

3º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

“TRENS REGIONAIS E O SISTEMA TMTBOXCARGO PARA O TRANSPORTE DE
CARGAS: ANÁLISE DOS PRINCIPAIS CONCEITOS NO COMPARTILHAMENTO DE
VIAS.”

INTRODUÇÃO

Propor otimizações e melhorar o aproveitamento da infraestrutura ferroviária para os Trens Regionais pode catalisar a materialização dos projetos. Nesse sentido, experimentar a aplicação dos conceitos presentes no sistema TMTboxcargo pode revelar instrumento útil de viabilização das malhas regionais. Pretendemos provocar discussões sobre ociosidade e assim clarificar as externalidades produzidas ao longo da vida do projeto, legitimando os subsídios muito além dos impulsos inconstantes da esfera política.

DIAGNÓSTICO

Para estudar o compartilhamento de vias, propomos o entendimento de três grandes ciclos conceituais:

O Primeiro Ciclo Ferroviário abrange o período que assiste o surgimento da locomotiva a vapor e se esgota com a 2ª Guerra Mundial. Nesse período surgiram os principais conceitos, as principais definições das vias permanentes, o amadurecimento do contato roda-trilho, a locomotiva a vapor sucedida pela locomotiva elétrica e logo a locomotiva diesel.

Predominava o processo de compartilhamento das vias para viabilizar o enorme esforço de engenharia que representava um empreendimento ferroviário, com seus túneis e pontes monumentais construídos artesanalmente. Esse período viu as ferrovias desbravar regiões inteiras do globo e pela primeira vez a sociedade pode praticar deslocamentos intensos.

Para o bem e para o mal.

O Segundo Ciclo Ferroviário abrange o período compreendido entre o final da 2ª Guerra Mundial e o início do século 21. Nesse período o setor promoveu inovações incrementais que levaram as hipóteses científicas ao limite, fazendo com que os trens ultrapassassem a barreira dos 500km/h, locomotivas diesel com 6.000HP de potência e também inovações radicais representadas pelos Maglevs e Aeromóvel . O processo de segregação das vias foi a tônica desse período, um claro reflexo da evolução incremental nas tecnologias e uma reação ao surgimento de um novo concorrente, o modo rodoviário. A segregação dos sistemas ferroviários foi uma especialização em resposta ao sistema rodoviário que emergia oferecendo flexibilidade, velocidade, capacidade de carga e grande penetração na teia

socioeconômica. A ferrovia outrora protagonista nos deslocamentos terrestre perdeu seu posto, passando a atuar apenas como ator coadjuvante e infra estrutural da sociedade.

O Terceiro Ciclo Ferroviário floresce com o século 21 e nesse período as inovações incrementais do período anterior atingem a maturidade e buscando a eficiência escalar. Locomotivas equipadas com motores diesel de menor potência e maior grau de inteligência gerencial para operação conjunta de múltiplas locomotivas, trens de passageiros modulares, sistemas de informação robustos aumentando o controle, segurança e eficiência dos processos. Essas inovações, dentre muitas, formaram um campo fértil para o surgimento de novos sistemas integrados para o transporte ferroviário de cargas gerais, habilitando sistemas que transportam carretas rodoviárias ou containers para competir com o modo rodoviário e praticar o compartilhamento de vias com os sistemas de trens de passageiros, incluindo também os sistemas de alta velocidade. O principal paradigma desse período é a vasta oferta de soluções oferecida pela indústria ferroviária diante do eminente colapso rodoviário, que praticado ao limite da exaustão, apresenta gravíssimos problemas infra estruturais e ambientais, levando as novas gerações a rejeitar esse modo de transporte individual com grande pragmatismo. Cabe ao setor ferroviário entender essa janela de oportunidade que se abre, sobre o risco de assistir passivamente os outros sistemas não ferroviários surgirem para suprir essa necessidade social. Texto do diagnóstico

Sob a ótica dos sistemas de distribuição, podemos dividir a Containerização em 4 fases distintas:

A primeira fase com a introdução do container e difusão no sistema marítimo, com introdução gradativa de navios e portos especializados e a padronização dos containers.

Na segunda fase ocorre o aprimoramento do transporte pendular para os containers marítimos e penetração continental muito além da movimentação terrestre portuária. Nos EUA surge o transporte ferroviário de containers empilhados nos vagões plataforma (doublestacker) e na Europa o transporte de containers em barcaças.

A terceira fase conta com um sistema de transporte marítimo e continental amadurecido, busca a otimização dos processos com a eliminação de atividades improdutivas, aumento de velocidade de transferência, criação de terminais satélites e centros de distribuição.

A quarta fase ocorre a integração informacional dos novos elementos criados na terceira fase, formando uma rede global de informações, instalações e equipamentos do sistema logístico para containers.

Desde os anos de 1960 até os dias atuais, a containerização avança de forma agressiva utilizando a carga inventiva do container. São fronteiras onde o container desafia o sistema convencional, transportando granéis de baixo valor agregado ou equipamentos para container realizam o transbordo de granéis sem a necessária desacoplagem dos vagões nos tombadores.

No transporte ferroviário de cargas gerais observamos a prática de dois modelos básicos: TOFC (Trailer On Flat Car): é o modelo que embarca ou acopla carretas rodoviárias numa composição ferroviária. Trabalham sob o paradigma de que existe atualmente uma frota expressiva de carretas rodoviárias despreparadas para o içamento e uma frota inexpressiva de carretas rodoviárias para transporte de containers. Podemos entender o TOFC como um modelo para nichos se observarmos as crescentes taxas de containerização das mercadorias,

sinalizando a prevalência do transporte rodoviário de containers no longo prazo. São engenhos potentes na transposição de regiões congestionadas, aliviando gargalos rodoviários e na transposição de frontões.

COFC (Container On Flat Car): é o modelo que embarca containers na composição ferroviária, buscam entender os fluxos, a manipulação e ordenação dos containers na composição ferroviária. Trabalham sob os paradigmas de otimização oferecidos pelo advento do container.

Ao longo do Segundo Ciclo Ferroviário, a ferrovia adotou a estratégia de segregação dos serviços e o transporte de cargas seguiu uma rota tecnológica que oferecesse aos sistemas alguns atributos necessários para transportar as cargas de alta densidade e baixo valor agregado, não assediadas pelo modo rodoviário. Emerge nesse momento os sistemas HeavyHaul, operando trens quilométricos tracionados por conjuntos de locomotivas diesel-elétricas superlativas, que transitam em vias capazes de suportar mais de 30 ton/eixo. É com esses equipamento e sob os paradigmas do Heavyhaul que realizamos o transporte de cargas gerais, na pratica do COFC ou TOFC . Dilemas com o coeficiente aerodinâmico dos vagões doublestackers, a carência de grandes áreas para a implantação de grandes terminais intermodais ou mesmo os altos índices de emissões atmosférica desses terminais, provocou diversas soluções e o surgimento dos novos sistemas de transporte, já no final do Segundo Ciclo Ferroviário.

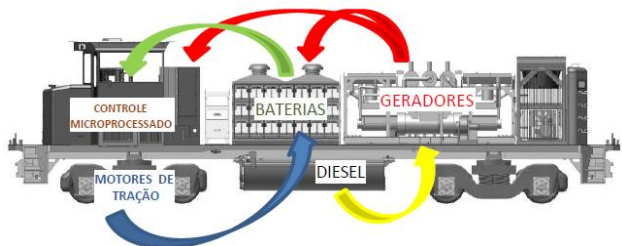
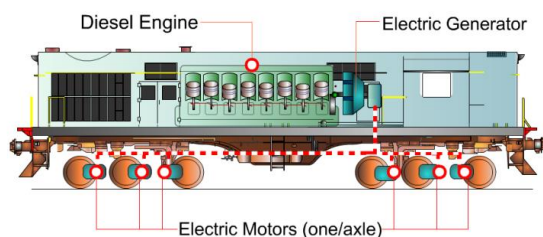
Ao longo do Terceiro Ciclo Ferroviário novas tecnologias permitiram a criação de sistemas dedicados a otimizar o transporte de cargas gerais, são sistemas praticando COFC e TOFC eu propõem pequenos terminais, alguns utilizando caminhões no processo de transferência,

5

outros utilizam elementos do terminal, vagão e caminhão num pleno exercício da multifuncionalidade dos elementos. Comungam a missão de capturar cargas tipicamente rodoviárias para o modo ferroviário com o objetivo de reduzir emissões atmosféricas, congestionamentos.

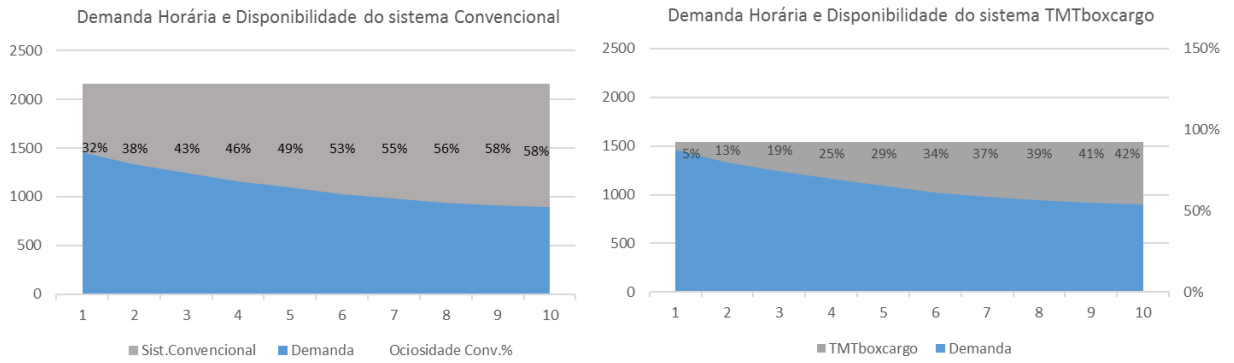
Como resposta brasileira ao desafio das cargas gerais, o sistema TMTboxcargo é a combinação de locomotiva híbrida, vagões plataforma e carregadeira compacta de containers, compondo uma frota de Trens-Tipo que operam em vias compartilhadas e transbordam containers em pequenos terminais próprios.

A locomotiva híbrida possibilita realizar atividades produtivas em regime de just in time (quando realiza movimento) e também atividades em just in case (quando estocam energia em seu banco de baterias), fazendo com que o sistema perceba o ativo produzindo em todos os momentos do transporte. As locomotivas convencionais operam apenas em just in time, permanecendo ociosas por longos períodos acumulando despesas operacionais improdutivas. Estudos demonstram que em apenas 25% do ciclo de operação as locomotivas convencionais operam em nível máximo de eficiência. As locomotivas híbridas não apresentam períodos ociosos, transformam despesas com frenagens em energia por meio de frenagem regenerativa, reduz em 20% o consumo de diesel e 80% as emissões de poluentes, apresentam despesas com investimentos similar ao de uma locomotiva convencional e custo de manutenção 80% menor.

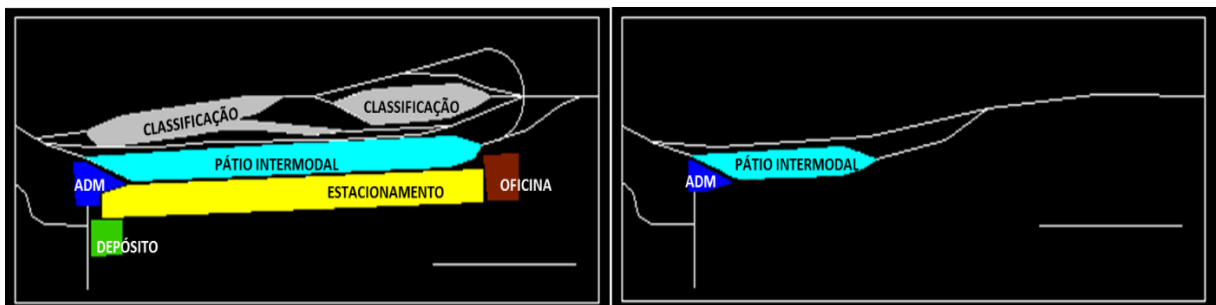


A carregadeira compacta para containers, transita acoplada ao trem e acompanham a demanda por transferência de containers, gerando flexibilidade para o sistema ao atender demandas sazonais e multiplicam temporariamente a capacidade de um terminal. Esse conceito nos remete a uma capacidade instalada de transbordo que flutua entre os diversos terminais. Respondendo ao intenso processo de containerização de mercadorias, os fabricantes oferecem atualmente uma vasta gama de equipamentos com habilidades para conquistar o efervescente mercado de manipulação de containers. Podemos apontar máquinas desenvolvidas para o setor militar, capazes de circular em solo irregular, outras são extremamente compactas, outras apresentam hibridação elétrica para reduzir emissões e tantas outras oferecendo habilidades para otimização do processo.

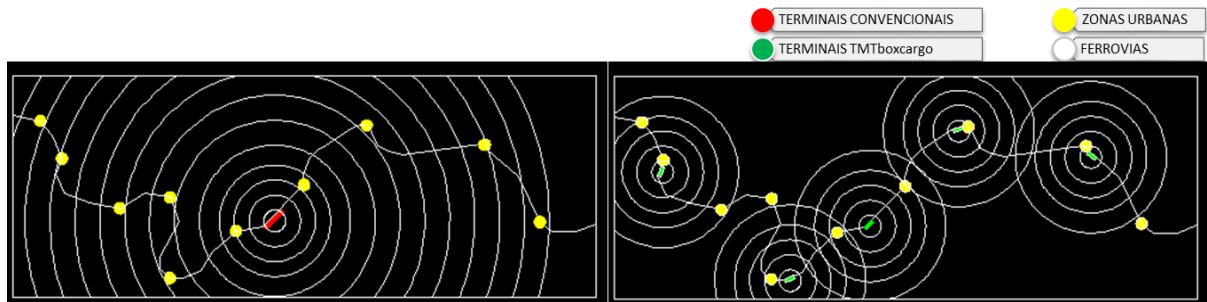
O conceito de acoplamento da carregadeira no trem parece antieconômico ao primeiro olhar, mas podemos observar que toda a capacidade de transbordo do sistema pode flutuar ao longo da rota ferroviária, ao contrário do sistema convencional que assiste à sua capacidade de transbordo permanecer fixa e distribuída ao longo da rota, indiferente à variação da demanda. Os gráficos abaixo mostram os níveis de ociosidade gerados em 10 terminais ao longo de 10 horas, para um dado conjunto de demandas flutuantes não ajustada, considerando que os ajustes representam perda de flexibilidade .



A rede com pequenos terminais intermodais de baixo custo apresenta características multifuncionais ao realizar as atividades de desvio ferroviário e pátio intermodal. São estruturas minimalistas e lembram desvios convencionais equipados com estruturas auxiliares. O sistema elimina a figura do desvio clássico, opera apenas os terminais de pequenas dimensões cujos pórticos e carregadeiras são eliminados, considerando o trânsito das carregadeiras entre os terminais. A figura abaixo mostra os elementos típicos de um terminal convencional e a direita um terminal TMTboxcargo



Com micro terminais, o sistema TMTboxcargo propõe transformar a irradiação da última milha, que assume uma forma longitudinal mais eficiente na captação e dispersão dos containers. A figura a seguir ilustra a irradiação dos terminais convencionais a esquerda, a direita a irradiação dos micro terminais TMTboxcargo.



Mantem-se a quantidade de operações rodoviárias, reduzindo apenas a amplitude e extrai de forma mais eficiente a manobrabilidade dos equipamentos rodoviários, de longe a maior virtude desses engenheiros.

Considerando a incompatibilidade de trens heavyhaul para compartilhamento de vias com o sistema de trens regionais, investigamos sucintamente os possíveis candidatos a realizar a atividade, analisando os graus de versatilidade, complexidade construtiva e operacional, grau de maturidade tecnológica, portabilidade de futuro, carga inventiva, tipificação tecnológica e composição tecnológica presente na inovação. Nesse sentido, além do sistema brasileiro TMTboxcargo, alguns dos mais representativos sistemas inovadores oferecidos ao mercado europeu podem ser descritos. De acordo com Iannoni (2015 p. 72-77):

CargoBeamer

O CargoBeamer é composto por módulos instalados em um terminal convencional que auxiliam uma calha superior do vagão a deslizar lateralmente. Ocupada a posição paralela, um caminhão embarca a carreta na calha que retorna ao corpo do vagão.

Vantagem: um sistema paralelo possibilita terminais estreitos e longos, viabilizando a instalação em locais estreitos de localização estratégica. Transferência modal realizada por caminhões que otimizam o processo. Opera a longas ou médias distâncias.

Desvantagem: equipamentos concebidos para operar prioritariamente nos terminais dedicados; geralmente ocorrem ineficiências financeiras, devido ao alto custo de investimento.

ISU (Innovativer Sattelauflieger Umschlag)

O ISU é composto por terminais convencionais de pequenas dimensões equipados com um içador de carretas (reachstacker) dotado de implementos, embarca as carretas em vagões de piso rebaixado. Representa uma inovação de processo utilizando equipamentos convencionais.

Vantagens: utiliza equipamentos intermodais convencionais gerando simplicidade, flexibilidade e mobilidade dos ativos. Implantação e desativação simplificada de terminais.

Desvantagens: processo de içamento e transferência modal lento, realizado pela única içadora do terminal. Necessidade de uma içadora para cada terminal aumentando a necessidade de capital.

LightCombi

O LightCombi é a formação de um trem-tipo composto por locomotiva convencional, vagões para containers e um vagão de piso rebaixado com uma empilhadeira de containers embarcada. Esse trem-tipo percorre os terminais transferindo os containers numa espécie de milk run ferroviário.

Vantagens: utiliza equipamentos intermodais convencionais gerando simplicidade, flexibilidade e mobilidade dos ativos. Ao embarcar a empilhadeira de containers elimina a

necessidade de uma empilhadeira para cada terminal, viabilizando terminais convencionais de baixo custo em locais com baixa demanda ou espaço limitado.

Desvantagens: ao utilizar locomotivas convencionais causa grande ociosidade desse ativo quando estaciona nos terminais para as transferências. Não é possível utilizar empilhadeiras de alta capacidade devido ao limite imposto pelo gabarito da via, limitando assim o içamento de cargas acima de 18 toneladas.

Megaswing

O Megaswing é um vagão de piso rebaixado onde um dos truques desconecta uma das extremidades da calha realizando um movimento angular, permitindo que um caminhão embarque uma carreta na calha do vagão. Embarcada a carreta, a calha realiza um movimento angular conectando-se novamente ao truque.

Vantagens: o processo de transferência modal pode ser realizado em qualquer local que propicie condições mínimas para a manobra do caminhão. Utiliza pouco espaço realizando a operação paralelamente ao vagão.

Desvantagens: vagão de alto custo específico para a prática do TOFC. Apenas uma extremidade da calha fica disponível para a operação de transferência, dificultando o embarque da carreta.

Mobiler

O Mobiler é um implemento rodoferroviário no qual a maior parte dos seus elementos é instalada em um caminhão e partes mais simples são instalados em um vagão plataforma convencional. Esses equipamentos movimentam a carga sobre trilhos instalados

transversalmente no caminhão e no vagão. O caminhão posiciona-se paralelamente ao vagão e alinha os trilhos transversais. Em seguida, o implemento instalado no caminhão transfere a carga para o vagão.

Vantagens: o implemento instalado no vagão convencional é simples e de fácil reversão para outras utilizações. A transferência modal ocorre paralelamente ao vagão, viabilizando terminais estreitos e espartanos, sem a necessidade de estrutura para manobra dos caminhões.

Desvantagens: as atividades de transferência estão concentradas em implementos instalados no caminhão e assim como os outros sistemas que envolvem caminhões nas transferências, demandam um número considerável de equipamentos e operadores para realiza a atividade completa de um trem-tipo.

Modalohr

O Modalohr é composto por módulos instalados em um terminal convencional que auxiliam uma calha superior do vagão a realizar um movimento angular girando sobre a parte central no corpo do vagão, similar a uma tesoura que abre e fecha. Ocupada a posição transversal, um caminhão embarca a carreta na calha que retorna realizando o movimento angular acoplando as extremidades da calha ao corpo do vagão.

Vantagens: baixa complexidade dentre os sistemas de vagões articulados. Projeto de articulação dos vagões mais sólido.

Desvantagens: o embarque diagonal inviabiliza terminais estreitos. Intensivo uso de capital

No grupo de sistemas europeus podemos observar o predomínio de sistemas TOFC, reflexo de uma política para soluções rápidas aos congestionamentos e emissões na União Europeia. Em caráter emergencial, a grande maioria dos sistemas abriu mão da inovação representada pelo container e acolheu o transporte de milhares de pneus, freios e suspensões rodoviárias ao longo das rotas ferroviárias, produzindo um duplo efeito de destruição de Valor ao transportar os engenhos e simultaneamente torna-los disponíveis para a atividade produtiva.

Nesse sentido o sistema TMTboxcargo demonstra maior portabilidade de futuro se observarmos a crescente containerização das cargas no longo prazo.

Uma avaliação comparativa dos sistemas, ainda portando subjetividade dado ao caráter exploratório do tema, norteou a escolha do sistema TMTboxcargo como objeto desse estudo. Segundo Iannoni (2015 p. 72-77):

Notamos que os sistemas TOFC abordados apresentaram altos custos, grande complexidade e grande quantidade de elementos utilizados. Oferecem ganho de velocidade na transferência, no tempo total de transporte, neutralizam a ociosidade das locomotivas convencionais e otimizam o transporte de carretas despreparadas para o içamento (essas carretas representam 67% do parque de equipamentos da Europa). De outro lado, os sistemas COFC abordados apresentam baixos custos, pouca complexidades e menor quantidade de elementos utilizados. As empilhadeiras especializadas proporcionam bons tempos de transferência e tempo total de transporte para containers, sendo que apenas o sistema TMTboxcargo neutraliza a ociosidade da locomotiva por ser o único a utilizar

híbridas que acionam a atividade de recarga das baterias durante o processo de transferência.

Se por um lado o sistema TMTboxcargo utiliza equipamentos largamente dominados pelo estado da técnica, por outro alcança uma pequena fatia do fluxo total de cargas. Noutro sentido, os sistemas TCFC alcançam ampla fatia do fluxo de cargas mas reduzem a disponibilidade de carretas rodoviária no sistema logístico como um todo.

Os sistemas europeus citados acima também validam o conceito de carregadeiras de containers circulantes, ao adotar a rota tecnológica onde vagões modificados circulam pelas vias e realizam parte das atividades de transbordo. No mesmo sentido a Mannesman criou um sistema patenteado onde a locomotiva traciona o trem e realiza o transbordo, para assim viabilizar a criação de micro terminais com baixa demanda.

A validação da locomotiva híbrida utilizada no sistema TMTboxcargo se dá pelo ciclo de operação que é similar ao realizado pelas locomotivas de manobras nos pátios, considerando o ciclo de operação com muitas paradas nos terminais onde ocorre o transbordo de containers. Também por similaridade com ciclo de operação dos VLT's híbridos desenvolvidos recentemente.

Para efeitos de comparação das capacidades de produção dos trilhos emprestamos os seguintes conceitos:

Slot Ferroviário: Um slot é um termo do modal aéreo que define o espaço-tempo reservado a uma entidade a ser transportada, define um módulo que agrupa diversos fatores de

produção presentes em uma infraestrutura. Para o slot ferroviário, definimos “passageiro” e “metro cúbico” como entidades a serem transportadas. Vale salientar que o slot não trata do passageiro ou carga transportados, mas sim do espaço-tempo disponibilizado.

Utilização da Capacidade Instalada-UCI: Índice produzido pela Confederação Nacional da Indústria que avalia a utilização da capacidade de produção instalada em uma célula de produção. Historicamente esse índice permaneceu entre 70% e 80% da capacidade total.

Grau de Estocabilidade de Serviços: segundo Corrêa e Caon (2009) a prestação de serviços podem apresentar diferentes graus de estocabilidade. No sistema de transporte de passageiros podemos observar um baixo grau de estocabilidade quando os passageiros aguardam o trem na plataforma, as ocorrências que atrasam o carrossel elevam o grau de estocabilidade de serviços, representado pelo acúmulo de pessoas nas plataformas. Já no sistema de cargas, o acúmulo de milhares de toneladas e alto grau de estocabilidade não significa problemas, mas sim uma necessidade de otimização do transporte marítimo. Nesse sentido assumimos a simplificação de serviços não estocáveis para passageiros e serviços estocáveis para cargas, visando simplificar o entendimento.

O estudo pretende colaborar com as ações de implantação dos sistemas de Trens Regionais abordando as formas de reduzir ociosidades de um sistema dedicado ao transporte de passageiros. Para isso, o cenário pretende introduzir um subsistema para transporte de cargas que opere em sinergia, sem propor mudanças nas especificações, equipamentos, traçados e modelo operacional do sistema concebido para trens de passageiros.

Delimitamos o estudo aplicando os principais conceitos do sistema ferroviário TMTboxcarga

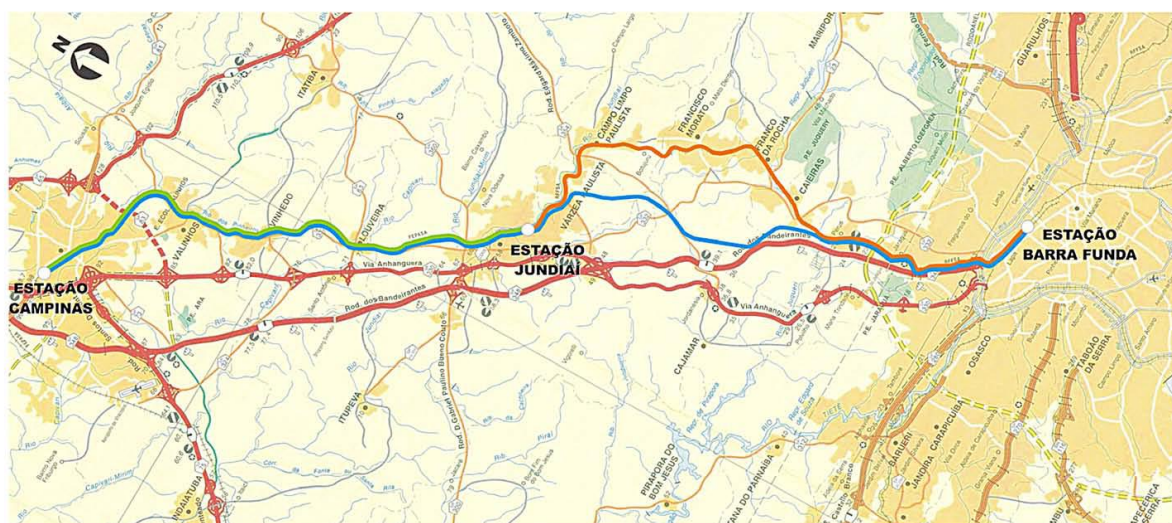
para transporte de containers, considerando as peculiaridades operacionais que o sistema oferece.

O estudo cria cenários e simula a aplicação de conceitos presentes no sistema TMTboxcargo para otimizar projetos trens regionais. Sob condição “ceteris paribus”, apenas as variáveis afetadas pelo sistema de cargas são analisadas e os cenários emprestam dados macroscópicos e conceitos dos projetos de trens regionais Expresso Bandeirantes e TransPequi.

Os projetos brasileiros para trens são representantes do terceiro ciclo ferroviário, apresentam grande potencial para realizar serviços estocáveis numa estrutura concebida para a prática de serviços não estocáveis, utilizando alta tecnologia para o controle operacional dos trens em operação. Delimitamos dois projetos para o ensaio: o projeto paulista São Paulo-Campinas, conhecido como Expresso Bandeirantes, e o projeto Brasília-Goiânia conhecido simpaticamente como TransPequi

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Trem Regional São Paulo-Campinas, conhecido como Expresso Bandeirantes, percorre 90 km numa das regiões mais ricas, industrializadas e populosas do mundo, pretendendo transportar aproximadamente 70.000 passageiros/dia útil em 2040, utilizando tecnologias ferroviárias amadurecidas, capazes de operar trens ao limite de 160 km/h. Como um traço reto, três estações e velocidade conservadora, o projeto sinaliza apatia no primeiro momento.



Usando outras lentes sobre o projeto, conseguimos descortinar uma estratégia silenciosa e discreta que nas últimas décadas atraiu para o Estado de São Paulo unidades fabris dos principais produtores e desenvolvedores mundiais de equipamentos ferroviários. Essas empresas reativaram antigos pólos ferroviários como Ortolândia-SP e Araraquara-SP, juntas podem abastecer o Expresso Bandeirante com alto índice de nacionalização. Nesse sentido, considerando que o Estado arca com as externalidades do projeto, utilizar recursos públicos para arcar com externalidades produzidas pela aquisição de produtos com altos níveis de nacionalização, produzidos dentro do próprio estado, significa algumas dezenas de hospitais nos cofres da União, Estado e Municípios. Fosse o Expresso Bandeirantes um projeto com maior velocidade operacional, fatalmente fugiria da banda tecnológica dominada pelos fornecedores nacionais, demandando maior importação e consequente saída dos recursos públicos destinados à externalidade dos projetos ferroviários.

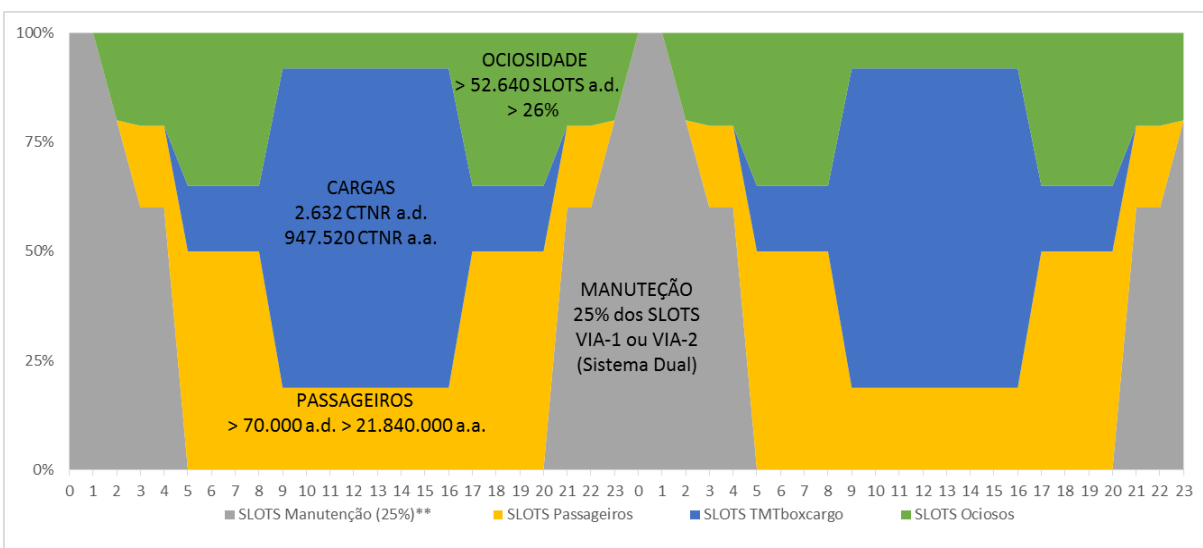
Utilizamos as diretrizes da Secretaria de Transportes Metropolitanos para a ligação regional São Paulo-Campinas e adotamos os parâmetros descritos na tabela que segue:

STMSP		Dados Adotados no Cenário
Demanda estimada:	89.000 pass./dia útil (ano 2.040)	70.000 pass./dia útil (ano 2.040)
Horário de Pico:	6 viag./h.	6 viag./h.
Horário de Vale:	2 viag./h.	2 viag./h.
Via Permanente:	92 Km , Via dupla, V. Máx. 160km/h	92 Km , Via dupla, V. Máx. 160km/h
Estações:	3	3
Trens:	9 carros	7 carros
Passageiros/Trem:		700 Passageiros

Para a determinação e distribuição dos Slots adotamos os padrões descritos abaixo:

Dados Adotados no Cenário	
Hedway Determinante de Slots:	7,5 minutos
Horas de Pico (hedway 10 min.):	05; 06; 07; 08 / 17; 18; 19; 20
Horas de Vale (hedway 30 min.):	9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 21; 22; 23
Slot Manutenção 60%:	21; 22; 03; 04
Slot Manutenção 80%:	23; 02
Slot Manutenção 100%:	00; 01
Equivalência Slot/Passageiro:	1 Passageiro / Slot
Equivalência Slot/Mercadorias:	1 M ³ / Slot

O carregamento desses parâmetros gerou o gráfico de ocupação dos Slots exposto abaixo.



O gráfico acima apresenta a capacidade total de Slots no sistema ao longo de 48 horas para facilitar a visualização das áreas.

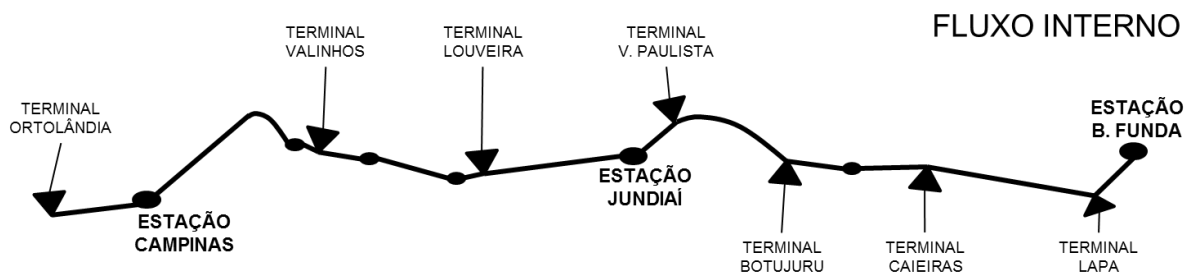
A capacidade total de slots é a primeira área instalada no gráfico, expressa a quantidade máxima de trens com intervalo de 7,5 minutos, nas duas vias do sistema, valor factível para os sistemas de controle atuais e conservador para os sistemas possíveis em 2040.

Os slots destinados ao transporte de passageiros estão representados em amarelo, segunda área instalada no gráfico, estão distribuídos ao longo do espaço-tempo segundo as demandas nos picos e vales.

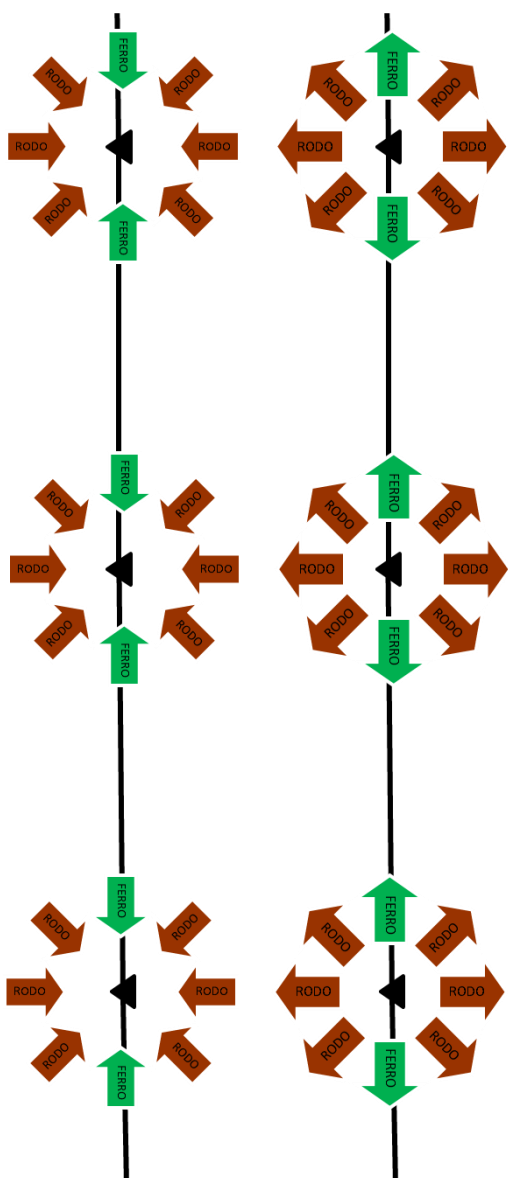
Os slots destinados a manutenção estão representados em cinza, na terceira área instalada no gráfico, totalizam 25% do tempo-espaço no ciclo de 24 horas e estão distribuídos livremente pelas duas vias do sistema, não descreve uma programação de manutenção, apenas percentuais de ocupação ao longo do tempo. Vale esclarecer que a utilização dos slots de manutenção apresenta muita plasticidade, sendo moldada pela estratégia de manutenção.

Os slots destinados ao transporte de containers estão representados em azul, é a quarta camada no gráfico. O sistema TMTboxcargo ocupa 30% dos Slots ociosos nos horários de pico e 90% dos slots ociosos nos horários de vale, ocupando 60% dos slots ociosos disponíveis diariamente.

O diagrama abaixo demonstra uma possível distribuição dos micro terminais para atender a região metropolitana nos fluxos internos e externos.

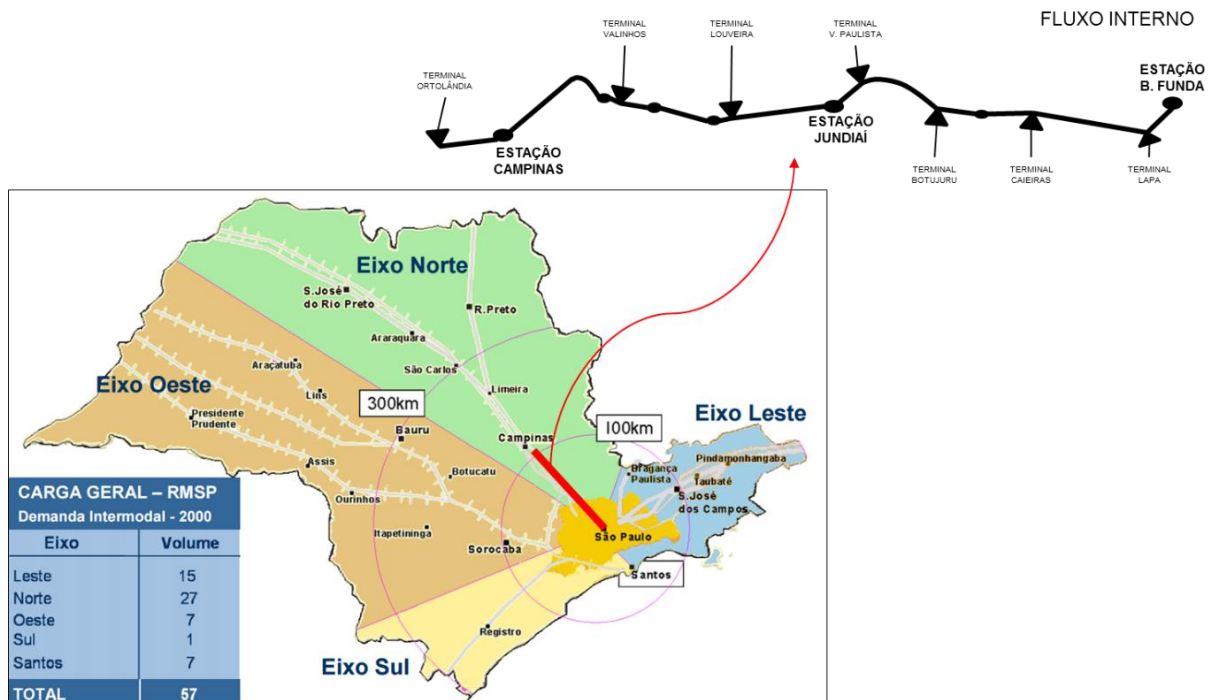


O sistema TMTboxcarga atua como um centro de distribuição não radial, considerando que cada nó apresenta diversas rotas ferroviárias e rodoviárias.



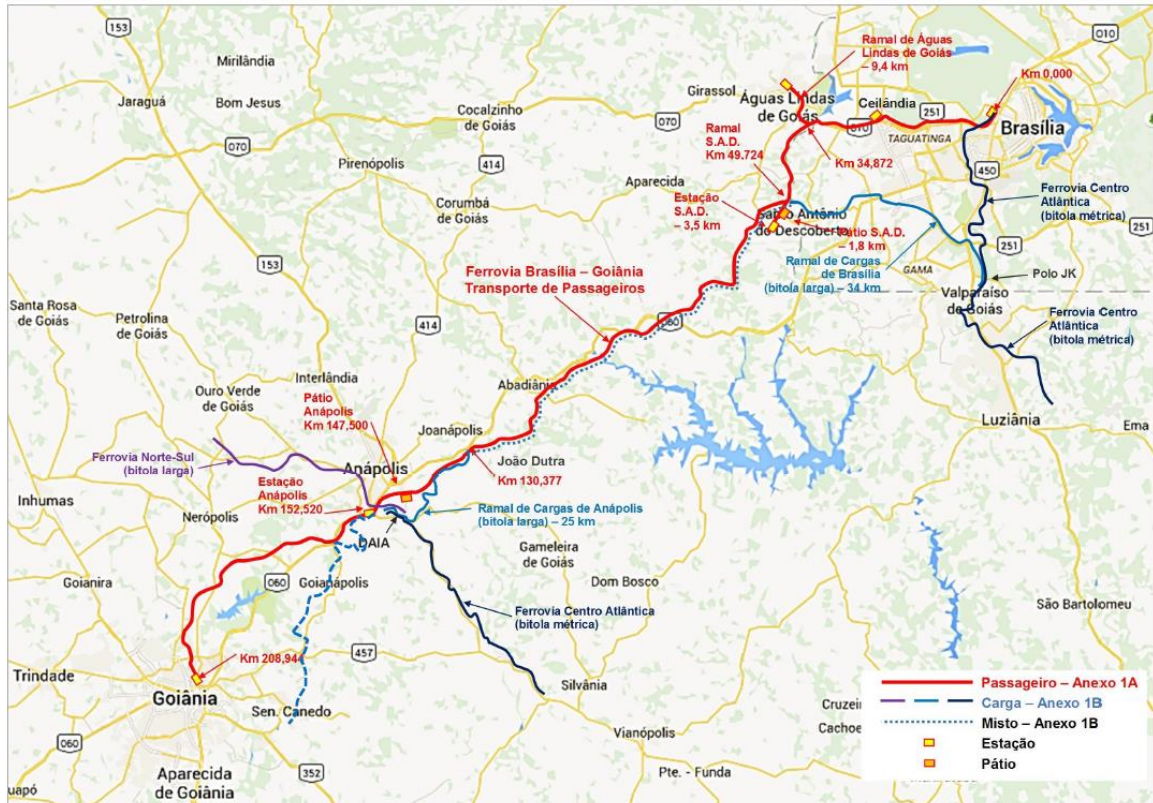
No atendimento dos fluxos externos o sistema TMTboxcargo opera como um centro de distribuição longitudinal e gera um novo significado para as vias do trem regional, ao adicionarmos permeabilidade para as cargas. Xavier (2006) aborda a irradiação partindo da região metropolitana com muita propriedade, a considerar implicitamente que essa região detém 70% do PIB estadual e por ela passa grande parcela das riquezas latino-americanas.

O diagrama a seguir demonstra como podemos otimizar os fluxos, utilizando o sistema TMTboxcargo não só como vetor de redução das ociosidades, mas também como motor de redução de custos logísticos.



O Trem Regional Brasília-Goiânia, apelidado carinhosamente de TransPequi, percorre 208 km ligando Brasília, Anápolis e Goiânia transportando aproximadamente 276.000 passageiros/dia útil em 2040. Se a concepção do Expresso Bandeirantes contempla o macro

ao propor uma “rede previamente desenvolvida de fornecedores” o TransPequi escolheu o caminho tecnológico de compartilhamento de vias para elevar a geração de Valor.



O TransPequi projeta operações no eixo Brasília-Anápolis-Goiânia com trens regionais operando a 160km/h propondo a construção de vias permanentes que permitam velocidades de 200km/h, conceito elogiável para geografias planas, diferentemente da “Cremalheira de Alta Velocidade” Rio-São Paulo. Mas o grande diferencial do TransPequi não é flexibilidade oferecida pela velocidade, ele propõe a criação de dois pequenos ramais que alcançam as cidades de Sto. Antônio do Descoberto-GO e Águas Lindas de Goiás-GO e propõe operar trens metropolitanos ligando essas duas cidades a Brasília e na outra extremidade do projeto, ligando Anápolis a Goiânia. Intensificando o compartilhamento,

também propõe operar trens de cargas, com acesso à malha da Ferrovia Centro Atlântica e Ferrovia Norte-Sul.

O TransPequi pode ser considerado o primeiro representante brasileiro do Terceiro Ciclo Ferroviário, guarda nos seus conceitos a flexibilidade que protege o empreendimento dos riscos de prestar apenas um tipo de serviço ao longo dos 30 anos no ciclo do empreendimento.

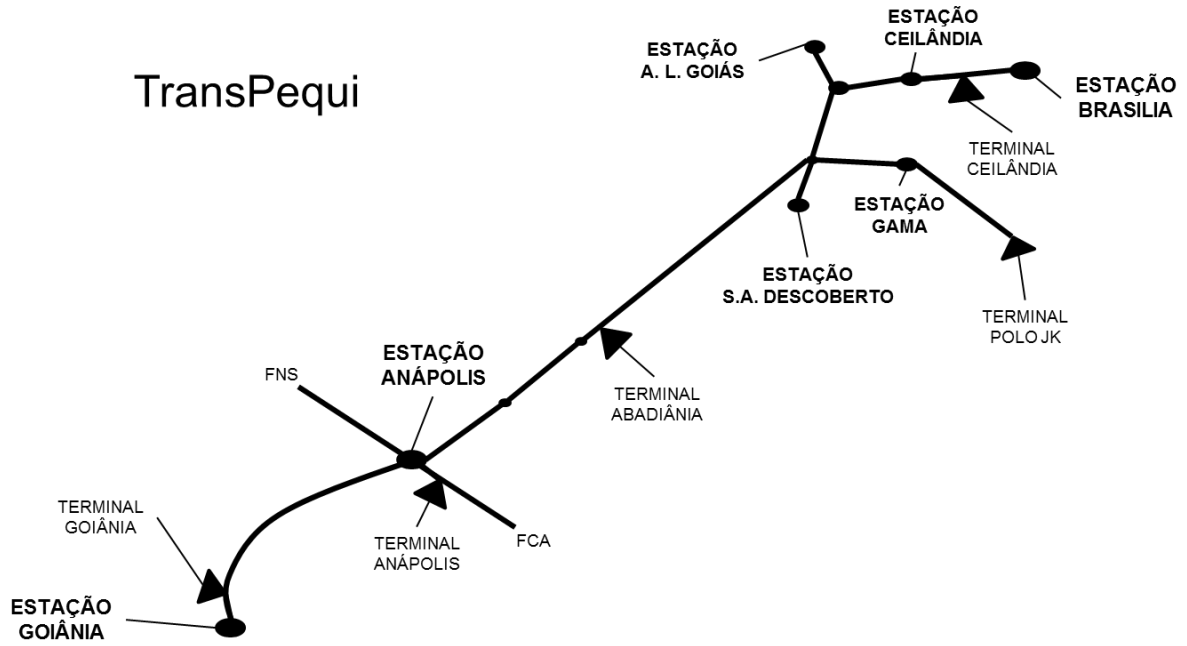
Utilizamos as diretrizes da ANTT para a ligação regional Brasília-Goiânia, adotando os parâmetros descritos na tabela que segue:

	ANTT		Cenário	
	T. Regional	T. Intercidades	T. Regional	T. Intercidades
Demanda Semanal:	234.808	1.349.890	234.000	1.349.600
Horário de Pico:	2 Trens/h.	4-8 Trens/h.	1-4 Trens/h.	1-23 Trens/h.
Horário de Vale:	2 Trens/h.	4-8 Trens/h.	1-2 Trens/h.	1-10 Trens/h.
Via Permanente:	206 Km, v. dupla, Pass.160 Km/h + Carg.80 Km/h		206 Km, v. dupla, Pass. e Carg. 160km/h	
Estações:	3	6	3	7
Carros/Trens:	7	3/4/6 (combo)	7 (4+3)	8
Passageiros/Trem:	420	475/634/949 (combo)	700	2100

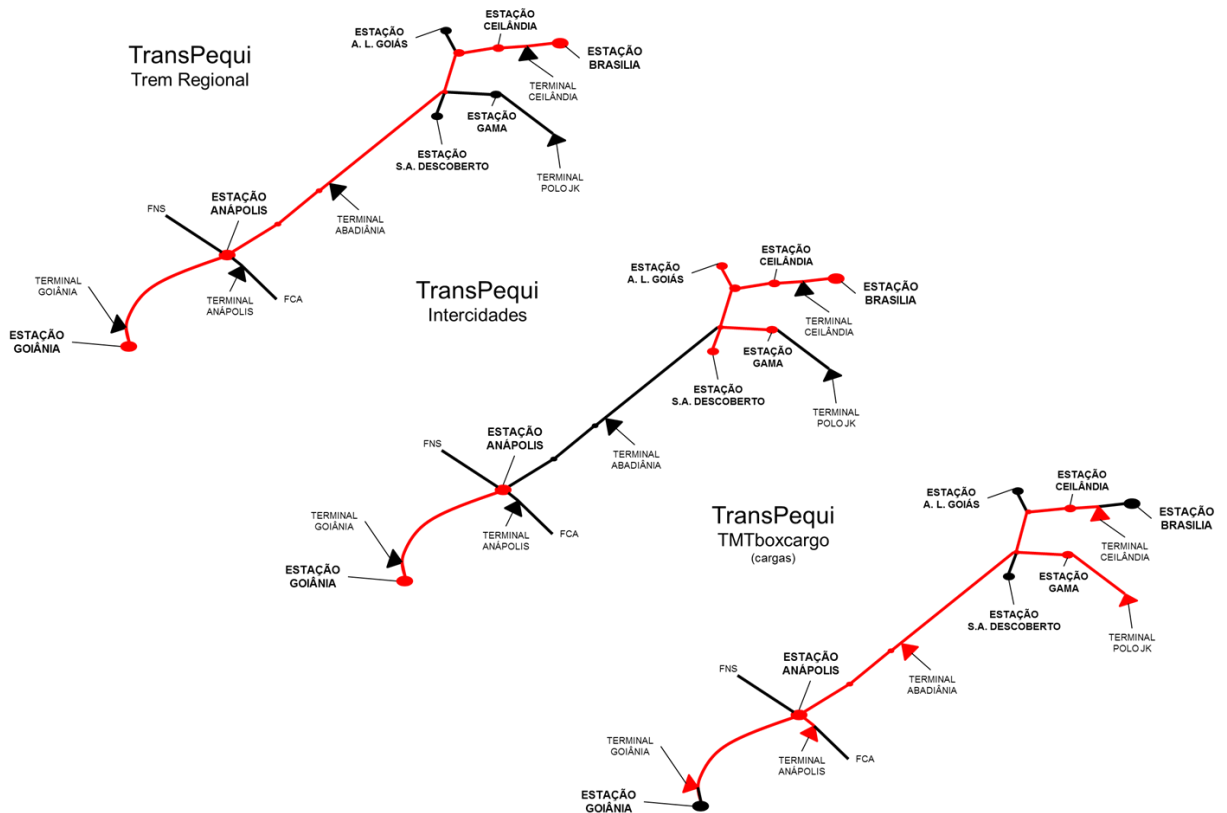
	Cenário	
	T. Regional	T. Intercidades
Hedway Determinante de Slots:	7,5 minutos	7,5 minutos
Headway e Horas de Pico:	(12 min.) 15;16;17;18	(7,5 min.) 5;6;7;8 / 16;17;18;19
Headway e Horas de Vale:	(15 min.) 5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;19;20;21;22	(15 min.) 9;10;11;12;13;14;15;21;22
Horas de Slot Manutenção 60%:	3;4;22	
Horas de Slot Manutenção 80%:	2;23	
Horas de Slot Manutenção 100%:	0;1	
Equivalência Slot/Passageiro:	1 Passageiro / Slot	
Equivalência Slot/Mercadorias:	1 M ³ / Slot	

Partindo do mapa original, criamos o diagrama da rede contendo estações, microterminais TMTboxcarga e a interface com a malha ferroviária nacional.

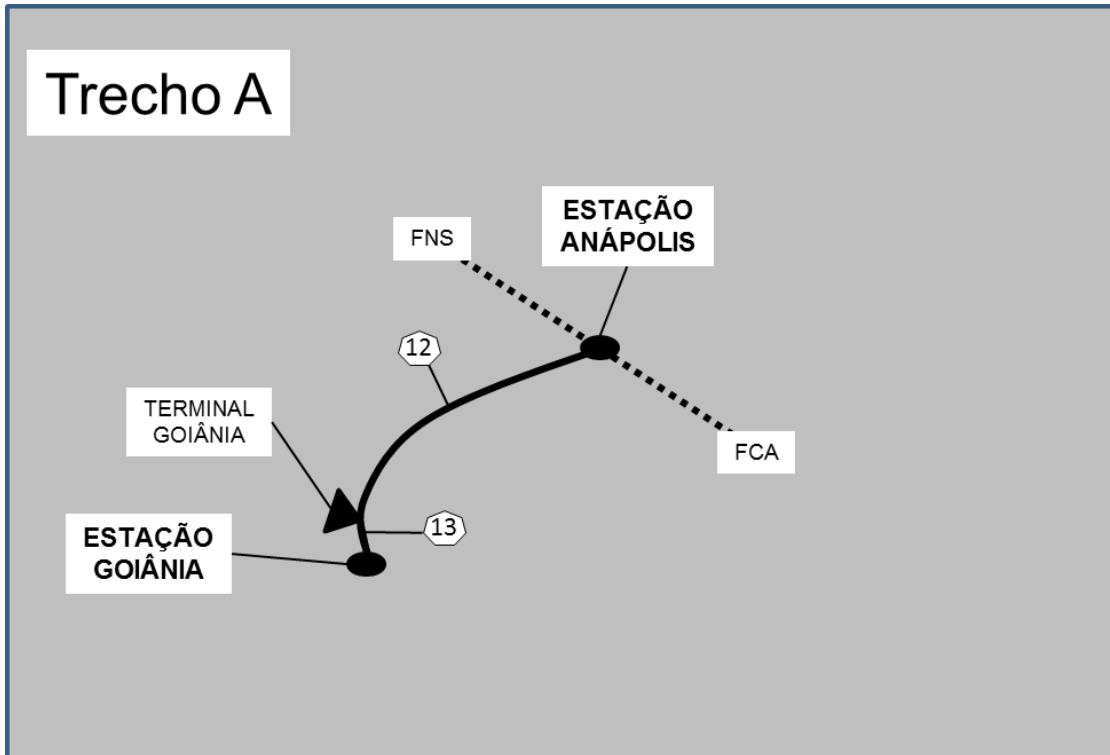
TransPequi



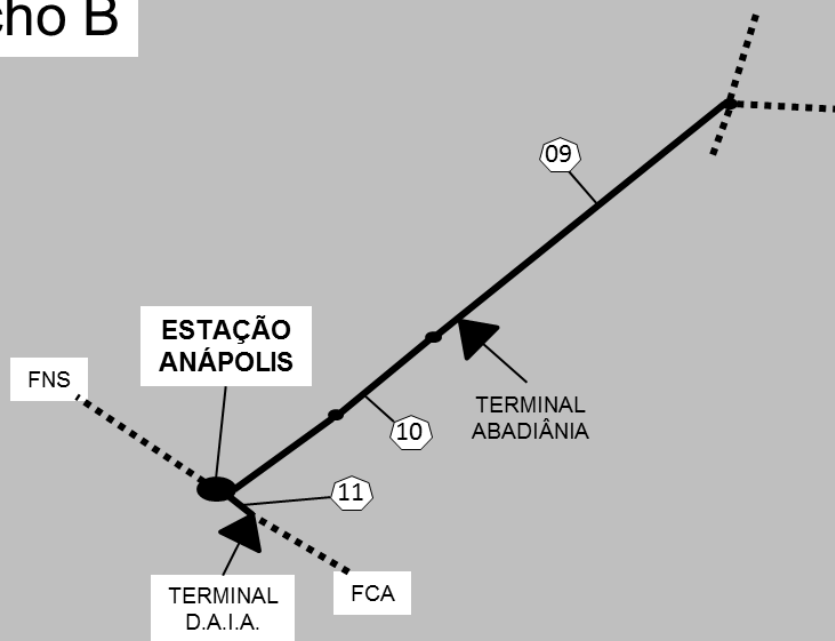
Os três serviços ferroviários e os arcos utilizados por cada um deles são expostos a seguir



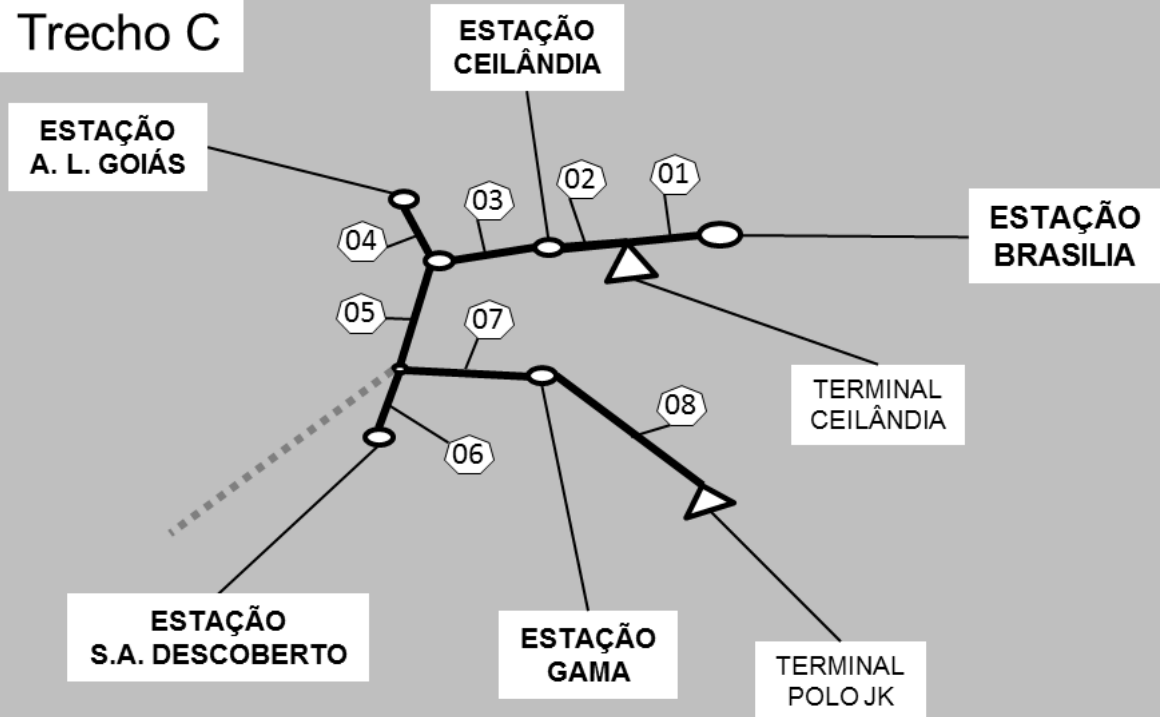
Seguindo o conceito do estudo ANTT, desmembramos a rede em três blocos, com respectivos arcos numerados sequencialmente.



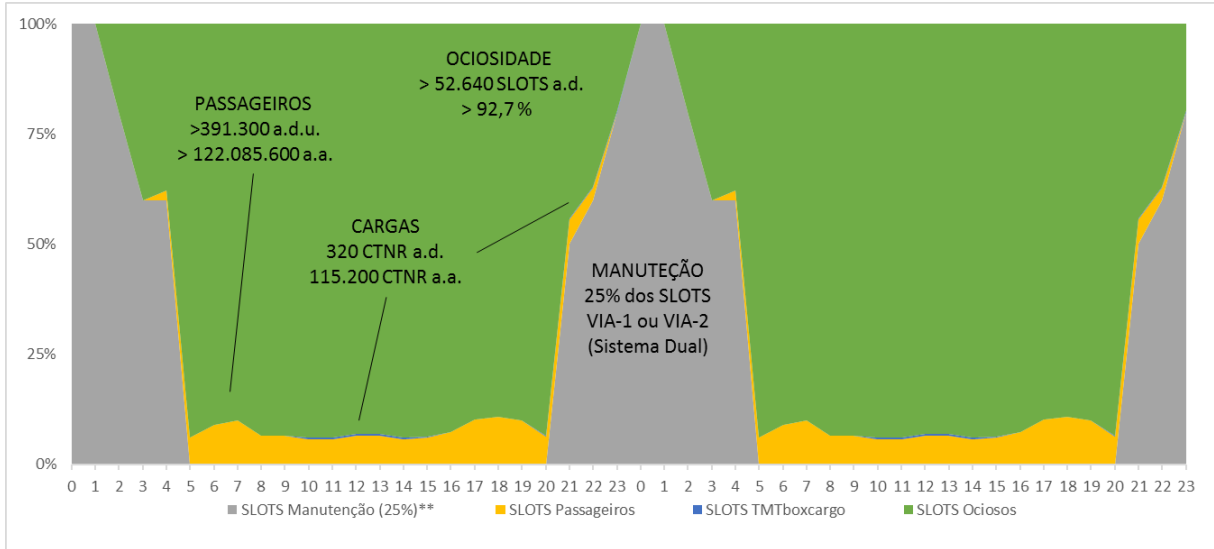
Trecho B



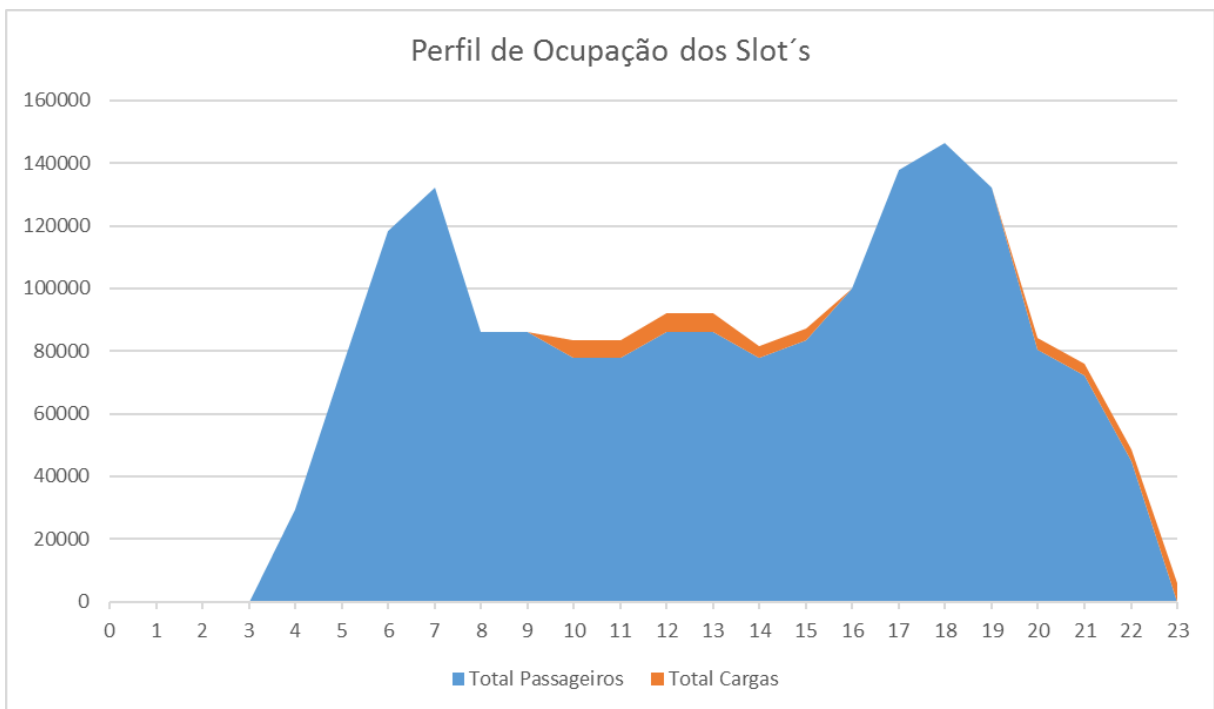
Trecho C



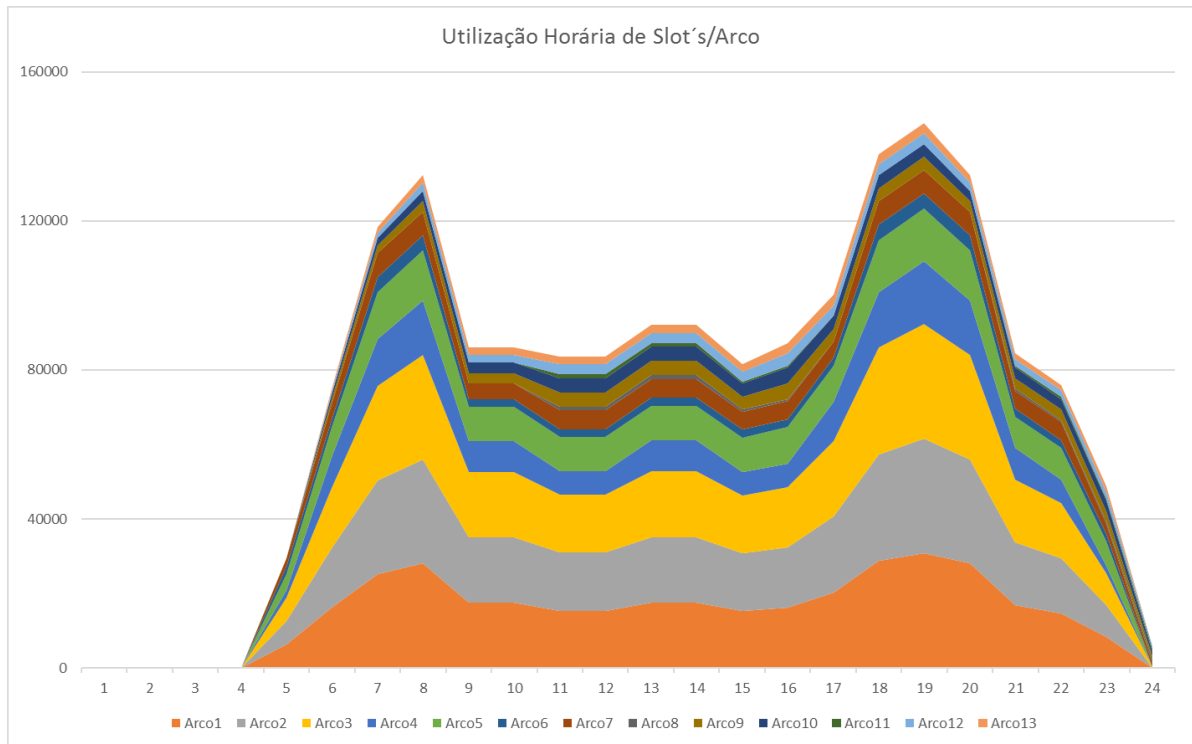
O carregamento dos parâmetros e valores gerou o gráfico de ocupação dos Slots exposto a seguir.



Abaixo podemos observar a ocupação horária dos Slot's e o baixo potencial que o transportes de cargas apresenta para reduzir ociosidades nesse caso.



Podemos também analisar o nível de utilização diária para cada um dos arcos que compõem a rede:



CONCLUSÕES

O sistema TMTboxcargo apresentou maior capacidade de aproveitamento da capacidade instalada quando implantado no projeto Expresso Bandeirantes, ocupando taxas acima de 20% da capacidade disponível. Quando implementado no projeto TransPequi, percebemos aproveitamento próximos a um ponto percentual, atuando nesse caso como um vetor para o desenvolvimento de um polo socioeconômico ainda jovem, que apresenta um nível de servicificação expressivo, representado pelo Distrito Federal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, Henrique L.; CAON, Mauro. Gestão de serviços: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

http://gvcelog.fgv.br/sites/gvcelog.fgv.br/files/eventos_2006_-_politicass_publicas.pdf

XAVIER

<http://www.dnit.gov.br/download/planejamento-e-pesquisa/planejamento/contagem-de-traffic/contagem-de-traffic-e-aplicacoes-cid-santos-bicudo-08.10.2014.pdf>

www.antt.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=13243

<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviarrias/convenios-com-a-ufsc/convenio-242006-produto-complementar-1.pdf>

<http://www.aeamesp.org.br/bblt/Lists/Aprsnt/DispForm.aspx?ID=699>

<http://www.stm.sp.gov.br/images/stories/regionais23dez.pdf>