uma lacuna de recursos foi criada. A equipe disponível para comandar esses trens é muito limitada, e a circulação desses trens ocorre preferencialmente em momentos que não gere impacto à circulação de trens de carga. Tornou-se importante

gerar um plano mensal efetivo, com entregas bem detalhadas, permitindo uma visão detalhada do mês de trabalho e uma alocação de recursos eficaz, para evitar dessa forma as perdas.

Embora já exista um software que possa otimizar o tráfego (o Movement Planner da GE é um software de gestão de rotas que a equipe de operação usa para analisar automaticamente a rota e otimiza o tráfego ferroviário para um horizonte de planejamento de 12 horas [3]), ele não pode criar a rota de zero: ele deve receber a origem e o destino dos trens já definidos. Para isso, o RPS faz esse trabalho, considerando uma série de recursos e restrições que são essenciais para o desenho desse plano, que são:

- Frotas disponíveis;
- Área de Serviço de cada frota;
- Equipe de suporte disponível na data de entrega para realizar a descarga;
- Priorização de acordo com cada necessidade e sequenciamento de atividades;
- Locais de carga, capacidade e tempo de carregamento;
- Distâncias mais curtas entre os pontos de origem e destino;
- Tempo de espera para intervalos de manutenção;
- Parâmetros de recarga parciais;



**Figura 3 – Ferramenta de Planejamento de Trens de Serviço**

A solução RPS entrega o necessário para mudar essa realidade para um nível superior: um cronograma detalhado por um longo período - pode desenhar a rota para esses trens pelo período de um ano, por exemplo. E há um efeito cascata: a partir do momento que a equipe de programação sabe onde e quando o material necessário para a manutenção estará disponível, torna-se possível programar com assertividade as atividades de manutenção de via permanente. Dessa forma, mudar a rota dos trens de serviço torna-se inadequado, e qualquer variação no plano deixou de ser desejado, pois haverá um impacto em toda a cadeia de planejamento. Claro, eventos inesperados irão acontecer (como problemas com equipamentos, más condições de trabalho em um dia específico, ou quaisquer outros obstáculos durante a execução), e a equipe de planejamento deverá ser capaz de replanejar e obter o melhor cenário facilmente.

## Planejamento de Alocação das Equipes

No início, não existia um plano de manutenção desenhado. As equipes eram alocadas diariamente para cada atividade, de acordo com os interesses do coordenador da região. Essa forma de manutenção descentralizada possui pouca organização e rendimento, direcionando de forma pouco eficiente a empresa na alocação de recursos, seja através da contratação de mais equipes ou no estoque de materiais sem uso espalhados pela malha ferroviária.

A solução para um melhor planejamento das equipes envolve um grau elevado de organização do processo de manutenção como um todo. Em vez de uma gestão da manutenção descentralizada, é importante ter um agente de centralização das demandas e recursos. Para a otimização desses resultados, é importante ter informações detalhadas sobre as especialidades, produtividade e formato de trabalho das equipes para cada atividade.

## Especialidade das Equipes

Para realizar o grande número de trabalhos necessários ao longo da malha ferroviária, há um grande número de requisitos, e cada equipe pode ser capaz de realizar atividades de diversas especialidades.

Cada equipe foi catalogada, tendo por base suas principais características:

- Local de base da equipe e área de serviço;

- Tempo de viagem entre os locais de atendimento;
- Experiência da equipe;
- Indisponibilidade (férias, feriados).

Algumas atividades necessitam de mais de uma equipe trabalhando em conjunto, e o RPS escolhe a melhor combinação disponível para a geração da OS.

### Produtividade das Equipes

Devido à complexidade das diversas tarefas envolvidas na atividade de manutenção de via permanente e à grande dispersão das equipes de manutenção, espalhadas em uma malha de 1.643 km que cruza 3 diferentes estados, é importante que se defina um padrão de trabalho entre os times de manutenção. [4]



#### Figura 4 – Malha MRS Logística [4]

A fim de se apurar a produtividade de cada equipe, diariamente, uma equipe de programação da manutenção controla cada atividade realizada pelo time de campo, cujas bases de dados permitem a mensuração do desempenho das equipes e alimenta o banco de dados do RPS.



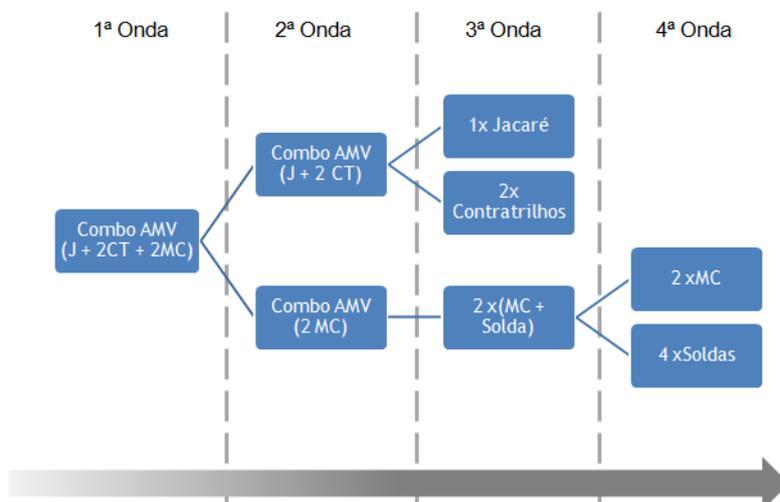
#### Figura 5 – Imagem do controle de produção diária

O banco de dados RPS considera uma produtividade não linear em cada intervalo de manutenção ofertado. Isso significa que para cada faixa de manutenção será considerada uma produtividade específica, que também varia por equipe e por região de atuação.

#### Tabela 1 - Produtividade Padrão

Item	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	01:30 01:30	01:00 01:00	02:00 01:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	Diária
Combo AMV (2 MC)									1	1	1	1	2	
Combo AMV (J + 2 CT + 1 MC)											1	1	1	
Combo AMV (J + 2 CT + 2 MC)														1
Combo AMV (J + 2 CT)									1	1	1	1	2	
Contratrilho	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Descarga Dormente - Lastro	200	300	400	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416
Descarga Dormente - Trem de Serviço	200	300	400	500	600	600	600	600	800	800	800	800	800	800
Descarga Dormente Aço - Lastro	200	300	400	500	600	600	600	600	800	800	800	800	800	800
Descarga Dormente Aço - Trem de Serviço	200	300	400	500	600	600	600	600	800	800	800	800	800	800
Descarga Socaria	100	150	200	250	300	300	300	300	400	500	600	700	800	800
Descarga Socaria - Dorm Aço - Lastro	100	150	200	250	300	300	300	300	400	500	600	700	800	800
Descarga Socaria - Dorm Aço - Trem SV	100	150	200	250	300	300	300	300	400	500	600	700	800	800
Descarga TRILHO TR-57	27,36	41,04	54,72	68,4	82,08	82,08	82,08	82,08	109,44	136,8	164,16	191,52	218,88	
Descarga TRILHO TR-68	32,64	48,96	65,28	81,6	97,92	97,92	97,92	97,92	130,56	163,2	195,84	228,48	261,12	
DOL	0,81	1,335	1,86	2,38	2,91	2,67	2,43	2,67	3,96	5,01	6,06	7,11	8,16	
Dormente de Aço - Lastro														120
Dormente de Aço - Trem de Serviço														120
Dormente de Madeira - Lastro														50
Dormente de Madeira - Trem de Serviço														50
Dormente de Madeira Confinado - Lastro														42
Dormente de Madeira Confinado - Trem de Serviço														42
Dormente de Plástico - Lastro														50
Dormente de Plástico - Trem de Serviço														50
Jacare			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1
JIC		2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	6	6	
Meia Chave					1				1	1	1	1	1	
Meia Chave + Solda					1				1	1	1	1	1	
Socaria	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	
Socaria_Restritiva - Lastro	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	
Socaria_Restritiva - Trem de Serviço	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	
Socaria_Retorno - Lastro	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	
Socaria_Retorno - Trem de Serviço	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	
Solda	1	1	2	2	2	2	2	2	3	4	4	6	6	
Solda AMV			2	2	2		2	2	3	4	4	6	6	
Solda TR-57			2	2	2		2	2	3	4	4	6	6	
Solda TR-68			2	2	2		2	2	3	4	4	6	6	
TRILHO TR-57			13,68	13,68	13,68	13,68	13,68	13,68	13,68	27,36	27,36	27,36	27,36	
TRILHO TR-57 (Singelo)					13,68			13,68	13,68	27,36	27,36	27,36	27,36	
TRILHO TR-68			16,32	16,32	16,32	16,32	16,32	16,32	16,32	32,64	32,64	32,64	32,64	
TRILHO TR-68 (Singelo)					16,32			16,32	16,32	32,64	32,64	32,64	32,64	
Vigota														14

A produtividade pode ser incrementada pelo agrupamento de serviços em pacotes de combinações de atividades, chamada de combos. Caso não seja possível alocar os combos em determinado modelo de intervalo de manutenção, a lógica do sistema irá gerar ondas de realocações da necessidade por meio da fragmentação do combo em outros de menor duração, até chegar à tarefa mais elementar.



## Figura 6 – Combo

### Planejamento da Manutenção

Depois de receber a informação completa da necessidade de manutenção de via permanente – demanda que garanta a operação segura na malha ferroviária - a área de planejamento e controle da manutenção é capaz de gerar automaticamente um plano para a execução dessas atividades, tendo por base os seguintes parâmetros:

- Intervalos de Manutenção: O conceito de "blackout" tem como objetivo parar um número limitado de pátios ferroviários para a realização de um conjunto de intervenções de manutenção concentradas no trecho. A meta é ter uma produção de alta eficiência em um curto período de tempo;
- É possível ter um calendário personalizado para um período desejado, refletindo a sazonalidade dos intervalos de manutenção (períodos de pico de produção geralmente tem um número menor de janelas);
- Modelo Restritivo: Em lugares como a região do Rio de Janeiro, há muitas limitações que devem ser respeitados (o conceito de "blackout" tem uma série de detalhamento e limitações para essa região);
- O tempo de viagem entre os locais de serviços: Existem diferentes maneiras de se transportar para um local de serviço. O software usa referências de viagens através de rodovias (para equipes) ou por via férrea, que é subdividido em equipamentos (a maioria tem um comprimento menor, e esse fato permite que eles possam transitar facilmente no

contrafluxo dos trens) e trens de serviço (que possuem maior dificuldade de circulação e locais de desvios). Essas referências têm como objetivo alocar as equipes e equipamentos somente se eles forem capazes de estar no local de trabalho naquela data;

- Informação completa de equipes e equipamentos: disponibilidade, produtividade, área de serviço;
- Produtividade: produção detalhada por atividade e padrões de intervalo, podendo até mesmo ser detalhado por nível de experiência pessoal, período do ano ou um local específico. Ele usa também o conceito de combinação, agrupando os serviços em pacotes (combos);
- Taxa de materiais por tipo de manutenção e localização: para cada necessidade específica, é possível estabelecer uma taxa de material por unidade de manutenção, cuja entrega torna-se obrigatória antes de iniciar o trabalho no trecho;
- Os trabalhos posteriores: para certos tipos de trabalho é necessário agendar um retorno para complementar o trabalho. Para essas atividades específicas, o RPS gera automaticamente a ordem de serviço respeitando o número de dias para retorno, assim como as medidas necessárias e a proporção correta para execução.
- É possível definir um número limitado de locais de trabalho, por região (importante para os serviços que causam restrição de velocidade na estrada de ferro);
- Também é possível determinar a capacidade de entrega dos fornecedores;

O algoritmo combina todos os parâmetros indicados em um código de aproximadamente 80 páginas. O resultado é um plano de manutenção diário, com ordens de serviço por equipe,

local de trabalho, data para execução, quantidade de produção esperada e a quantidade remanescente desse item específico.

**Tabela 2 - Exemplo de plano de trens de serviço gerado pelo RPS**

Data	Patio	Linha	Atividade	Equipe	Intervalo	QTD
01/01/2016	FBR		Carregamento	Frota de Brita 01		800
11/01/2016	FML	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	100
11/01/2016	FML	L2	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	150
11/01/2016	FMLFAF	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	150
12/01/2016	FAF	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	100
12/01/2016	FAF	L2	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	150
12/01/2016	FAFFBR	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	100
14/01/2016	FSO		Carregamento	Frota de Brita 01		750
15/01/2016	FAFFCC	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	150
15/01/2016	FCC	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	100
15/01/2016	FCC	L2	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	100
18/01/2016	FBR	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	50
18/01/2016	FBR	L2	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	150
18/01/2016	FCCFBR	L1	Descarga	Apoio Brita FBR;Frota de Brita 01;	Blackout	150
20/01/2016	FSO		Carregamento	Frota de Brita 01		700
22/01/2016	FJR	L1	Descarga	Apoio Brita FBV;Frota de Brita 01;	Blackout	50
22/01/2016	FLP	L1	Descarga	Apoio Brita FBV;Frota de Brita 01;	Blackout	100
22/01/2016	FLP	L2	Descarga	Apoio Brita FBV;Frota de Brita 01;	Blackout	100
22/01/2016	FLPFJR	L1	Descarga	Apoio Brita FBV;Frota de Brita 01;	Blackout	100
25/01/2016	FJR	L1	Descarga	Apoio Brita FBV;Frota de Brita 01;	Blackout	50
25/01/2016	FJR	L2	Descarga	Apoio Brita FBV;Frota de Brita 01;	Blackout	350
25/01/2016	FJRFAL	L1	Descarga	Apoio Brita FBV;Frota de Brita 01;	Blackout	50



necessários para sustentação do transporte ferroviários dentro dos requisitos de circulação necessários para otimização de todo o sistema ferroviário.

O correto sequenciamento das atividades ao longo dos meses do ano é o desafio a ser superado, pois será determinado para garantir que os escopos de manutenção durem o tempo esperado, reduzindo em longo prazo os níveis de necessidade de intervalos de manutenção.

Intervalos de manutenção são faixas de tempo em que se cessa por completo a circulação ferroviária. Assim, as atividades que precisam acontecer sem a movimentação de trens podem acontecer com segurança e no menor tempo possível.

Dessa forma, a Engenharia de Confiabilidade informa quais os requerimentos de manutenção necessários e o time de planejamento executa sucessivos cenários de alocação de recursos com o intuito de alcançar o resultado que maximize a capacidade de execução com recursos limitados.

Para os casos em que os recursos disponíveis não são suficientes para que se esgote a necessidade de intervenções na malha ferroviária, dá-se prosseguimento à análise de alavancas de manutenção para que sejam eliminados os “pontos de saturação”. Nessa etapa, existe um aprofundamento nas taxas de produtividades das equipes em cada região e cálculo de recursos adicionais para que se consiga realizar toda a manutenção esperada.

Além disso, são avaliados os níveis de backlog toleráveis, o que gera redução da necessidade global de manutenção no horizonte orçamentário de 12 meses do próximo ano fiscal. Por

fim, é avaliada a necessidade de aumento das equipes de manutenção em cada tipo de atividade e gerada proposta de ajuste das janelas de manutenção.

O primeiro benefício verificado pela utilização do RPS para realizar o dimensionamento de manutenção foi a elevação da qualidade técnica das discussões. Tal fato se deve à redução do tempo necessário pelo time de Planejamento Orçamentário para geração de cenários de alocação de recursos e eliminação de gargalos. Com isso, as discussões passaram a ter maior direcionamento para os diferentes métodos de manutenção possíveis de ser utilizados para elevação da produtividade das equipes. Além disso, contribuição para melhor definição de papéis e responsabilidades entre as equipes de Planejamento, Engenharia e Execução.

Adicionalmente, o RPS gera uma lista detalhada de atividades de manutenção que, respeitando a sequência de manutenção recomendada pela Engenharia, aloca os recursos a cada dia do ano, deixando claro qual a linha base de planejamento. A comparação da realização com a linha base permite uma sistemática clara de avaliação de performance de identificação dos desvios de processos que levam às perdas de capacidade de manutenção. Combater tais perdas é crucial para reduzir o custo global da manutenção de via.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

1. Correto sequenciamento das atividades de manutenção de via permanente, assegurando sequência que maximize a vida útil dos ativos (diretrizes informadas pelas Engenharia da Malha Ferroviária da MRS Logística).

2. Definição de linha base de planejamento de manutenção, permitindo refinamento das análises de perdas ao longo do ano.
3. Tomada de decisão de alocação de recursos prioriza o que é melhor para toda a malha, ou seja, reduz a subjetividade e pessoalidade nas tomadas de decisões.
4. Padronização do processo de planejamento entre as 4 regiões de atuação (gerências de via com 4 a 5 coordenações).
5. Simulação de cenários orçamentários com maior velocidade, gerando fácil visualização dos gargalos para realização do Plano de Manutenção Anual.
6. Gera o plano de manutenção diário, com ordens de serviço por equipe, local de trabalho, data para execução, quantidade de produção esperada e a quantidade remanescente desse item específico.
7. Redução do HH necessário para geração do plano de manutenção anual, liberando recursos para que aprofundem nas discussões técnicas e em estudos de alavancas para redução de custos.
8. Parâmetros para simulação são integrados aos principais indicadores de performance da manutenção ferroviária, servindo inclusive para estabelecer metas das equipes de manutenção.
9. 94% de aderência no Plano de Correção Geométrica em relação à revisão realizada em jun/16 para fechamento do ano (alta fidelidade em ambiente de múltiplas variáveis).
10. Fácil geração de análise de sensibilidade de capacidade e custo de manutenção, viabilizando a análise de impacto entre a operação ofertar mais intervalos de

manutenção em detrimento do impacto no transporte de cargas ferroviárias (ponto de equilíbrio entre transportar mais e o custo de manutenção).

11. RPS gera backlog de manutenção e possui funcionalidade para determinação da quantidade de equipes extras para eliminação do backlog.

## **CONCLUSÕES**

Baixa produtividade, alto custo de manutenção e uma geração crescente de demandas de manutenção em atraso foram constantemente afetando a empresa. A falta de argumentos para discutir a real necessidade de manutenção em relação às necessidades da operação, assim como a baixa capacidade de analisar cenários à médio e longo prazo foram os principais incentivos para desenvolver esse trabalho. Era necessário estabelecer entre as equipes de manutenção, operação, engenharia e campo, um nível alto de transparência, traduzindo os interesses de cada área de forma imparcial, possibilitando avaliar de forma analítica o nível de atendimento esperado de cada área, e dando credibilidade às tomadas de decisão junto à diretoria da empresa. Como resultado indireto, passa-se a perseguir um padrão de produção para as equipes de campo, ocorre um aumento da produtividade das equipes de planejamento na geração dos planos de manutenção e uma maior assertividade nas ordens de serviço.

A solução proposta (o RPS – Resource Planning and Scheduling) é assertiva no planejamento da manutenção, realizando desde o planejamento da distribuição do material até a geração

das ordens de serviço, gerando uma programação otimizada e automatizada da manutenção na malha ferroviária. Ademais, possibilita simulações de cenários em longo prazo (como, por exemplo, a simulação da execução do plano de manutenção anual, gerando as ordens de serviço dia-a-dia, e retornando um cenário detalhado e sua respectiva capacidade), sendo a principal ferramenta no período de geração do orçamento para avaliar a capacidade e a necessidade para o próximo ano, gerando cenários para as diretorias de: operação, engenharia e manutenção, desenvolvimento e finanças; possibilitando que essas áreas realizem um trade-off e decidam qual o melhor cenário para a empresa que garantirá a confiabilidade da malha e sua operação dentro dos limites desenhados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. “Métodos de pesquisa em administração”. Porto Alegre: Bookman, 2003.

[2] GE TRANSPORTATION. “Movement Planner System”. Available at: <[www.gettransportation.com/railconnect360/network-operations/movement-planner-system](http://www.gettransportation.com/railconnect360/network-operations/movement-planner-system)>. Accessed October 12, 2015.

[3] GE TRANSPORTATION. “RailConnect™ 360—a GE Predictivity™ solution -Movement Planner System”. Available at: <[http://media.gettransportation.com/sites/default/files/GE-4723\\_MovementPlanner\\_nobleed.pdf](http://media.gettransportation.com/sites/default/files/GE-4723_MovementPlanner_nobleed.pdf)>. Accessed September 06, 2015.

[4] MRS LOGÍSTICA. “Malha Ferroviária e Frota” “. Available at: <[www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/](http://www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/)>. Accessed October 05, 2015.