

PLANEJAMENTO OPERACIONAL DE TRENS DE CARGA GERAL NO INTERIOR DE SP EM BUSCA DA EXCELÊNCIA

Luiz Felipe Trinchinato

Curso de Especialização em Transporte Ferroviário - MRS Logística S.A.

Instituto Militar de Engenharia - IME

RESUMO

Este trabalho se concentra na busca da excelência operacional na ferrovia que se caracteriza por transportes de alta capacidade a baixo custo. A excelência nada mais é do que se transportar mais com menos, fazendo o correto dimensionamento das equipes, a sua correta alocação ao longo da malha ferroviária e padronizando as manobras nos terminais de cargas e descarga, conseqüentemente, aumentando a capacidade de transporte e a segurança na execução, diminuindo o tempo do trem parado, as jornadas das equipes improdutivas e as horas extra realizadas.

Palavras chave: planejamento operacional, ferrovia, excelência operacional.

ABSTRACT

This work focuses on the pursuit of operational excellence in railway which is characterized by high capacity at low cost transport. The excellence is nothing more than to move more with less, making the correct sizing of the teams, their correct allocation along the railway network and standardizing the maneuvers in terminal loading and unloading, thereby increasing transport capacity and security the execution, reducing the time the train stopped, the days of unproductive teams and the extra hours worked.

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista o cenário de grande competitividade das empresas que operam na malha ferroviária brasileira é preciso buscar a excelência operacional, minimizando os custos operacionais e esse estudo tem como foco no Planejamento Operacional de Equipagens (pessoas ou equipes responsáveis pela operação dos trens) que é uma das principais contas das Companhias e atualmente apresenta muitos gaps e no Tempo de Cargas e Descarga nos clientes, que impacta diretamente do Transit Time e automaticamente diminui a capacidade de transporte, aumentando o seu custo para a empresa.

O artigo propõe a utilização de um modelo de Alocação de Equipagem Centralizado, com estudo sobre novas Sedes para melhor atender os trens, padronizando as manobras nos terminais dos clientes e a importância de um Planejamento bem executado no interior de São Paulo reduzindo a quantidade de horas extras e improdutivas e reduzindo os riscos impostos à operação ferroviária e às equipagens, otimizando o Transit Time, diminuindo o tempo de vagões parados dentro do cliente e como consequência aumentando a capacidade de transporte. Nada mais é do que reduzir os tempos de trens parados, sejam por acidentes ou falhas em equipamentos, as otimizações dos processos realizados em pátios – como abastecimento de locomotivas, manobras, entre outros – e a utilização das equipagens ferroviárias garantem com que os planos de produção sejam atingidos e aumenta a margem de lucro das empresas que operam a malha ferroviária.

O objetivo do artigo é a redução dos custos da operação ferroviária, diminuindo as jornadas altas, horas extras e as jornadas improdutivas, também alcançando a diminuição dos custos com os veículos rodoviários que fazem a locomoção das equipagens; tendo ganhos na circulação dos trens diminuindo o tempo dos trens parados por falta de equipagem e no Ciclo

dos vagões, produzindo mais com menos, revendo e ou criando o plano de alocação das equipes, a padronização das manobras e a definição das sedes na malha ferroviária.

Todas as ações propostas ao longo deste trabalho foram implantadas na Coordenação de Operação de Trens em Jundiaí e os resultados como diminuição da hora extra, ciclo dos vagões são reflexo deste trabalho.

2. PLANEJAMENTO OPERACIONAL

O início é o Planejamento Operacional ferroviário que consiste em formalizar os planos de transporte acordados com os clientes, de acordo com os recursos de material rodante e equipagens disponíveis e condições de via permanente e sistemas auxiliares.

Planejamento de longo prazo - Enfoca horizontes de pelo menos cinco anos à frente e, a partir das demandas de transporte previstas pela área comercial em negociação com clientes e antecipando contratos novos.

Planejamento de Curto Prazo - Estabelece um Plano de Transportes Anual a partir das demandas de transporte definidas pela área comercial da empresa

Planejamento de Curtíssimo Prazo (Mensal, semanal, diário) – A partir das cargas de transporte efetivamente confirmadas pelo setor comercial, em acordo com os clientes, são feitos os ajustes na programação dos trens, deslocando recursos de um fluxo de transporte para outro.

No Planejamento são definidos os horários dos trens e o gráfico de circulação de trens contendo o horário e o percurso dos trens ao longo da malha.

Uma vez definido o traçado de via permanente e a disponibilidade de material rodante e de equipagens, os volumes a serem transportados e os fluxos junto aos clientes, a operação ferroviária consiste em, de forma segura, garantir a circulação dos trens otimizando a utilização de recursos e atendendo a regulamentos e normas. A movimentação dos trens é controlada a partir do Centro de Controle Operacional (CCO) pelos controladores de tráfego ferroviário, analistas e especialistas, utilizando do suporte de sistemas auxiliares de sinalização e comunicação.

2.1 Planejamento das equipes

Anualmente, o planejamento da produção inicia no setor comercial, que em contato direto com clientes obtém informações sobre a movimentação de cargas prevista, bem como projeção de novos clientes potenciais. Essa informação é encaminhada para a área de planejamento e controle da operação (PCO), separadas por cliente, tipo de carga, volume a ser transportados, origem (terminal de carregamento) e destino (terminal de descarga).

A partir desta informação, o PCO calcula a quantidade de material rodante necessário (números de locomotivas e vagões). Esta informação é alinhada com a área de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) de forma a alinhar a disponibilidade de material rodante conforme o planejamento de manutenção programada para o período considerado. A partir desta negociação pode ser necessário reduzir o volume a ser transportado (caso a quantidade de material rodante seja insuficiente) ou a necessidade de mudança no plano de manutenção

ou aquisição de novos materiais rodantes. Uma vez finalizada essa etapa, define-se a frequência diária de trens, que representa o número de trens que deverão circular por dia para atender cada fluxo de transporte.

A partir da frequência diária de trens, estima-se o número de apresentações diárias necessárias em cada destacamento considerando o percurso total do trem (carga, descarga e regresso do trem). Esse processo considera o tempo padrão de circulação entre cada trecho, fixando os locais de troca de equipagem (pátio ou destacamento, conforme modelo operacional pré-definido).

Cada equipagem é dimensionada para atender um tipo de serviço específico, entre os quais se podem citar:

- Jornada de trabalho com reaproveitamento: viagem longa, com descanso fora da sede (10 horas) e retorno à sede em viagem.
- Jornada de trabalho sem reaproveitamento: viagem curta, com regresso e descanso na sede no final da jornada (22 horas);
- Manobra: tarefa executada no pátio da sede;
- Auxílio: em alguns trechos da via onde a inclinação é muito acentuada é necessária capacidade de tração adicional para subida. A atividade de auxílio consiste em acoplar locomotivas adicionais no trem para garantir a tração necessária durante a subida em subida.

A duração da jornada de trabalho padrão é planejada com 12 horas, sendo consideradas 2 horas improdutivas antes do serviço (tempo em que a equipagem fica aguardando a chegada do trem na sede e/ou desloca-se até o mesmo), 8 horas de serviço (na efetiva condução de composições ferroviárias) e 2 horas improdutivas ao fim do serviço, para retorno à sede ou ao local de descanso.

O produto final gerado por esse processo é o Plano Mensal de Equipagens, que consiste em uma lista específica para cada destacamento da MRS Logística com horário de apresentação de cada maquinista ao longo do mês. As informações ficam registradas no sistema de gerenciamento específico chamado Sislog Equipagem.

2.2 Circulação dos Trens

Diversos fatores influenciam na eficiência da circulação dos trens, entre os quais se destacam:

- Velocidade Máxima Autorizada (VMA) e restrições de velocidade
- Planejamento de cruzamentos e prioridades de circulação.
- Sistema de sinalização: A presença ou não de um sistema de sinalização, bem como sua eficiência e confiabilidade podem exigir que a condução do trem fosse realizada com velocidade restrita, de forma a reduzir o risco de acidentes.
- Manutenções programadas na via permanente: Para garantir a confiabilidade da malha, em intervalos regulares são programadas interrupções de circulação onde são executadas atividades de manutenção na via permanente, como troca de dormentes e trilhos, execução de soldas, entre outros.
- Duração da jornada de trabalho do maquinista: Quando o tempo disponível para realizar o serviço é inferior ao tempo necessário para chegar ao próximo posto de alocação de equipagens (considerando a determinação legal vigente) a troca de equipes precisa ser feita no trecho, impactando a circulação de trem e dos que seguem atrás.

· Acidentes: Situações onde ocorrem atropelamentos, abalroamentos (choques de trens com veículos automotores de pequeno e grande porte) e descarrilamentos causam um impacto considerável na circulação dos trens, particularmente quando ocorrem em trechos de linha singela, uma vez que interrompem a circulação impedindo a passagem de trens.

A partir de uma análise histórica do tempo de circulação entre dois pátios, bem como da previsão de atividades programadas a serem realizadas em cada pátio e do horário de início e fim de manutenção planejada na via permanente, é possível projetar no gráfico espaço-tempo à circulação futura dos trens, obtendo-se assim uma previsão de passagem dos trens em cada pátio dentro de sua rota, esse gráfico é conhecido como Gráfico Hora Trem (GHT), segue abaixo como exemplo:

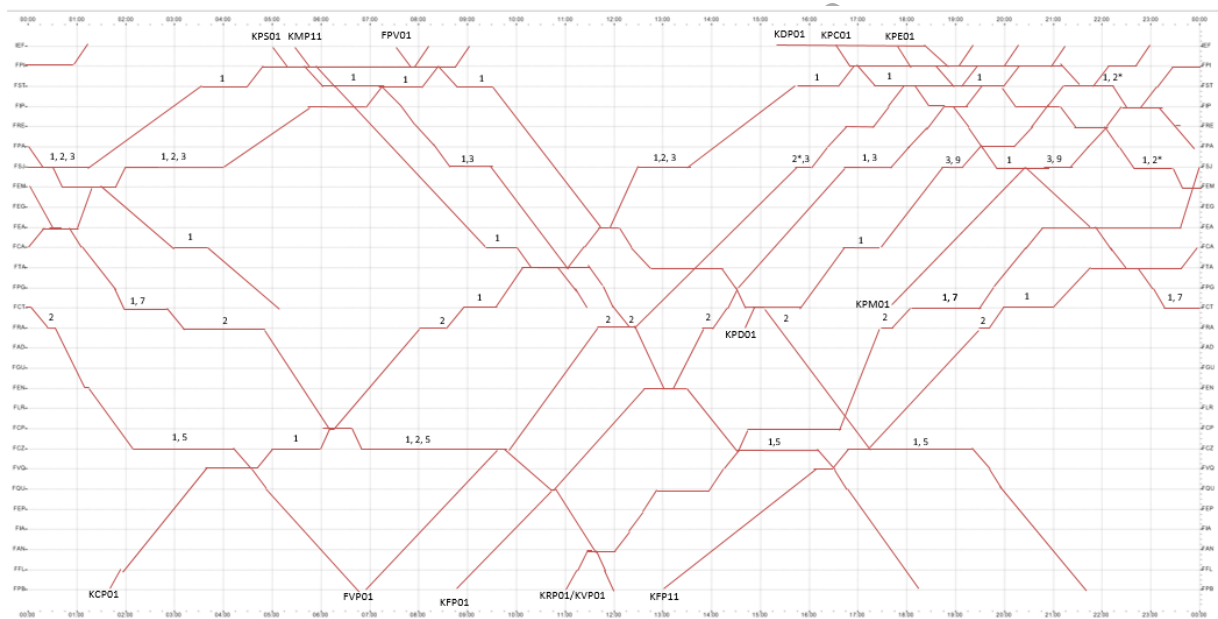


Figura 1: Exemplo de GHT Vale do Paraíba Grade Atual

2.3 Alocação de equipes

Quanto ao Planejamento de alocação das equipes (maquinista e auxiliar) a sua correta gestão garante a disponibilidade e correta utilização dos recursos, impedindo a parada de composições por falta de equipagem capacitada para conduzi-los com aumento de produtividade, reduzindo o ciclo dos vagões e redução de desperdício, uma vez que a duração das atividades improdutivas e do número de horas extras realizadas é minimizada.

As longas jornadas de trabalho, especialmente no desempenho de atividades de alta periculosidade, como a condução de composições com carga muito elevada e, por vezes, perigosa, pode aumentar consideravelmente o risco de acidente por falha humana. Assim sendo, a gestão da alocação de equipagens também influi diretamente na segurança operacional, reduzindo o risco de passivos trabalhistas e promovendo o clima organizacional entre os funcionários ligados à operação de trens.

Os modelos de alocação de equipagens anteriores utilizados possuíam característica descentralizada uma vez que cada operador de escala acumula todas as funções e responsabilidades no que diz respeito à gestão e controle das equipes ligadas ao seu destacamento. Este modelo coloca o operador de escala num papel suma importância, pois

acumula todas as funções relacionadas ao planejamento e execução. O operador de escala geralmente administra a alocação de equipagens em uma estrutura estilo FIFO (do inglês, “first in, first out”, o primeiro a entrar é o primeiro a sair), utilizando as equipes na ordem em que elas se apresentam na escala, desta forma reduzindo o risco de trens ficarem parados por falta de equipes.

O modelo de alocação de equipagens que é utilizado atualmente cria uma nova função de operador do centro de escalas, que assumirá algumas das funções anteriormente de alocação de equipes, conhecida como Alocação de Equipagens centralizado.

Este cargo será responsável por gerenciar e controlar as equipes de toda a empresa, auxiliado pelos respectivos operadores de escala. De forma geral pode-se dizer que as funções de planejamento ficam a cargo do operador do centro de escala, centralizando toda a negociação e tomadas de decisão quanto ao melhor modelo a ser seguido, enquanto ao operador de escala cabe a execução do planejamento e apoio na elaboração do mesmo.

O alto grau de imprevisibilidade do horário de chegada dos trens, devido aos diversos fatores que causam impacto na circulação, como prioridades de circulação, cruzamentos, paradas de manutenção e acidentes, têm seu efeito minimizado uma vez o operador do centro de escala fica lotado dentro do centro de controle operacional, e pode obter informações e negociar decisões diretamente com os responsáveis pela circulação dos trens. Assim sendo, a necessidade de manter equipes aguardando por longas horas dentro da escala para evitar furos não se torna mais necessária, e um modelo de alocação mais otimizado pode ser aplicado.

O critério para alocação de equipes no trem é o tempo de prontidão até a chegada do próximo trem, esse valor deve na maioria dos casos serem inferior ao estipulado na elaboração do planejamento mensal de apresentação dos maquinistas, mas esse critério pode ser ajustado quando surgir uma situação extraordinária (caso de acidentes, que geram uma grande retenção de trens concentrando um grande volume de serviços ao longo da malha). Em condições normais as de trens entre postos de alocação serão aquelas com horas improdutivas inferiores ao planejado, utilizando as equipes cuja duração destas horas projeta serviços de curto deslocamento ou dispensando.

Tem-se como objetivo com esse novo modelo de gestão e controle para alocação de equipagens reduzirem as atividades improdutivas e quantidade de horas extras e consequentemente evitando excesso de jornadas trabalhas que acaba gerando condições inseguras de trabalho e ganhos de produção com a redução do tempo de trens parados, consequentemente reduzimos o ciclo dos vagões.

As Jornadas de trabalho das equipagem dos trens se iniciam no momento de sua apresentação no seu posto de trabalho, ficando a disposição da empresa. As atividades que o mesmo irá desenvolver pode ser classificada em produtiva onde o mesmo desenvolve alguma atividade em trem (condução de trens, manobra em pátios, entre outros) e atividades improdutivas onde o mesmo fica aguardando a chegada do trem ou o tempo de deslocamento para chegar ate o trem ou retornar.

2.4 Pontos de Apresentação na Malha

As margens da ferrovia têm postos de alocação de equipagens, que são as sedes, em pontos estratégicos e de fácil acesso rodoviário.

Sua localização depende do modelo operacional de cada ferrovia e influencia diretamente nos custos operacionais e na utilização dos recursos. Por serem locais onde os maquinistas e auxiliares passam parte do tempo devem possuir instalações sanitárias e refeitório. Devem possuir também kits de primeiros socorros e quando muito afastados de cidades de dimensão relevante, a presença de profissionais de saúde e material de apoio. A principal avaliação para definição de uma sede de apresentação dos maquinistas tem que estar baseado nos Transit Time dos trens, para que seja escolhido o melhor local para realização das trocas de equipagens, minimizando custos com deslocamento de veículos rodoviários, jornadas improdutivas e hora extra.

2.5 Padronização das Manobras

Uma das etapas fundamentais do processo que temos ganho de produção com a diminuição do Ciclo dos vagões é com a Padronização das Manobras em busca da excelência no atendimento do cliente, reduzindo tempos de manobra para acomodação do trem no cliente, manobras para carregamento e manobras para partida do trem carregado temos o ganho significativo no ciclo, sem mensurar ganhos com o Diesel devido quantidade de horas das locomotivas ligadas em manobra ser menor.

3. ANALISE DOS RESULTADOS

Todas as ações propostas ao longo deste trabalho foram implantadas na Coordenação de Operação de Trens em Jundiaí segue abaixo os resultados alcançados em busca da excelência operacional.

3.1 Padronização das Manobras

A padronização de manobras realizadas no Terminal Modelo no Interior de SP.

Realizado o treinamento prático da equipe, onde o objetivo da padronização das manobras é a diminuição do tempo de manobra no cliente, tendo como ganhos o ciclo dos vagões e ganho não mensurável de Diesel devido à locomotiva ficar menos tempo ligada na manobra.

Inicialmente foi realizado o levantamento dos tempos médios das manobras no posicionamento dos lotes de 2 vagões realizado pelas equipagens por 4 meses:

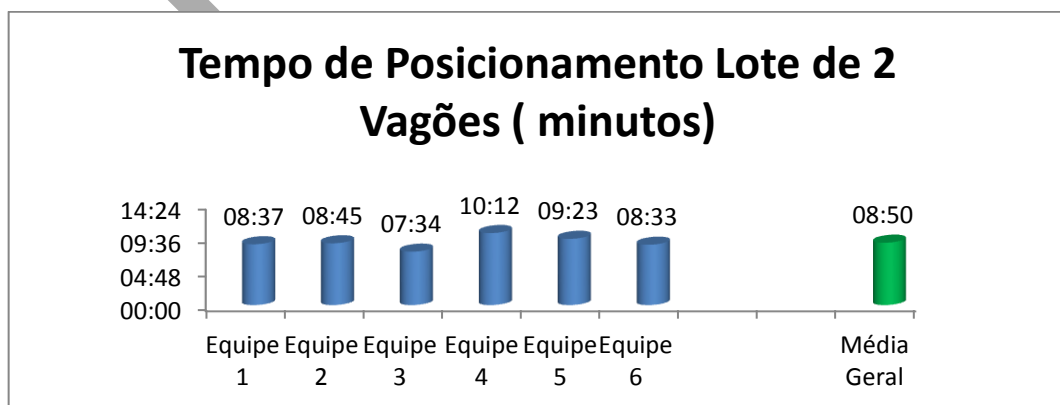


Figura 2: Tempo Médio de Posicionamento do Lote de Vagões na Balança do Cliente de Junho à Setembro de 2014

Em Seguida através do Sistema da Empresa (Silog Pátios e Despachos) foi feito analise do tempo das manobras de acomodação do trem vazio no terminal do portão até a linha de carregamento e a manobra de partida do trem carregado da linha do carregamento até o portão do terminal.

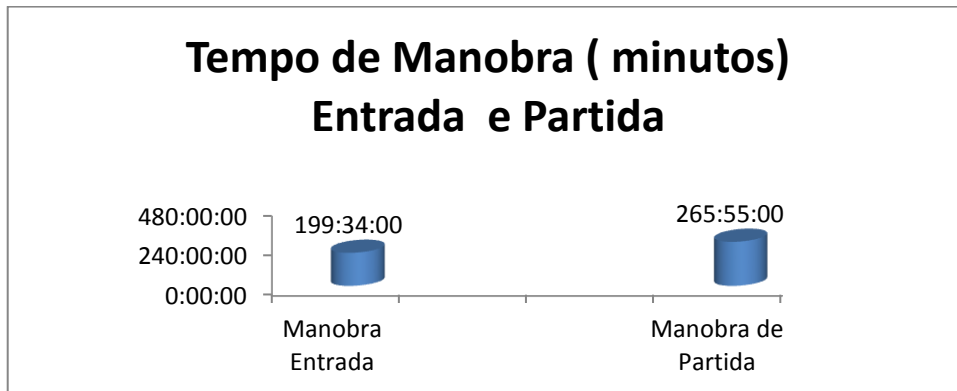


Figura 3: Tempo Médio de Manobra da chegada do trem vazio e partida do carregado de Junho à Setembro de 2014

Após a Padronização das Manobras no Cliente com todas as 6 equipes que trabalham fixa no Terminal foi alcançado este resultado no posicionamento dos lotes de 2 vagões cada:

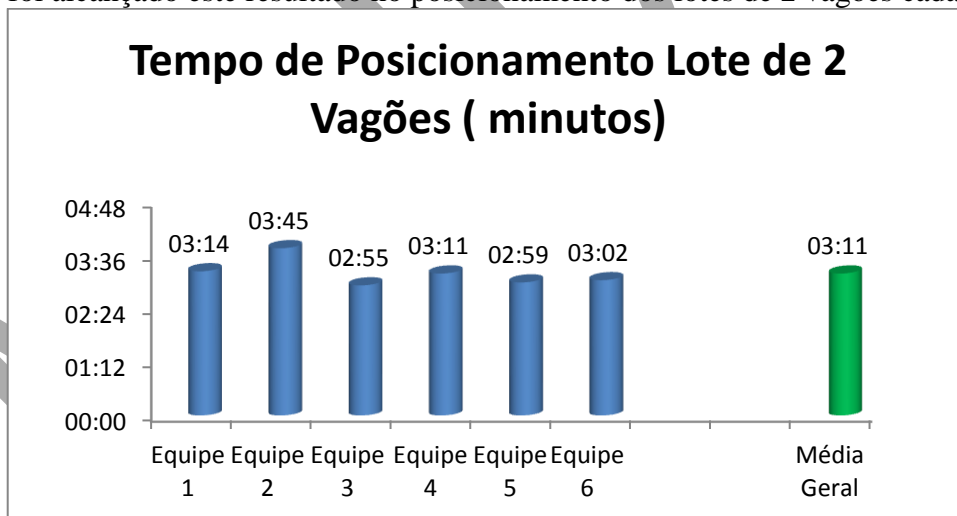


Figura 4: Tempo Médio de Posicionamento do Lote de Vagões na Balança do Cliente de Agosto á Novembro de 2014

- Manobras Padronizadas para encoste da composição em balança que suporta 2 vagões :
- verificar se existe algum vazamento em algum das mangueiras ou registros dos vagões;
 - realizar o teste de freio na composição
 - aplicação do freio manual nos últimos vagões da composição em 5% da composição;
 - manobras com auxiliar no chão com radio HT acompanhando o posicionamento correto sobre a balança;
 - manobras em conjunto e combinada com o Terminal para tempo de carga e descarga estar em paralelo com o tempo de posicionamento dos vagões;

- ao realizar o carregamento de 50% da frota fazer o corte da composição para a linha lateral e deixar aplicado freio manual nos últimos vagões em 5% da composição;
- ao finalizar o carregamento posicionar todos os vagões na linha paralela e despontar as máquinas para próximo da sua cauda.

Após a padronização das manobras no cliente segue os resultados alcançados através do Sistema da Empresa (Silog Pátios e Despachos):

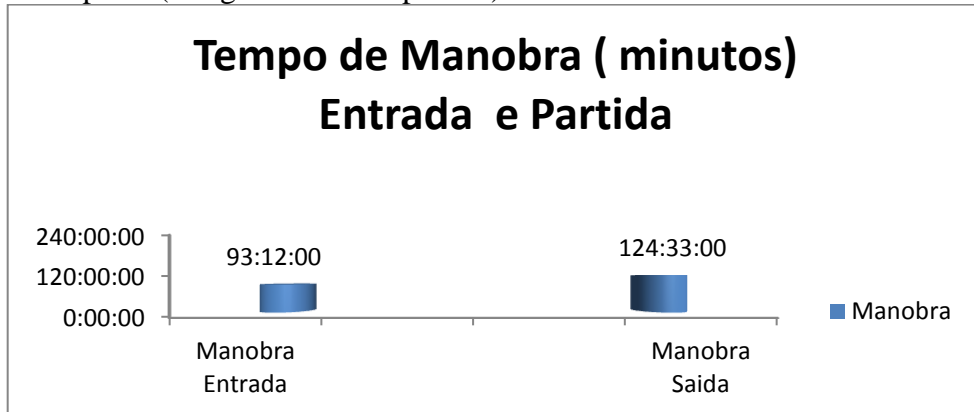


Figura 5: Tempo Médio de Manobra da chegada do trem vazio e partida do carregado de Agosto á Novembro de 2014

Manobras Padronizadas para chegada do trem no terminal :

- planejar junto ao terminal a chegada do trem vazio para evitar fila na chegada e linha ocupada,
- ao se aproximar do terminal acionar via Radio HT para abertura do portão para evitar trem parado fora do terminal e evitar vandalismo na composição;
- posicionar o trem de recuo na linha de carregamento, deixando os últimos vagões sobre a balança,
- manobrar as máquinas que não serão utilizadas no carregamento e posicionar as mesmas para facilitar a partida.

Manobras Padronizadas para partida do trem no terminal :

- ao finalizar o carregamento colocar o equipamento de segurança EOT no ultimo vagão;
- manobrar as máquinas para anexar os vagões;
- realizar testes dos equipamentos para partida;
- realizar a partida pela pera / linha paralela deixando sempre a linha do carregamento livre;
- combinar com terminal a movimentação da composição dentro do terminal ;
- acionar terminal para abertura do portão não prejudicando a partida do trem.

3.1.1 Estratificação dos ganhos alcançados

Tempo Ganho no Ciclo de Vagões por Composição na Média:

- Posicionamentos dos vagões, sendo composição com 80 vagões, são um total de 40 lotes, antes executados em 356 minutos hoje é realizado em 128 minutos.
- Manobra de Chega e Partida realizada em 465 minutos, hoje é realizado em 217 minutos.

Com isso foi possível Obter um ganho no ciclo de vagões apenas padronizando as manobras em 476 minutos por trem.

3.2 Definição de Sede

Redistribuição de Equipes em Novas Sedes, o objetivo é reduzir o Trem Hora Parado (THP), gastos com deslocamentos rodoviários das equipes, jornadas improdutivas e hora extra, tendo como benefício também o ganho no Ciclo dos Vagões.

Utilizamos como Piloto a Coordenação de Jundiaí em SP que é responsável pelo atendimento do fluxo de Carga Geral no Interior de SP, onde possui a Sede em Jundiaí e também em Itu.



Figura 6: Mapa Ferroviário Interior SP

Com as apresentações do auxiliar e maquinista ocorrendo em Jundiaí e em Itu, as equipes são levados de carro para região de entroncamento em Campinas e retornam para a sede de carro, com isso o custo logística acaba se tornando alto assim como as jornadas improdutivas, horas extras, consumo de veículos para deslocamento.

Com isso foi criado uma nova Sede entre Jundiaí e Itu que é em Campinas / Boa Vista, devido a distancia física e o tempo de circulação dos trens.

Cenário anterior com 2 sedes apenas em Jundiaí e Itu, podemos observar o alto custo operacional:

UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS PARA ZBV	MÉDIA DE UTILIZAÇÃO
Quantidade de viagens diária (Ida e Volta)	12
Distância média das viagens	60 km
Total de Km circulado por dia	720 km
Total de Km circulado por mês	21600 km
Tempo de utilização diária dos veículos	01h10minh por viagem (14 horas por dia)
Custo real total diário (Km + Combustível + Pedágio)	R\$115,20 + R\$180,00 + R\$91,20 = R\$386,40
Custo total mensal (Km + Combustível + Pedágio)	R\$3.456,00 + R\$5.400,00 + R\$2.736,00 = R\$11.592,00

Tabela 1: Levantamento de Manobras e Deslocamentos na Região de Campinas de Outubro à Dezembro 2014

Cenário Atual com Nova Sede em Campinas:

Distância dos atendimentos atual	Distância x quantidade de utilização
Giro do Bauxita (06 km)	24 km (02 por dia)
Recuo dos trens de açúcar via aderência (06 km)	24 km (02 por dia)
Atendimento Katoen em Paulínia (17 km)	34 km (01 por dia)
Atendimento ao terminal da Maxion em Hortolândia (05 km)	10 km (01 por semana)
Troca de equipe nos trens que circulam na região (10 km)	40 km (04 por dia)
Deslocamento para Jundiaí (60 km)	120 km (01 por dia)
Manobra do container + carregamento açúcar (00 km)	Sem deslocamento
Total de Km previsto por dia	242 km por dia
Custo real total diário (Km + Combustível + Pedágio)	R\$38,72 + R\$60,00 + R\$15,20 = R\$113,92
Custo total mensal (Km + Combustível + Pedágio)	R\$ 1161,60 + R\$ 1800,00 + R\$456,00 = R\$3417,60

Tabela 2: Cenário Atual com a Nova Sede em Campinas

3.2.1 Estratificação dos ganhos alcançados

Com essa criação de uma nova Sede em Campinas, temos os seguintes ganhos no mês:

- Redução de 70% com Gastos com KM de veículo
- Redução de 240 horas hora extra no mês (resultado do fim dos deslocamentos da sede para o ponto de troca e vice-versa)
- Redução de 180 horas de jornadas improdutivas no mês (resultado do fim dos deslocamentos da sede para o ponto de troca e vice-versa)

3.1 Gestão Centralizada de Alocação das equipes

Com o controle centralizado de alocação das equipes, acompanhando os gráficos GHT e negociando com as outras ferrovias os pontos de troca e com o suporte dos operadores de escala da região foi possível à diminuição das horas extras da Coordenação de Jundiaí.

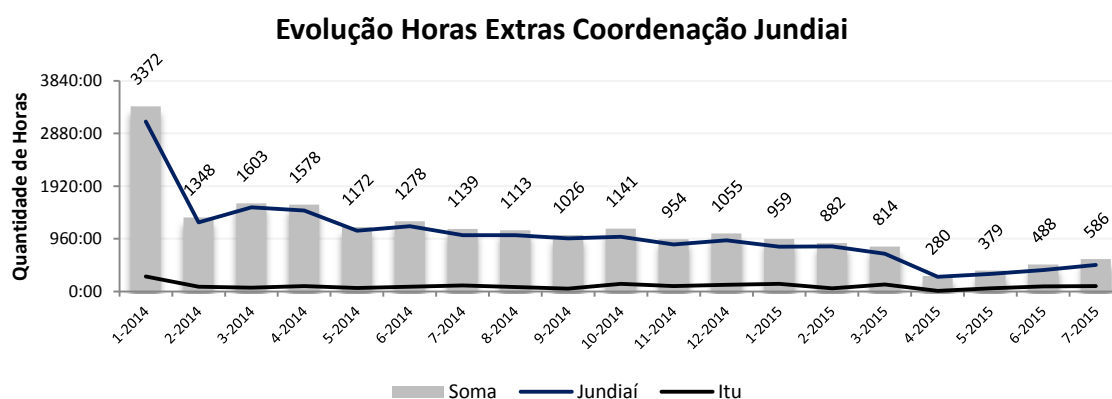


Figura 7: Evolução Hora Extra

4. CONCLUSÃO

Dentro do transporte ferroviário de cargas, entre os recursos operacionais que são fundamentais está a equipagem ferroviária. A gestão das equipes necessárias para a condução dos trens depende de planejamento eficiente e tem impacto direto sobre o tempo de circulação dos trens e sobre o custo total despendido com atividades improdutivas e com a realização de horas extras.

Uma vez que a circulação dos trens não é condicionada a nenhuma grade horária de trens e que a localização das equipes ferroviárias é disposta em diversos pontos dos mais de 700 quilômetros de malha, o planejamento de equipagens é feito de forma a atender o modelo operacional de forma linear, programando apresentações de maquinistas em todas as respectivas sedes de forma igualmente distribuída ao longo do dia. Alinhar a apresentação de maquinistas com a circulação dos trens é objetivo da alocação de equipagens.

Conforme apresentado, o processo descentralizado no qual cada operador de escalas fica responsável pelo planejamento e controle se apresenta deficiente, o acesso a informações de circulação não apresenta todas as informações necessárias, tornando necessária a realização de grande número de horas de prontidão, o que gera custos excessivos com atividades improdutivas e aumenta o risco operacional. Além disso, este modelo sobrecarrega o operador

de escalas com muitas responsabilidades, impedindo que uma correta avaliação da situação possa ser realizada.

Os resultados obtidos são o reflexo da busca pela Excelência Operacional, visando à redução de custos, controlamos as horas improdutivas, hora extras, custo com deslocamento de veículos rodoviários e diminuindo o ciclo de vagões, tendo ganhos operacionais sem ter a necessidade de investir em mais ativos, tornando-se ainda mais competitivo no mercado ferroviário. O Ciclo dos vagões reduziram de 12 dias para 8 dias , com isso conseguimos disponibilizar para a companhia um aumento da capacidade de transporte neste fluxo de 25% sem a necessidade de compra de novos ativos e a diminuição das Horas Extra da Coordenação em 80% , colocando em pratica a excelência operacional de se fazer mais com menos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VENÂNCIO, IRINEU. **Sinalização, Comunicação e Controle de Tráfego**. Apostila do Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Cargas do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006.

VIEIRA, ÁLVARO. **Mecânica dos Pavimentos aplicada a ferrovias**. Apostila do Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Cargas do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logistical management: the integrated supply chain process**. New York, 1986.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre, 2001.

SHIMURA, Wilson Tadashi. **Fundamentos de Operação Ferroviária**. Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Cargas – IME, 2012.

GIUBERTI, Luiz Alberto. [et al]. **Administração e gestão de desempenho à distância: do subjetivo para o objetivo**. Monografia. Fundação Dom Cabral, 2006. MRS Logística S. A. **Regulamento de operações ferroviárias**. Juiz de Fora, 2008.

LARCHER, Ronaldo. **Alocação e Controle de Equipagens Ferroviárias**. Tese (Mestrado em Ciências de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, 1985.

SINAY, M. C. F. **Teoria de Filas**. Apostila do Curso de especialização em transporte ferroviário de cargas do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2005.

MARUJO, Lino G. **Análise Operacional de Filas**. Apostila do Curso de especialização em transporte ferroviário de cargas do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2012.