

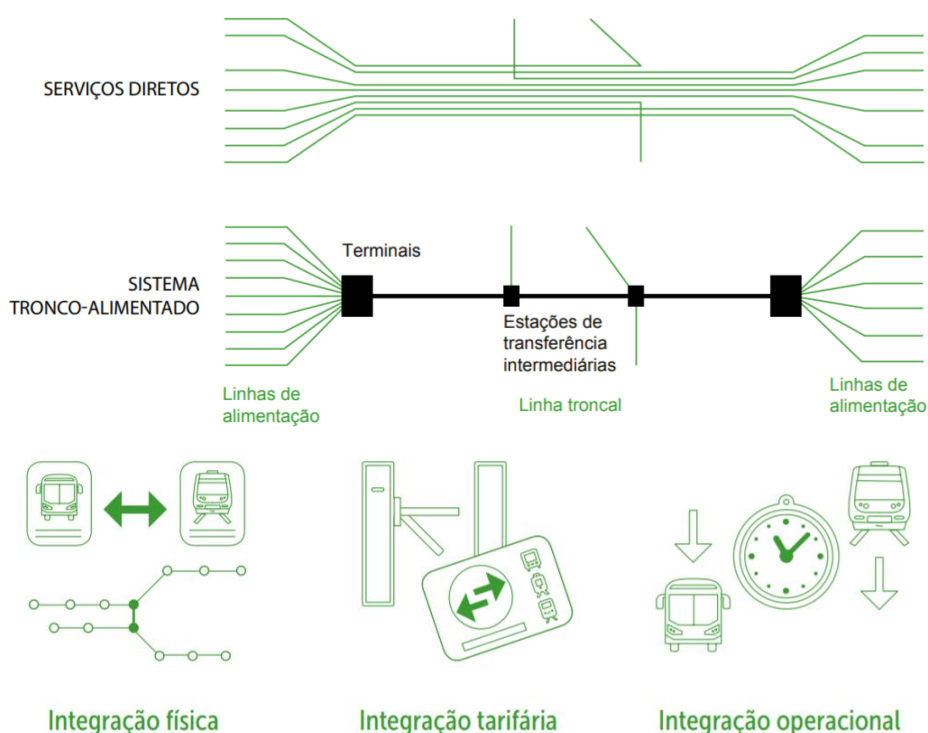
## **CATEGORIA 1**

### **ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DE REDE TRONCO ALIMENTADA PARA A REDUÇÃO DE CUSTOS DE SUBSÍDIO TARIFÁRIO**

#### **INTRODUÇÃO**

De acordo com publicações recentes, à exemplo do Guia do Transporte Público Coletivo, publicado pelo BNDES (2018), caracteriza-se uma rede de transporte público coletivo, um ou mais sistemas de média e alta capacidade, considerados como troncais estruturantes, alimentados por linhas radiais de acessibilidade aos bairros, por sistemas motorizados ou por transporte ativo, Figura 1. Essa lógica deve ser aplicada contemplando as integrações do tipo, física, operacional e tarifária, Figura2, e deve ser aplicada de modo extrair os benefícios de cada modo de transporte, seja ele o alimentador, com sistemas por ônibus, bicicletas e a caminhada, ou alimentado, como os sistemas ferroviário, metroviário, com maior capacidade e menores interferências com o ambiente urbano. Isso pode gerar economia de escala, otimizando cada veículo

de transporte. Sob a ótica do usuário, uma rede otimizada pode reduzir o tempo de viagem, disponibilizar serviços de transporte com maior confiabilidade, tarifas mais equitativas etc.



**Figura 1:** Sistema Tronco Alimentado e Tipos de Integração

**Fonte:** Guia TPC (2018)

Considerando o cenário das integrações tarifárias, ou seja, conforme definição do Governo Federal (Ministério de Desenvolvimento Regional), o valor pago pela viagem pelo usuário da rede na realização de transferências entre uma linha e outra, para um diferente modo de transporte coletivo, se fazem necessárias para garantir a agilidade na operação, dentre outros aspectos operacionais e regulamentares. Entretanto, o custo dos sistemas nem sempre podem ser repassados de forma integral para os usuários, garantindo seu acesso à rede, princípio da modicidade tarifária.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



Para garantir esse equilíbrio entre os custos e a capacidade de comprometimento da renda da população com transporte, são aplicados os subsídios tarifários. Ou seja, trata do repasse público ao operador de transporte sobre a diferença entre o valor da tarifa de remuneração e o valor pago pelo usuário.

*“Déficit ou Subsídio Tarifário ... é a diferença menor entre o valor monetário da tarifa de remuneração da prestação do serviço de transporte público de passageiros e a tarifa pública cobrada do usuário... com o objetivo de ... definir o custeio do transporte público, buscando formas de subsídio para manter a modicidade tarifária.” (Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2020)*

Entretanto, é necessário que os gastos com subsídio sejam realizados por meio de regras de integração coerentes, em uma rede otimizada de transporte.

Sabe-se que um dos objetivos do poder executivo é a redução dos gastos públicos ao mesmo tempo que atende a população de forma adequada. Esse cenário não muda quando se trata do serviço público de transporte, que tange tanto a ótica de investimento de longo prazo, como novas infraestruturas, bem como o custo de operação dos sistemas. Para isso se faz necessário que, após a implementação de uma política de transporte em uma determinada região, exista um acompanhamento da eficiência de tais medidas adotadas. Considerando a rede de transporte intermunicipal, contemplando linhas ferroviárias sob concessão e linhas de ônibus intermunicipais sob

regime de permissão, o presente estudo apresentará uma análise da eficiência da política pública de integrações tarifárias sob o enfoque do subsídio, abrangendo cenários de integração.

Logo, o objetivo desse estudo é apresentar proposta de redução de custos relacionados ao subsídio tarifário utilizando premissas de otimização de rede com a alimentação troncal pelo sistema ferroviário.

## **DIAGNÓSTICO**

O Estudo traz como base teórica a relevância da aplicação do conceito de Rede Integrada de Transporte – RIT URBS (2020), que considera a implantação de linhas alimentadoras mais curtas, com melhor atendimento aos bairros. Os princípios desse conceito são comparados com uma rede subsidiada, entretanto, não considerada a otimização da rede nos subsídios tarifários. Levanta-se a hipótese que os custos de subsídio podem ser elevados, bem como penalizar os usuários, quando não se aplica regras de otimização no sistema que subsidia a integração tarifária, conforme será apresentado.

Sabe-se que o conceito do RIT traz a missão de organizar o transporte de acordo com a demanda, favorecer a intermodalidade, a hierarquização dos modos, e promove a melhor articulação entre transporte e urbanismo.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



Conforme citado anteriormente, de acordo com o TPC 2018, as redes de Transporte Público Coletivo quando utilizadas de forma integradas otimizam a oferta, proporcionando racionalidade e gerando menor custo por passageiro transportado. No mais, também geram benefícios à sociedade em diversos aspectos, tais como redução do tempo de viagem, redução do número de veículos em circulação, eliminação de viagens ociosas, aumento da oferta de ligações transversais e interbairros, redução da incidência tarifária para os usuários que atualmente têm que utilizar mais de uma linha sem integração, maior confiabilidade, melhor desempenho operacional e mais rapidez, redução do consumo de combustíveis, melhorias em termos ambientais e melhor circulação nos centros de cidade e nos corredores.

Para análise em tela foi considerado um conjunto de cidades com características de deslocamento com movimento pendular, ou seja, deslocamentos do subúrbio do estado em direção à capital, com principal motivo de viagem, residência – emprego.

Considerando o recorte espacial e temporal do estudo, em 2019 foram transportados por linhas de ônibus, diariamente, aproximadamente 65% da demanda do transporte coletivo. Essa realidade, se comparada com a divisão modal do transporte de cargas no Brasil, onde predomina, em toneladas bruta, o modo rodoviário, se comporta como tal.

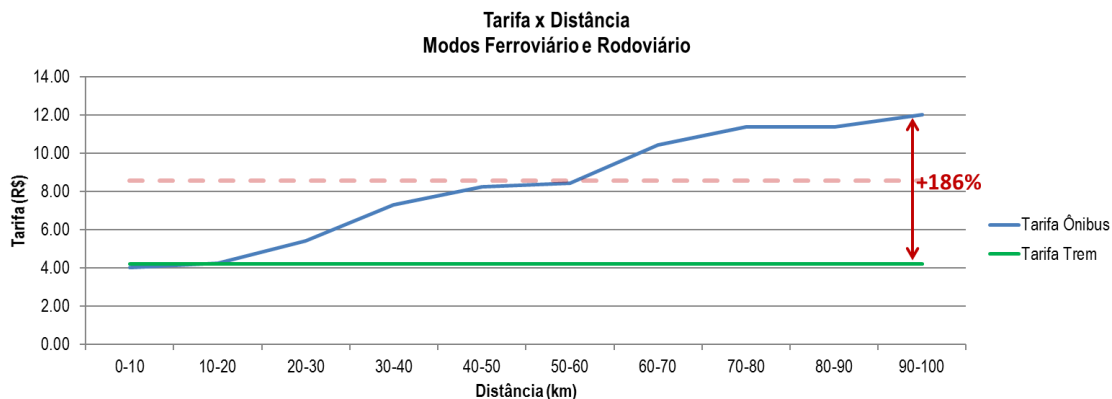
**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



Sabe-se que devido ao advento do modo rodoviário esse cenário foi consolidado no Brasil, entretanto, sabe-se que a mobilidade não deve ser refém apenas de sistemas de baixa capacidade, fazendo-se necessária a integração dos modos e a utilização das vantagens de cada um deles, principalmente os de alta capacidade, como o metroviário e o ferroviário.

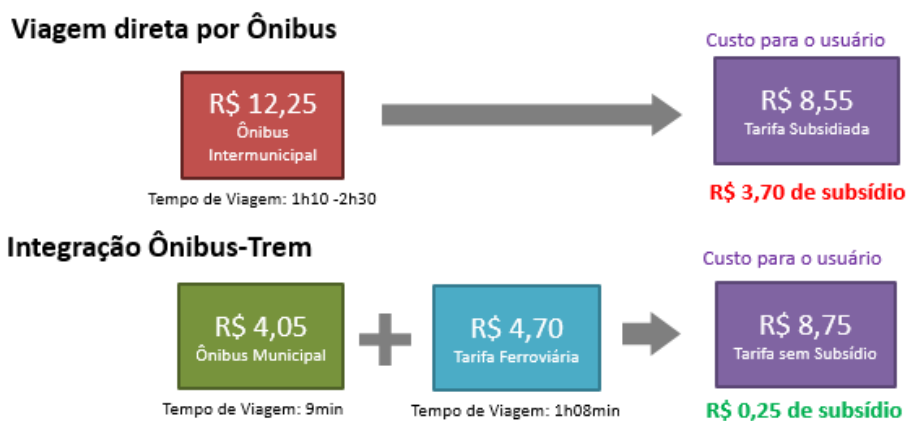
Esta incompatibilidade entre os modos pode ser refletida na variabilidade das tarifas das linhas intermunicipais radiais, que variam até 40% quando comparadas com a tarifa ferroviária. Esse cenário não seria um problema, uma vez que a tarifa predominante é a que garante a modicidade tarifária, entretanto, apesar de não refletir no custo direto para o usuário dos transporte público, se desdobra em altos custos de subsídio tarifário, afetando os cofres público, bem como a sustentabilidade da rede.

A ineficiência do modo rodoviário para longas distâncias acentua-se nas linhas com mais de 30km, nas quais as tarifas do sistema rodoviário custam até 186% mais caro do que a tarifa ferroviária, conforme é mostrado na Figura 2.



**Figura 2.** Comparação Tarifa x Distância pelos modos Rodoviário e Ferroviário  
**Fonte:** Autores

Esta irracionalidade fica evidenciada quando se compara o nível de subsídios necessários para realizar uma viagem direta por ônibus e ao valor necessário para subsidiar uma integração ônibus – trem, conforme mostrada Figura 3.



**Figura 3:** Integração comparação com valor subsidiado (Cenário do Estudo de Caso)  
**Fonte:** Autores

A racionalização da rede de transporte por ônibus é medida comum em todo o mundo para combater esse desperdício. Ao limitar a extensão máxima das linhas e garantir que

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



elas funcionem como alimentadoras aos modos troncais, aproveita-se ao máximo a eficiência das linhas, reduzindo os custos de todo o sistema.

No mais, muitas vezes as próprias leis que amparam as políticas de subsídios tarifários já viabilizam esse tipo de integração, entretanto não são praticadas, daí a necessidade que a oferta seja reorganizada, bem como as regras de bilhetagem redefinidas.

A região estudada é atualmente atendida por uma política de integração tarifária com regras de integração de até três horas, utilizando livremente qualquer modo de transporte como, Trens; Metrô; VLT; Embarcações (transporte aquaviário); BRT; Ônibus municipais e intermunicipais e o transporte alternativo – vans.

Para análise da atual situação de subsídio da região foram considerados dois recortes:

- i. Viagens dentro da Região Metropolitana em dia típico com integração típica;
- ii. Viagens dentro da Região Metropolitana durante um período atípico de corte de linhas intermunicipais rodoviárias no acesso à capital.

De acordo com os dados analisados antes e durante as restrições das linhas rodoviárias, observou-se um aumento do número absoluto de integrações com o sistema ferroviário durante as restrições e uma abrupta redução no valor total de subsídio. Esse comportamento mostra, apesar do momento atípico, uma integração forçada com o sistema ferroviário e o reflexo da otimização no valor total de subsídio, mostrando um possível efeito da racionalização, conforme pode ser observado na Tabela 1.



**Tabela 1:** Análise do Subsídio e Transações Ônibus e Trem

		<b>Ônibus</b>	<b>Trem</b>	
a	Transações	452,032	85,382	Sem
b	Subsídio	R\$ 885,300.80	R\$ 33,875.37	Restrições
c	Queda Média	71%	66%	
d	Transações	72,824	44,274	Com
e	Subsídio	R\$ 46,287.79	R\$ 13,472.06	Restrições
f	% Transações	84%	48%	
g	% Subsídio	<b>95%</b>	<b>60%</b>	

**Fonte:** Autores

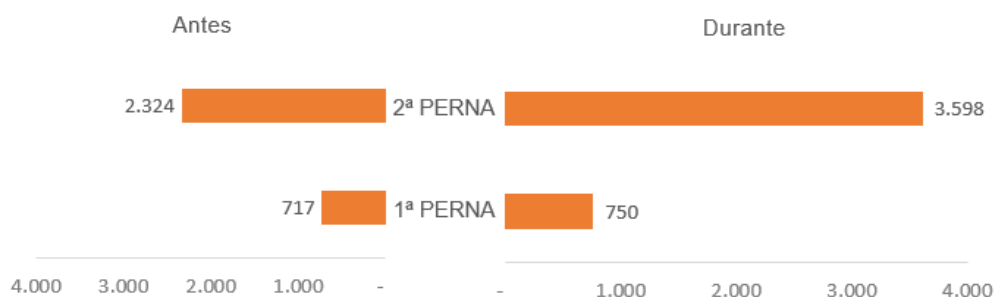
O cenário apresentado nas análises da Tabela 1 considerou uma queda no número de 71% no modo rodoviário e 66% no modo ferroviário – item c da tabela, considerando os disponibilizados pela PMRJ. É possível observar uma redução média de subsídio de 95% e de 84% nas transações, superior à queda média de passageiros de 71%, quando comparado os dados do modo rodoviário. Quando comparado os dados do modo ferroviário observa-se uma queda de 60% no valor de subsídio e de 48% nas transações, inferior à queda de passageiros de 66%, reforçando a hipótese abordada.

Na Tabela 2 e Figura 4 são analisados o crescimento e queda na comparação entre antes e durante as restrições por pernas de viagem, considerando como recorte uma das estações ferroviária em um município fora da capital.

**Tabela 2:** Comparação do antes e durante por pernas de viagens

	<b>1ª Perna</b>	<b>2ª Perna</b>
Pico da manhã	<b>46%</b>	<b>59%</b>
Entre pico	<b>-16%</b>	<b>32%</b>
Pico da tarde	<b>-25%</b>	<b>64%</b>
Total	<b>5%</b>	<b>55%</b>

**Fonte:** Autores



**Figura 4:** Comparação integração como primeira e segunda perna

**Fonte:** Autores

A tarifa máxima praticada durante a pesquisa antes da supressão das linhas rodoviárias intermunicipais foi de R\$ 12,25, que somada à tarifa ferroviária, por exemplo, R\$4,70, gera um subsídio de R\$8,40 arcadas pelo estado, uma vez que o usuário é cobrado pelo teto do Bilhete Único, no valor de R\$8,55.

Nos dias analisados, foi identificada uma redução de 91% no total de subsídios, quando as linhas intermunicipais não circularam, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 1:** Análise do Total Subsídio e Transações

		<b>Total</b>	<b>Trem + Ônibus</b>	
a	Transações	675,173	537,414	Sem
b	Subsídio	R\$ 1,151,311.86	R\$ 918,176.17	Restrições
c	Transações	148,987	117,098	Com
d	Subsídio	R\$ 98,605.42	R\$ 59,759.85	Restrições
e	% Transações	78%	78%	
f	% Subsídio	<b>91%</b>	<b>93%</b>	

**Fonte:** Autores

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A fim de evitar o prejuízo ao passageiro, o presente estudo propõe a seguinte estrutura:

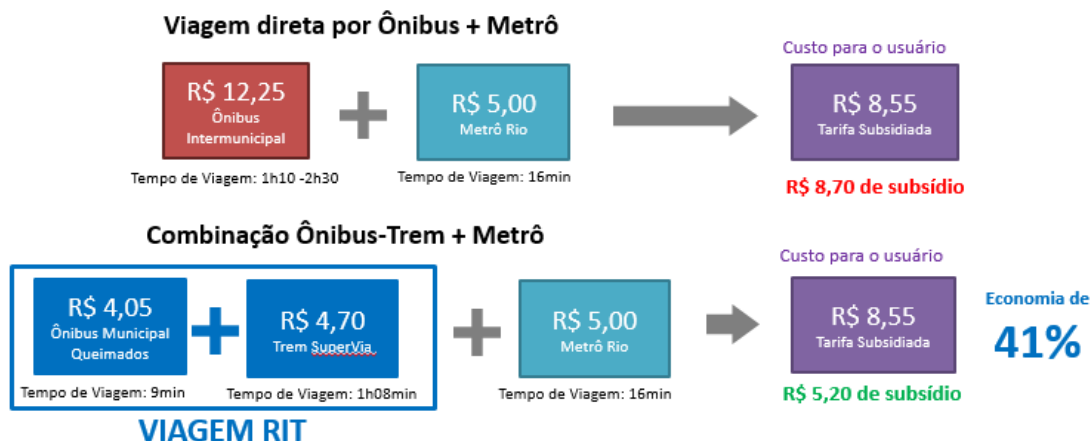
- a. Seccionamento de linhas de ônibus
- b. Transformação das linhas em linhas alimentadoras aos modos metroferroviários
- c. Inclusão da terceira integração, considerando uma das viagens nos modos metroferroviários

Essas viagens seriam consideradas como apenas uma das chamadas “pernas de viagem” dentro da regra de integração.

Isso significa que com essa combinação de linha integrada mais transporte troncal constaria na matriz do Bilhete Único como uma única tarifa modal, permitindo ao passageiro realizar ainda mais uma viagem.

Apesar de envolver mais modos de transporte, a inclusão no Bilhete Único da combinação Alimentador mais o modo metroferroviário como uma única viagem representa uma oportunidade de economia de até 41%, conforme mostrado no exemplo da Figura 5 e melhor utilização dos subsídios públicos.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**Figura 2:** Combinação Alimentador – RIT Simulação  
**Fonte:** Autores

## CONCLUSÕES

O Conceito de operação em rede integrada facilita o acesso da população ao transporte de alta capacidade, melhorando a qualidade dos deslocamentos.

A racionalização da rede gera economias generalizadas no sistema de transporte, que poderão ser aplicadas em melhorias da experiência do passageiro.

A proposta de reestruturação das regras de integração deve ser considerada, em alguns casos, o sistema de alta capacidade como o modo obrigatório na integração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**BNDES**, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Guia TPC orientações para seleção de tecnologias e implementação de projetos de transporte público coletivo**, Rio de Janeiro, 2018.

Consultado em <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14921>>

**BRASIL**, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Capacidade Index Dicionário**. 2020.

Consultado em:

<<http://www.capacidades.gov.br/dicionario/index/pagina/3#:~:text=D%C3%A9ficit%20ou%20Subs%C3%ADdio%20Tarif%C3%A1rio&text=%C3%89%20a%20diferen%C3%A7a%20menor%20entre,tarifa%20p%C3%BAblica%20cobrada%20do%20usu%C3%A1rio.>>

**BRASIL. Portal da Transparência** DF. <http://www.transparencia.df.gov.br/#/>

**GOVERNO**, Estado do Rio de Janeiro. **Portal da Transparência** RJ, 2020.

Consultado em:

[http://www.transparencia.rj.gov.br/transparencia/faces/capaTransparencia;jsessionid=ATII\\_xtHcTrYpaX5Fv-j1vlf58jJ6UZ4HIN3uloNxUNERE8FxaPq!816044104:bhgTh6isqM5HRxLs2cETQih9SYZ6kQQv?\\_afLoop=6304500476598405&\\_afWindowMode=0&\\_afWindowId=null&\\_adf.ctrl-state=wd5kjcjdl\\_1](http://www.transparencia.rj.gov.br/transparencia/faces/capaTransparencia;jsessionid=ATII_xtHcTrYpaX5Fv-j1vlf58jJ6UZ4HIN3uloNxUNERE8FxaPq!816044104:bhgTh6isqM5HRxLs2cETQih9SYZ6kQQv?_afLoop=6304500476598405&_afWindowMode=0&_afWindowId=null&_adf.ctrl-state=wd5kjcjdl_1)

**URBS. Rede Integrada de Transporte – RIT**, 2020.

Consultado em:

<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte>