

AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE INVESTIMENTOS EM FERROVIAS DE CARGA: UMA APLICAÇÃO PRÁTICA À MALHA PAULISTA

Daniel Alfredo Alves Miguel
Alexandre Porto Mendes de Souza
Agência Nacional de Transportes Terrestres

RESUMO

Um projeto de transportes é viável para a iniciativa privada se suas receitas forem maiores que seus custos. Para a sociedade, porém, a análise de viabilidade vai além, fazendo-se necessária uma avaliação socioeconômica, que compare custos e benefícios. Os custos correspondem à soma do *Capex* e do *Opex*, já os benefícios são de difícil determinação. Nesse contexto, propõe-se a aplicação conjunta de metodologias nacionais e internacionais para avaliação socioeconômica de investimentos em ferrovias de carga. Utiliza-se a metodologia de fluxo de caixa do DNIT, da qual se extraem indicadores de viabilidade, complementada com estudo da UIC para cálculo dos benefícios ambientais, urbanos e de redução de acidentes. Para obtenção do VPL, adota-se o WACC regulatório da ANTT. Por fim, aplica-se esse método à análise dos investimentos propostos para renovação da concessão da Malha Paulista, resultando na relação benefício-custo de 1,60 e *payback* de sete anos.

ABSTRACT

A transportation project is feasible for the private sector if its revenues are greater than its costs. For society, however, the feasibility analysis goes beyond, requiring a socioeconomic evaluation, which compares costs and benefits. Costs are the sum of *Capex* and *Opex*, but it is difficult to determine benefits. In this context, it is proposed the joint application of national and international methodologies for socioeconomic evaluation of freight railroad investments. DNIT cash flow methodology is used, from which feasibility indicators are extracted, complemented by a UIC study to calculate environmental, urban and accident reduction benefits. To obtain NPV, ANTT regulatory WACC is adopted. Finally, this method is applied to analyze the proposed investments to the Malha Paulista concession renewal, resulting in 1.60 benefit-cost ratio and seven-years payback.

1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista da iniciativa privada, a viabilidade de um projeto é determinada por meio de uma análise monetária que comprove que suas receitas serão maiores que seus custos de investimento e operação (Dalbem *et al.*, 2010). Por outro lado, do ponto de vista da sociedade, os benefícios futuros de um projeto não se restringem à geração de receita, mas também incluem fatores socioeconômicos, como, por exemplo, redução do custo de transporte, redução de acidentes, benefícios ambientais, benefícios urbanos, geração de empregos e arrecadação tributária. O cálculo desses benefícios, todavia, nem sempre é trivial.

Nesse contexto, este trabalho propõe uma metodologia de avaliação socioeconômica de investimentos em ferrovias de carga, que se utiliza de um estudo da *Union Internationale des Chemins de Fer* (UIC) para cálculo de benefícios, complementando o método de fluxo de caixa do DNIT. Os benefícios e custos são trazidos a valor presente líquido (VPL) com o WACC regulatório proposto pela ANTT. Em seguida, apresenta-se uma aplicação prática da avaliação socioeconômica aos investimentos a serem feitos na Malha Paulista no âmbito do processo de renovação antecipada de sua concessão. Verifica-se que a metodologia é aplicável tanto para construção de novas ferrovias, quanto para investimentos em vias férreas existentes, desde que se conheça a demanda captada pela ferrovia.

2. METODOLOGIA DE CÁLCULO DE BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS

Ao elaborar diretrizes para o estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA) de ferrovias, seja para construção, adequação ou ampliação de capacidade, o DNIT (2016)

estabeleceu que a avaliação socioeconômica de um projeto consiste na comparação entre seus custos (de construção e operação) e seus benefícios (diretos e indiretos). Nesse contexto, os custos e os benefícios são representados em modelos de fluxos de caixa, dos quais se obtêm indicadores de viabilidade, que no estudo de caso deste trabalho serão: Relação Benefício-Custo e Tempo de Recuperação dos Custos ou *Payback*.

Ainda segundo aquela Autarquia, os benefícios diretos compreendem as reduções do custo de transportes, da emissão de poluentes e do custo de acidentes, enquanto os benefícios indiretos decorrem do desenvolvimento social e econômico da região (não calculados neste estudo), além da arrecadação tributária e da geração de empregos.

Para o cálculo da redução do custo de transporte, utilizou-se a metodologia do DNIT (2016). Para os demais benefícios diretos, optou-se pelo estudo sobre custos externos dos modos de transportes produzido pela União Internacional de Ferrovias - UIC (*Union Internationale des Chemins de Fer*), de autoria de Essen *et al.* (2011), com atualizações metodológicas de Korzhenevych *et al.* (2014). Optou-se pelo estudo europeu por este ser mais aprofundado e detalhado. No final, os valores obtidos foram ajustados à realidade brasileira.

O citado estudo europeu apresentou os custos de externalidades negativas de quatro modos de transportes: ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo, com separação dos resultados para cargas e passageiros. Neste trabalho, esses custos foram agrupados em três conjuntos: redução de acidentes, custos ambientais e custos urbanos.

Por fim, para o cálculo do valor presente líquido (VLP) dos custos e benefícios, optou-se não pela taxa de juros de longo prazo (TJLP) sugerida pelo DNIT (2016), mas pelo WACC Regulatório, proposto pela ANTT por meio da Resolução ANTT nº 5.337/2017. Isso porque o WACC é mais específico à presente análise, uma vez que se aplica aos contratos de concessão ferroviária. A taxa vigente na data base de dezembro de 2017, adotada neste trabalho, era igual a 11,04%.

2.1. Benefícios diretos

Segundo o DNIT (2016), os benefícios da redução do custo de transporte são oriundos da demanda que deixa de utilizar o modo rodoviário e passa ao ferroviário. Em outras palavras, com a realização de investimentos em ferrovias de carga, estas captam demanda das rodovias. Neste trabalho, esse raciocínio é estendido aos demais benefícios diretos, quais sejam: benefícios ambientais, urbanos e de redução de acidentes.

Faz-se aqui uma ressalva. Na avaliação socioeconômica de ferrovias de carga, também é preciso considerar a hipótese de absorção de sua demanda pelo modo hidroviário. A metodologia aqui exposta permite a aplicação dessa hipótese, uma vez que o estudo da UIC traz custos externos do transporte hidroviário. Todavia, no estudo de caso aqui apresentado, essa hipótese foi descartada, porque, embora exista a hidrovía do rio Tietê, não há ligação desta à região agrícola de Rondonópolis/MT e Alto Araguaia/MT, onde se origina a maioria da produção da Malha Paulista, e tampouco há ligação hidroviária ao Porto de Santos. Portanto, o transporte hidroviário não compete diretamente com os principais fluxos da Malha Paulista.

2.2.1. Redução do custo de transporte

Para o cálculo da redução do custo de transporte aos usuários, primeiramente obtém-se a demanda captada pela ferrovia em virtude dos investimentos nela realizados. Em seguida, calcula-se o custo de transporte dessa demanda no modo ferroviário e no modo rodoviário. A diferença entre ambos corresponde à redução do custo de transporte. O DNIT (2016) propõe que o custo corresponde à tarifa média mais o tempo gasto, avaliado monetariamente. Porém, neste estudo, a análise restringe-se à tarifa média, ante a dificuldade de monetização do tempo para o transporte de cargas.

O custo de transporte do modo rodoviário foi estimado a partir dos dados do Sistema de Informações de Fretes (SIFRECA), do Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial da ESALQ/USP. Por seu turno, o custo de transporte do modo ferroviário foi obtido do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) da ANTT.

2.2.2. Redução de acidentes

De acordo com Essen *et al.* (2011) e Korzhenevych *et al.* (2014), os custos de acidentes concentram-se no valor da vida humana, das perdas de produção e de outros elementos não cobertos por seguros. Além disso, também se incluem danos materiais, custos administrativos (como polícia e bombeiros), custos médicos, perdas de produção e custos imateriais (como redução do tempo de vida e lesões).

Observa-se que o custo de acidentes por unidade de produção na rodovia é significativamente maior que na ferrovia. Isso é bastante coerente, uma vez que a literatura consensualmente indica que o transporte ferroviário é mais seguro que o rodoviário. Esses números também são corroborados pela probabilidade de ocorrência de acidentes calculada por Leal Jr. (2010), indicando que a chance de ocorrer um acidente em rodovia é quatro vezes maior que a chance de ocorrer um acidente em ferrovia.

2.2.2. Benefícios ambientais

O modo ferroviário emite poluentes em menor quantidade quando comparado ao modo rodoviário, gerando impactos socioambientais positivos, que devem ser levados em consideração em uma avaliação de projetos de infraestrutura de transporte (Villar e Marchetti, 2011).

Para o cálculo dos benefícios ambientais também foi adotado o estudo proposto por Essen *et al.* (2011) e atualizado por Korzhenevych *et al.* (2014). Nele, os custos externos ambientais são divididos em sete categorias: (i) poluição do ar; (ii) perdas de biodiversidade; (iii) mudança climática; (iv) ruído; (v) processos relacionados à energia, aos veículos e à infraestrutura; (vi) custos à natureza; e (vii) poluição do solo e da água.

2.2.3. Benefícios urbanos

Para o cálculo dos benefícios urbanos também foi adotado o trabalho proposto por Essen *et al.* (2011) e atualizado por Korzhenevych *et al.* (2014). O estudo divide os custos externos relacionados a impactos urbanos em duas categorias: (i) custos adicionais em áreas urbanas e (ii) congestionamentos.

2.2. Benefícios indiretos

Para o cálculo da geração de empregos, utilizou-se a metodologia proposta pelo BNDES,

elaborada por Najberg e Ikeda (1999), posteriormente atualizada por Najberg e Pereira (2004). Por fim, para o cálculo da arrecadação tributária, adotou-se a metodologia do DNIT (2016).

3. ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS NA MALHA PAULISTA

3.1. Malha Paulista

A ferrovia paulista nasceu como um importante instrumento criado e mantido pelos cafeicultores para exportação de seu capital. Com a queda da produção de café, o transporte ferroviário entrou em crise, mas é fato que as estradas de ferro estimularam a formação de cidades e o próprio povoamento do estado de São Paulo (Stefani, 2007; Zambello, 2015).

As diferentes linhas ferroviárias paulistas foram unificadas com a criação da FEPASA em 1971. Na década de 90, foi criado o Plano Nacional de Desestatização, de modo que a concessão da Malha Paulista entrou em vigor em 1º de janeiro de 1999. Denomina-se Malha Paulista o conjunto de linhas ferroviárias concedidas à Rumo Malha Paulista S.A., conforme mostra a Figura 1.

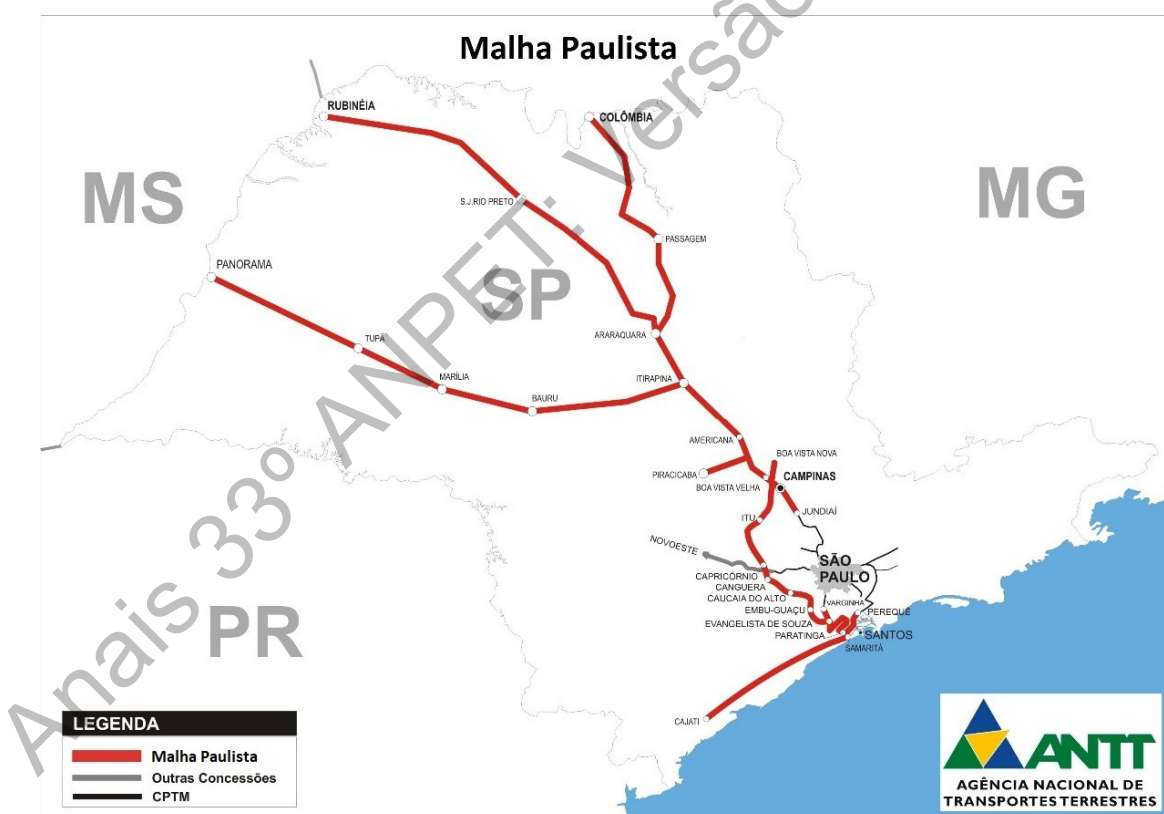


Figura 1: Malha Paulista (Fonte: ANTT)

De acordo com a ANTT (2018c), os seguintes trechos estão desativados atualmente, isto é, não possuem tráfego de trens: Bauru-Panorama, Pradópolis-Colômbia, Ramal de Piracicaba, Ramal de Cajati, Varginha-Evangelista de Souza, Paratinga-Samaritá e Boa Vista Nova-Cnaga. Assim, a produção concentra-se em sua quase totalidade na Linha Tronco, compreendida entre Rubineia/SP e Santos/SP.

Por seu turno, a Linha Tronco já apresentava saturação da capacidade teórica em 2017 (ANTT, 2018a). A ferrovia, que antes se prestava como a principal alternativa para a exportação do café paulista, tornou-se agora uma via utilizada precipuamente para o escoamento da produção agrícola do Centro-Oeste brasileiro, possibilitada pela conexão à Malha Norte em Rubineia/SP.

Nos últimos anos, encontra-se em análise nos órgãos competentes a possível prorrogação antecipada da concessão da Malha Paulista, que poderá ocorrer se houver, dentre outras condicionantes, a inclusão de investimentos, conforme estabelece a Lei nº 13.448/2017. Nesse contexto, os investimentos aumentariam a capacidade da Linha Tronco e, assim, permitiriam que a ferrovia captasse cargas rodoviárias.

3.2. Demanda captada pelos investimentos

Conforme exposto, a Linha Tronco da Malha Paulista atingiu saturação da capacidade teórica em 2017. Assim, seria possível admitir que a capacidade corresponde à produção daquele ano. Todavia, o cálculo da capacidade teórica utiliza a formulação de Colson, que possui coeficientes de difícil aferição. Por vezes, a concessionária consegue desenvolver um arranjo operacional mais eficiente que aquele previsto por Colson, de modo que a produção supera a capacidade teórica.

Assim, embora a ANTT (2018a) indique que ocorreu saturação da capacidade teórica da Linha Tronco em 2017, assume-se, de forma conservadora, que a capacidade real será saturada apenas em 2019.

Por outro lado, se forem feitos os investimentos propostos para renovação da concessão, os gargalos da Linha Tronco serão eliminados, permitindo o aumento da produção até 2024. Nesse ano, os lotes 09, 10 e 11 novamente serão saturados. Assim, considera-se que, a partir de 2025, a produção aumentará apenas nos fluxos que não perpassam tais lotes.

No cenário sem a realização de investimentos, há uma pequena parcela de demanda que não perpassa a Linha Tronco, portanto, com potencial de crescimento. Desse modo, considera-se que a produção a partir de 2019 nesse cenário terá taxas de crescimento iguais às aquelas verificadas no cenário com realização de investimentos a partir de 2025.

Em 2029, ocorrerá o término da concessão vigente. Assim, considera-se que ocorrerá uma nova licitação, ou o contrato será prorrogado com a obrigatoriedade de investimentos. Portanto, pode-se assumir que o crescimento da demanda a partir de 2029 apresentará a mesma taxa de crescimento verificada a partir de 2019 no cenário com investimentos.

Portanto, a demanda captada pela realização de investimentos na Malha Paulista é a demanda no cenário com investimentos subtraída da demanda no cenário sem investimentos. Os dados são apresentados na Tabela 1 e são ilustrados na Figura 2.

Tabela 1: Demanda captada pelos investimentos na Malha Paulista

Ano	Demanda sem investimentos (bilhões de TKU)	Demanda com investimentos (bilhões de TKU)	Demanda captada (bilhões de TKU)
2019	30,020	30,020	0,000
2020	30,229	32,514	2,285

2021	30,319	35,087	4,768
2022	30,408	39,148	8,741
2023	30,304	41,122	10,818
2024	30,383	43,206	12,823
2025	30,573	43,505	12,932
2026	30,605	43,632	13,026
2027	30,577	43,757	13,180
2028	30,607	43,608	13,000
2029	30,676	43,712	13,036
2030	33,235	43,973	10,738
2031	35,856	44,018	8,162
2032	39,972	43,970	3,998
2033	41,979	44,011	2,032
2034	44,108	44,108	0,000

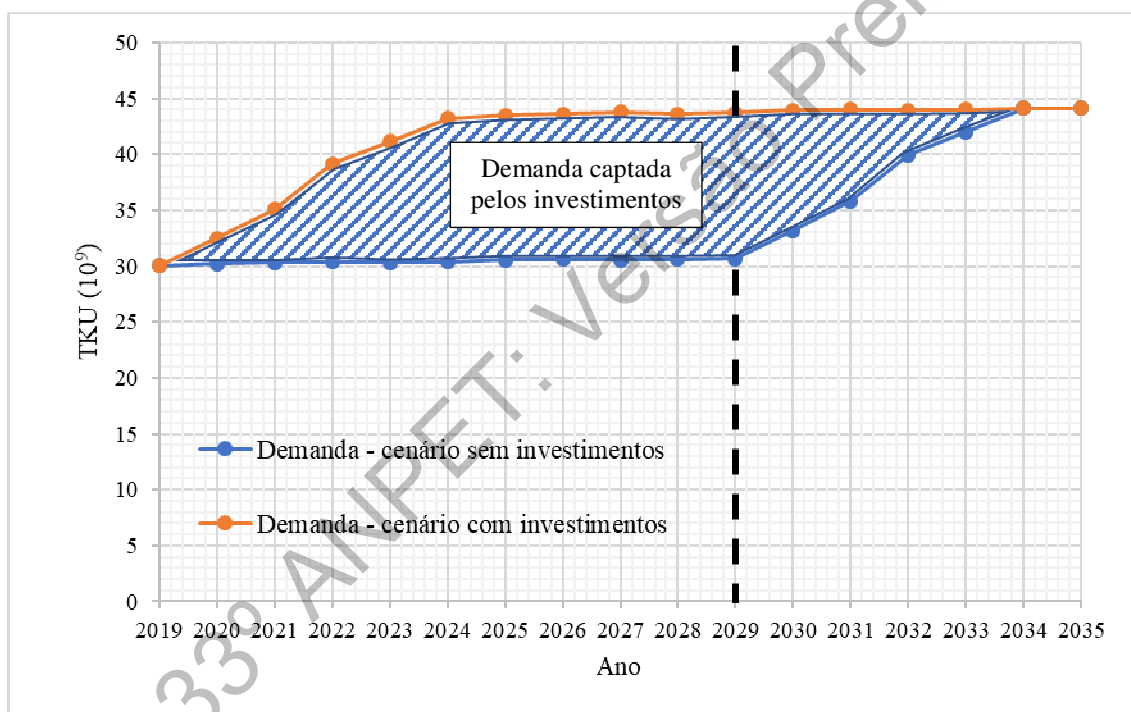


Figura 2: Demanda captada pelos investimentos na Malha Paulista

3.3. Cálculo dos benefícios diretos

3.3.1. Redução do custo de transporte

Como o custo do frete rodoviário varia em função da distância e da mercadoria, foram adotadas distâncias rodoviárias de referência para os principais fluxos de mercadorias da Malha Paulista. Em seguida, foram consultados os custos de fretes rodoviários disponíveis no SIFRECA. Por fim, os valores foram corrigidos à data base de dezembro de 2017.

No tocante aos fretes ferroviários, foram extraídas do SAFF/ANTT as tarifas médias praticadas em 2017 pela concessionária RMP e pela RMN, haja vista que todos os seus fluxos de transporte se destinam à Malha Paulista.

Multiplicando-se as tarifas pela demanda a ser captada pela ferrovia, obtêm-se os custos de

transporte por rodovia e por ferrovia. A diferença desses dois valores é o benefício de redução do custo de transporte, conforme mostra a **Tabela 2**.

Tabela 2: Redução do custo de transporte em virtude dos investimentos

Ano	Custo rodovia (R\$)	Custo ferrovia (R\$)	Custo rodovia menos custo ferrovia (R\$)	VPL WACC 11,04% (R\$)
2019	-	-	-	-
2020	353.013.429,60	204.649.092,54	148.364.337,05	120.329.084,95
2021	737.336.500,84	426.947.253,24	310.389.247,60	226.708.763,81
2022	1.383.250.035,60	779.826.845,26	603.423.190,33	396.921.098,13
2023	1.704.321.161,78	965.891.878,21	738.429.283,57	437.433.103,00
2024	2.021.522.394,10	1.144.723.829,08	876.798.565,02	467.760.033,25
2025	2.057.404.789,98	1.152.464.991,09	904.939.798,89	434.773.952,03
2026	2.072.534.307,67	1.160.882.009,53	911.652.298,14	394.451.494,83
2027	2.095.652.588,69	1.174.700.529,06	920.952.059,63	358.857.432,42
2028	2.057.497.089,85	1.159.641.328,33	897.855.761,52	315.073.619,99
2029	2.062.291.908,18	1.162.946.168,99	899.345.739,19	284.218.731,78
2030	1.691.704.200,30	958.716.818,91	732.987.381,39	208.613.812,89
2031	1.292.370.637,80	728.204.467,53	564.166.170,27	144.601.950,16
2032	617.107.816,82	358.125.405,43	258.982.411,39	59.780.277,50
2033	320.919.622,70	181.305.705,62	139.613.917,08	29.022.640,04
2034	-	-	-	-
Total	20.466.926.483,90	11.559.026.322,84	8.907.900.161,05	3.878.545.994,79

3.3.2. Redução de acidentes

A partir da demanda captada pela ferrovia em virtude dos investimentos, e com os dados de custo de acidente por unidade de produção propostos por Essen *et al.* (2011) e Korzhenevych *et al.* (2014), calculou-se o custo de acidentes nos modais rodoviário e ferroviário. Os valores foram convertidos para Real e atualizados na data base de dezembro de 2017. A diferença dos custos representa o benefício auferido, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Redução do custo de acidentes em virtude dos investimentos

Ano	Custo de acidentes rodovia (R\$)	Custo de acidentes ferrovia (R\$)	Custo rodovia menos custo ferrovia (R\$)	VPL WACC 11,04% (R\$)
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	103.394.749,69	2.027.348,03	101.367.401,66	82.212.794,05
2021	215.751.554,50	4.230.422,64	211.521.131,86	154.495.346,39
2022	395.490.040,82	7.754.706,68	387.735.334,13	255.045.442,53
2023	489.499.409,33	9.598.027,63	479.901.381,69	284.285.516,84
2024	580.230.829,48	11.377.075,09	568.853.754,39	303.475.691,78
2025	585.135.083,19	11.473.236,93	573.661.846,26	275.613.061,04
2026	589.414.780,91	11.557.152,57	577.857.628,35	250.026.030,50
2027	596.365.667,67	11.693.444,46	584.672.223,21	227.822.904,18
2028	588.228.992,18	11.533.901,81	576.695.090,38	202.372.605,43
2029	589.861.459,76	11.565.910,98	578.295.548,78	182.757.776,35
2030	485.877.509,11	9.527.009,98	476.350.499,13	135.572.994,05

2031	369.329.376,73	7.241.752,48	362.087.624,25	92.807.012,11
2032	180.913.976,33	3.547.332,87	177.366.643,46	40.941.109,12
2033	91.960.602,84	1.803.149,08	90.157.453,76	18.741.737,08
2034	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	-	-	-	2.506.170.021,44

3.3.3. Benefícios ambientais

De forma semelhante ao cálculo dos benefícios de acidentes, calcularam-se os benefícios ambientais, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Redução dos custos ambientais em virtude dos investimentos

Ano	Custo ambiental rodovia (R\$)	Custo ambiental ferrovia (R\$)	Custo rodovia menos custo ferrovia (R\$)	VPL WACC 11,04% (R\$)
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	140.900.688,31	83.121.269,36	57.779.418,95	46.861.292,61
2021	294.014.373,29	173.447.328,13	120.567.045,16	88.062.347,44
2022	538.952.114,45	317.942.973,99	221.009.140,46	145.375.902,24
2023	667.062.920,55	393.519.132,99	273.543.787,56	162.042.744,60
2024	790.706.718,61	466.460.078,60	324.246.640,00	172.981.144,32
2025	797.389.966,31	470.402.713,94	326.987.252,37	157.099.444,79
2026	803.222.103,40	473.843.255,24	329.378.848,16	142.514.837,38
2027	812.694.390,26	479.431.223,03	333.263.167,23	129.859.055,38
2028	801.606.175,62	472.889.974,11	328.716.201,51	115.352.385,09
2029	803.830.812,81	474.202.350,00	329.628.462,81	104.171.932,52
2030	662.127.193,79	390.607.409,28	271.519.784,50	77.276.606,61
2031	503.301.797,70	296.911.851,88	206.389.945,82	52.899.996,90
2032	246.539.634,41	145.440.647,64	101.098.986,77	23.336.432,20
2033	125.318.860,73	73.929.112,09	51.389.748,65	10.682.790,14
2034	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	-	-	-	1.428.516.912,22

3.3.4. Benefícios urbanos

Por fim, nos mesmos moldes do cálculo dos benefícios ambientais e de redução de acidentes, foram obtidos os benefícios urbanos, apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Redução dos custos urbanos em virtude dos investimentos

Ano	Custo urbano rodovia (R\$)	Custo urbano ferrovia (R\$)	Custo rodovia menos custo ferrovia (R\$)	VPL WACC 11,04% (R\$)
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	83.633.448,42	2.956.109,69	80.677.338,72	65.432.371,00
2021	174.516.080,92	6.168.449,20	168.347.631,72	122.961.358,27
2022	319.902.084,26	11.307.266,05	308.594.818,21	202.988.211,40
2023	395.943.930,63	13.995.042,81	381.948.887,82	226.260.104,94
2024	469.334.325,89	16.589.101,32	452.745.224,57	241.533.380,35
2025	473.301.255,07	16.729.316,49	456.571.938,58	219.357.780,89
2026	476.762.996,40	16.851.675,27	459.911.321,13	198.993.309,70
2027	482.385.396,29	17.050.404,74	465.334.991,55	181.322.055,30

2028	475.803.841,31	16.817.772,95	458.986.068,36	161.066.407,64
2029	477.124.303,84	16.864.446,05	460.259.857,79	145.455.154,08
2030	393.014.265,38	13.891.490,80	379.122.774,59	107.901.240,28
2031	298.741.371,97	10.559.319,05	288.182.052,92	73.864.207,13
2032	146.336.828,05	5.172.424,72	141.164.403,34	32.584.634,45
2033	74.384.650,64	2.629.201,48	71.755.449,16	14.916.368,05
2034	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	-	-	-	1.994.636.583,48

3.4. Cálculo dos benefícios indiretos

3.4.1. Arrecadação tributária

Para o cálculo da arrecadação de tributos sobre obras, serviços e supervisão, utilizaram-se como base de cálculo os quatro itens de investimento para aumento de capacidade do *Capex* da Malha Paulista calculado pela ANTT (2018b), quais sejam: (i) ampliação de capacidade; (iii) *sustaining*; e (iv) conflitos urbanos. O item (ii) frota não foi considerado, uma vez que a concessionária é habilitada no programa REPORTE, que lhe dá isenção tributária sobre material rodante. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Arrecadação tributária em virtude dos investimentos na Malha Paulista

Investimentos		Tributos		
Descrição	Base Tributável (R\$)	Competência	Alíquota (%)	Valor Presente (R\$)
Obras e Serviços	6.572.984.300,90	União	5,85	384.519.581,60
		Município	4,00	262.919.372,04
Supervisão de obra	243.049.510,11	União	9,45	22.968.178,71
		Município	4,00	9.721.980,40
Total	6.816.033.811,01	Total	-	680.129.112,75

3.4.2. Geração de empregos

Para o cálculo da geração de empregos, são aplicáveis dois setores da economia: (i) construção civil e (ii) peças e outros veículos. O primeiro se aplica aos seguintes itens do *Capex* (ANTT, 2018b): (a) ampliação de capacidade; (b) *sustaining* – superestrutura ferroviária; e (c) conflitos urbanos. Já o segundo é aplicável aos itens de material rodante, quais sejam: (a) frota; e (b) *sustaining* – material rodante. Isto posto, os quantitativos de empregos gerados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Empregos gerados em decorrência dos investimentos na Malha Paulista

Setor	Diretos	Indiretos	Efeito-Renda	Total
Construção civil	54.399	25.654	83.763	163.817
Peças e outros veículos	3.352	10.601	21.201	35.154
Total	57.752	36.255	104.964	198.971

3.5. Fluxo de caixa da avaliação socioeconômica

O fluxo de caixa da avaliação socioeconômica compara os custos e os benefícios do projeto. No presente estudo de caso, os custos são o *Capex* e o *Opex* decorrentes da realização de investimentos na Malha Paulista, extraídos do estudo da ANTT (2018b).

No que se refere ao *Capex*, o DNIT (2016) propõe fatores de conversão para transformar valores financeiros (preços de mercado) em valores econômicos (preços a custo de fatores). A aplicação desses fatores de conversão tem por objetivo eliminar dos valores financeiros de projetos ferroviários os impostos indiretos (IPI, ICMS, etc) e acrescentar, caso tenham sido concedidos, os subsídios governamentais, e com isso indicar os valores reais desses projetos para o a sociedade.

No que se refere ao *Opex*, deve-se considerar apenas a parcela relativa à demanda captada em decorrência dos investimentos e não o *Opex* total, que incluiria também os custos de operação da demanda transportada pela ferrovia mesmo sem os investimentos. Em outras palavras, o cálculo dos custos deve ser coerente com o cálculo dos benefícios – que foram calculados somente sobre a demanda captada pelos investimentos. Assim, para o cálculo do *Opex* aplicável à RBC, multiplicou-se a demanda captada pelos investimentos pelo custo do serviço de transporte adotado na Modelagem Econômico-Financeira (ANTT, 2018b).

No que se refere aos benefícios diretos, uma vez que foram calculados e trazidos a valor presente líquido (VPL) na data base de dezembro de 2017, é possível somá-los. Antes, porém, faz-se uma ressalva.

O cálculo dos benefícios ambientais, urbanos e da redução do número de acidentes foi feito a partir de dados da União Europeia. Para a transposição desses valores para o Brasil, optou-se por aplicar um fator de correção, qual seja: o PIB *per capita* em paridade de poder de compra (PPC). Os valores adotados foram \$13.262,80 para o Brasil e \$32.948,13 para a União Europeia, obtidos do Banco Mundial. Os valores corrigidos são mostrados na Tabela 8.

Tabela 8: Total dos benefícios diretos oriundos dos investimentos na Malha Paulista

Benefício	Total a VPL (R\$)	Total a VPL ponderado pelo PIB per capita PPC (R\$)
Redução do custo do frete	3.878.545.994,79	3.878.545.994,79
Redução do número de acidentes	2.506.170.021,44	1.008.823.003,33
Benefícios ambientais	1.428.516.912,22	575.029.111,90
Benefícios urbanos	1.994.636.583,48	802.912.512,51
Total	9.807.869.511,93	6.265.310.622,53

Feitas essas considerações, passa-se ao cálculo do fluxo de caixa da avaliação socioeconômica considerando os custos e benefícios auferidos, conforme mostra a Tabela 9.

Tabela 9: Fluxo de caixa da avaliação socioeconômica dos investimentos na Malha Paulista

Ano	CAPEX a custo de fatores (R\$)	OPEX (R\$)	Benefícios (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)	Fluxo de Caixa Descontado (R\$)
2019	- 507.189.568,25	0,00	0,00	- 507.189.568,25	- 456.762.939,71
2020	- 480.990.922,00	- 38.339.387,25	244.902.132,42	- 274.428.176,83	- 222.571.623,75
2021	- 611.502.788,26	- 80.001.957,76	511.832.546,03	- 179.672.199,99	- 131.232.839,62
2022	- 913.298.738,57	- 146.650.055,96	972.685.041,10	- 87.263.753,44	- 57.400.553,04
2023	- 523.184.969,84	- 181.509.288,13	1.195.465.970,16	490.771.712,19	290.724.918,02

2024	- 425.074.602,71	- 215.153.037,58	1.418.549.526,74	778.321.886,44	415.224.073,13
2025	- 291.880.001,96	- 216.971.563,98	1.451.269.773,01	942.418.207,06	452.780.272,08
2026	- 293.029.740,86	- 218.558.501,32	1.461.978.148,11	950.389.905,93	411.212.388,57
2027	- 293.039.293,61	- 221.135.931,41	1.477.767.826,02	963.592.601,00	375.472.711,18
2028	- 293.888.859,50	- 218.118.803,81	1.447.074.462,14	935.066.798,83	328.131.637,47
2029	- 13.756.580,58	- 218.724.132,48	1.450.088.645,06	1.217.607.931,99	384.798.600,97
2030	- 65.619.585,86	- 180.166.266,02	1.186.642.365,68	940.856.513,81	267.774.957,26
2031	- 23.840.880,24	- 136.949.526,35	909.002.285,26	748.211.878,66	191.774.875,01
2032	- 15.066.669,97	- 67.083.976,88	427.898.497,34	345.747.850,50	79.808.131,90
2033	- 16.091.530,34	- 34.099.537,69	225.475.857,70	175.284.789,66	36.437.824,11
2034	- 36.587.880,38	0,00	0,00	- 36.587.880,38	- 6.849.612,46
Total	- 4.804.042.612,94	- 2.173.461.966,63	14.380.633.076,75	7.403.128.497,18	2.359.322.821,13

3.6. Indicadores de viabilidade

3.6.1. Tempo de Recuperação dos Custos

O Tempo de Recuperação dos Custos ou *Payback* é obtido a partir do fluxo de caixa descontado acumulado, apresentado na Tabela 10.

Tabela 10: Fluxo de caixa descontado acumulado dos investimentos na Malha Paulista

Ano	Fluxo de Caixa Descontado Acumulado (R\$)
2019	- 456.762.939,71
2020	- 679.334.563,46
2021	- 810.567.403,08
2022	- 867.967.956,12
2023	- 577.243.038,10
2024	- 162.018.964,97
2025	290.761.307,11
2026	701.973.695,68
2027	1.077.446.406,86
2028	1.405.578.044,33
2029	1.790.376.645,31
2030	2.058.151.602,57
2031	2.249.926.477,58
2032	2.329.734.609,48
2033	2.366.172.433,60
2034	2.359.322.821,13

Assim, observa-se que os benefícios superam os custos no ano de 2025. Ou seja, do ponto de vista socioeconômico, o projeto se paga no sétimo ano.

3.6.2. Relação benefício-custo

Dividindo-se o valor presente líquido dos benefícios pelo valor presente dos custos, obtém-se a relação benefício/custo igual a 1,60.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto, para se fazer a avaliação socioeconômica de investimentos em ferrovias de carga, o estudo de custos externos da UIC complementa a metodologia do DNIT quanto ao

cálculo dos benefícios socioeconômicos. Pontuou-se, também, que os custos e benefícios são melhor ajustados pelo WACC regulatório proposto pela ANTT. Esse modelo proposto é aplicável tanto à construção de novas ferrovias, quando à realização de investimentos em vias férreas existentes, desde que seja possível determinar a demanda a ser captada pela ferrovia.

Como exemplo, o modelo proposto foi aplicado à Malha Paulista. Fez-se a avaliação socioeconômica dos investimentos a serem realizados pela concessionária em troca da renovação antecipada da concessão. Os resultados obtidos foram: (i) benefícios diretos de R\$ 6.265.310.622,53; (ii) geração de 198.971 empregos e (iii) arrecadação tributária de R\$ 680.129.112,75. Por fim, verificou-se o que o *payback* é de sete anos e a relação benefício-custo é 1,60, mostrando tratar-se de um projeto viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTT (2018a) *Caderno de Demanda – Concessionária Rumo Malha Paulista S.A. – Pós Audiência Pública nº 010/2016*. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Brasília, DF.
- ANTT (2018b) *Caderno Econômico-Financeiro – Concessionária Rumo Malha Paulista S.A. – Pós Audiência Pública nº 010/2016*. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Brasília, DF.
- ANTT (2018c) *Declaração de Rede 2018 Malha Paulista*. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Brasília, DF.
- Dalbem, M. C.; Brandão, L.; Macedo-Soares, T. D. L. A. (2010) Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. *Revista de Administração Pública*, v. 44, n.1, p. 87-117.
- DNIT (2016) *EB – Escopo Básico 01: Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA de Empreendimento Ferroviário*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Brasília, DF.
- Essen, H.; Schrotten, A.; Otten, M.; Sutter, D.; Schreyer, C.; Zandonella, R.; Maibach, M.; Doll, C. (2011) *External Costs of Transport in Europe - Update Study for 2008*. Report for the UIC. Delft, Netherlands.
- Korzhenevych, A.; Dehnen, N.; Bröcker, J.; Holtkamp, M.; Meier, H.; Gibson, G.; Varma, A.; Cox, V. (2014) *Update of the Handbook on External Costs of Transport*. Report for the European Commission. London, UK.
- Leal Jr, I. C. (2010) *Método de Escolha Modal para Transporte de Produtos Perigosos com Base em Medidas de Ecoeficiência*. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.
- Najberg, S. e Ikeda, M. (1999) Modelo de Geração de Emprego: Metodologia e Resultados. *Textos para discussão do BNDES*, nº 72. Rio de Janeiro, RJ.
- Najberg, S. e Pereira, R.O. (2004) Novas Estimativas do Modelo de Geração de Empregos do BNDES. *Sinopse Econômica*, nº 133. Rio de Janeiro, RJ.
- Stefani, C. R. B. (2007) *O Sistema Ferroviário Paulista: um estudo sobre a evolução do transporte de passageiros sobre trilhos*. Dissertação de mestrado apresentada à FFLCH/USP, São Paulo/SP.
- Villar, L. B.; Marchetti, D. S. (2007) Dimensionamento do Potencial de Investimentos do Setor Ferroviário. *BNDES Ferrovias*, p. 247-288. Brasília, DF.
- Zambello, M. H. (2015) *O declínio ferroviário paulista: despojo do trabalho social e abandono racional*. Tese de doutorado apresentada à UNICAMP. Campinas/SP.

Daniel Alfredo Alves Miguel (daniel.miguel@antt.gov.br)

Alexandre Porto Mendes de Souza (alexandre.porto@antt.gov.br)

Agência Nacional de Transportes Terrestres. Setor de Clubes Esportivo Sul - SCES, Projeto Orla, Polo 08, Trecho 03, Lote 10, Bloco "E", 1ª Andar, Brasília, DF, Brasil.