

FERROVIAS COMO FATOR DE RESILIÊNCIA PARA UMA INFRAESTRUTURA VERDE: INCENTIVOS PRIVADOS E BENEFÍCIOS SOCIAIS

CLAUDIO R. CONTADOR¹
SERGIO IACCARINO²

RESUMO:

O artigo discute duas questões relacionadas com os estímulos aos investimentos em ferrovias. A primeira apresenta a rentabilidade e o risco sob o ponto de vista privado das operações das ferrovias em comparação com outros tipos de transporte e os demais setores de atividade no Brasil, no período 2013-2018. As estimativas apontam que as operações das ferrovias têm retorno mais baixo, mas também risco menor do que os outros modos de transporte. A segunda questão se refere aos efeitos diferenciados dos vários modos de transporte sobre o meio ambiente e qualidade de vida, e lança ideias para uma análise social dos projetos, inserindo cálculos econômicos que quantificam as perdas evitadas com a substituição do modo de transporte rodoviário pelo modo de transporte ferroviário.

Este trabalho considera importante que sejam criadas linhas de pesquisa com propostas de reviravolta nos investimentos em infraestrutura, visando a projetos mais sustentáveis e no âmbito da filosofia de baixo carbono, tudo coerente com a atenção maior para o modo de transporte ferroviário, no âmbito da trilogia de eficiências energética-econômica-ambiental com maior adequação e resiliência à tão propalada, mas pouco utilizada sustentabilidade.

Palavras-chave: meio ambiente; análise custo-benefício; valoração da vida; infraestrutura de transporte.

ABSTRACT

The article discusses two issues related to incentives for investments in railways. The first presents the profitability and risk from the private point of view of railroad operations compared to other types of transport and other sectors of activity in Brazil, in the period 2013-2018. Estimates point out that railroad operations have a lower return, but also lower risk than other modes of transport. The second question refers to the different effects of the various modes of transport on the environment and quality of life, and launches ideas for a social analysis of the projects, inserting economic calculations that quantify the losses avoided with the substitution of the road transport mode for the of rail transport.

This work considers it important to create lines of research with proposals to turn around investments in infrastructure, aiming at more sustainable projects and within the scope of the low carbon philosophy, all consistent with greater attention to the mode of rail transport, within the scope of the trilogy of energy-economic-environmental efficiencies with greater adequacy and resilience to the much-heralded, but little-used sustainability.

Keywords: environment; cost-benefit analysis; valuation of life; transport infrastructure.

¹ Economista, Ph.D. em Economia, Universidade de Chicago. Coordenador do Grupo ACB – Análise Custo-benefício da SILCON Estudos Econômicos. Professor-pesquisador da Strong Business School. E-mail : diretoria@silcon.ecn.br

² Engenheiro, D.Sc. em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Especialista em Infraestrutura Sênior do Ministério da Economia, em exercício no Ministério da Infraestrutura. E-mail: sergio.iaccarino@infraestrutura.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Do Brasil Império até os anos 30 do Século XX, as ferrovias perderam a primazia do interesse para as rodovias (SUMMERHILL (2003); EL-KAREH (1982); GRANDI (2007); GRANDI (2013); LAMOUNIER (2012); MATOS (1974); e VILLELA et al (1973)). Discussão mais recente desta saga pode ser encontrada em CONTADOR (2021b). Por quase oitenta anos, as atenções políticas e os investimentos foram direcionados para as rodovias e seus veículos, até o renovado despertar do interesse pelas ferrovias nas duas últimas décadas. A exigência de transporte de cereais e minérios por distâncias cada vez maiores teve papel importante nesta mudança. Mas as incógnitas permanecem vivas sobre as causas da demora do interesse, considerando as claras vantagens das ferrovias sobre os outros modos de transporte, entre outros aspectos os relacionados à sustentabilidade e ambiente.

Este artigo adota o enfoque econômico para discutir os benefícios diferenciais das ferrovias tanto sob o ponto de vista do retorno privado - uma questão que merece ser mais examinada - como também sob o social, com os amplos efeitos positivos no meio ambiente, na qualidade de vida e saúde da sociedade. A seção 3 – O PROBLEMA compara os benefícios e custos sob o ponto de vista privado e social de formas alternativas de transporte. Na ótica social - ou seja, os efeitos das formas alternativas de transporte na sociedade como um todo - a mesma seção trata de alguns impactos ambientais dos vários modos de transporte e mostra como os custos e benefícios privados podem ser convertidos em valores sociais para a análise de interesse de toda a sociedade, apresentando estimativas de parâmetros sociais. Com esta abordagem, cálculos preliminares apontam que os custos sociais do transporte ferroviário são menores dos que os modos alternativos.

A seção 4 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA discute itens importantes dos efeitos na saúde, na qualidade de vida e na capacidade produtiva dos segmentos sociais diretamente afetados pelas ferrovias. A seção 5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS examina o diferencial de retorno e risco dos projetos de ferrovias em comparação com os de outros setores de atividade no Brasil. Neste

enfoque privado a atratividade das atividades sob o ponto de vista das empresas, as informações contábeis disponíveis para amostras de empresas no período 2013-2018 apontam para a evidência de que as operações com ferrovias apresentam sob o ponto de vista privado, um retorno médio mais baixo do que os outros modos de transporte, mas um risco menor. A seção 6 - CONCLUSÕES finaliza o artigo e ressalta a importância da incorporação de critérios sociais na avaliação dos projetos de transporte, em especial os efeitos ambientais, e sugere pontos principais para novas pesquisas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Benefícios Diferenciados das Ferrovias

O modo de transporte ferroviário oferece inúmeros benefícios se comparado ao modo de transporte rodoviário, sendo os principais: (1) menor custo do frete da carga e da passagem no caso de passageiros, (2) número menor de acidentes, o que significa menos perdas de cargas e de vidas humanas, dado que no transporte de passageiros, o risco de morte em ferrovias por acidentes é em média sete vezes menor do que no transporte por rodovias (3) menos poluição e agressão ao meio ambiente, porque o modo de transporte ferroviário no Brasil é responsável por 1% das emissões de CO₂, contra 88% do modo rodoviário, 7% do modo aeroviário e 4% do modo aquaviário (4) mais segurança contra roubos, desvios de cargas, e assassinato de condutores, (5) escoamento mais rápido e em maior volume das cargas, evidenciado pela capacidade de um vagão graneleiro médio que comporta 90 a 100 toneladas contra apenas 36 toneladas de um caminhão, além do que uma composição simples tem acima de 100 vagões. Na ferrovia explorada pela VALE para o transporte de minério de Carajás no Pará até o Maranhão, as composições oscilam na faixa de 230 vagões (6) considerando o risco da atividade, a taxa de retorno das ferrovias sob o ponto de vista privado supera a de outros modos de transporte, e (7) menor ocupação da área de infraestrutura, sendo que na média a área necessária à infraestrutura ferroviária é duas a três vezes menor do que a exigida pelos outros modos de transporte.

CARACTERÍSTICAS	MODOS DE TRANSPORTE			
	FERROVIÁRIO	RODOVIÁRIO	AÉREO	AQUAVIÁRIO
1 - EFEITOS NO MEIO AMBIENTE				
DANOS A FLORESTAS, VEGETAÇÃO	Grande	Grande	Pequeno	Não
DANOS À BIOSFERA, EMISSÃO DE POLUENTES	Médio	Grande	Grande	Pequeno
PERDA DE VALORES CULTURAIS	Grande	Grande	Não	Não
TERRAPLANAGEM, NIVELAMENTO	Grande	Pequeno	Não	Não
GERAÇÃO DE RUÍDO	Médio	Grande	Médio	Não
PERDA DE VIDAS E INVALIDEZ EM ACIDENTES^a	Grande	Pequeno	Pequeno	Pequeno
DESLOCAMENTO DE POPULAÇÃO	Médio	Médio	Pequeno	Não
2 - ASPECTOS TÉCNICOS				
PRAZO DE IMPLANTAÇÃO	Longo	Médio	Longo	Indefinido
FLEXIBILIDADE, CAPILARIDADE	Não	Sim	Não	Não
HORIZONTE DE AVALIAÇÃO DOS PROJETOS	Longo	Médio	Longo	Médio
CUSTOS FIXOS	Elevados	Baixos	Elevados	Médio
CUSTOS VARIÁVEIS (OPERACIONAIS)	Baixos	Elevados	Elevados	Baixos
TECNOLOGIA EXIGIDA NA OPERAÇÃO	Média	Baixa	Elevada	Média
QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL NA OPERAÇÃO	Média	Baixa	Elevada	Média
AÉREA USADA NA LOGÍSTICA, INFRAESTRUTURA	Média	Média	Elevada	Baixa
VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO	Média	Alta	Elevada	Baixa
TEMPO PARA DESLOCAMENTO, POR KM.	Baixo	Médio	Alto	Baixo
CARGA TRANSPORTADA POR VIAGEM	Elevado	Baixa	Baixa	Elevado
CUSTO DIRETO PARA O USUÁRIO, POR KM	Baixo	Médio	Alto	Baixo
EFICIÊNCIA ECONÔMICA, R\$ POR TKU^b	Elevada	Baixa	Péssima	Média
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, CUSTO/KM^c	Alta	Baixa	Baixa	Muito alta
MAIOR EFICIÊNCIA TÉCNICA, KM PERCORRIDO	+ de 300	0-300	+ de mil	+ de 800

Tabela 1: Características de projetos de transporte relevantes para avaliação social

Fonte: Elaborada pelos autores. a Cálculo pelo VEV – Valor estatístico da vida. b A preços de 2018, R\$ 1.762,00 para o transporte aéreo, R\$ 213,00 para o rodoviário, R\$ 70,00 para o aquaviário, R\$ 54,00 para o dutoviário, e R\$ 36,00 para o ferroviário. c Considerando a emissão de hidróxido de carbono, monóxido de carbono e óxido nítrico.

A Tabela 1 é autoexplicativa e divide os itens em (a) os mais relevantes para a avaliação dos projetos sob o ponto de vista da sociedade como um todo e (b) em características técnicas. No aspecto técnico, a diferenciação entre os modos de transporte alerta que a viabilidade dos projetos deve ser mensurada pelo valor presente líquido ou pela taxa interna de retorno, e a aplicação do popular pay-back prejudica os projetos com perfil de longo prazo como os do transporte ferroviário. Em condições de orçamento restrito, como - eventualmente - no caso de recursos públicos, o pay-back acaba sendo adotado, e esta pode ser uma explicação para o desvio do interesse para as rodovias com pay-back mais atraente, embora provavelmente com menor valor presente por capital investido, conforme SJAASTAD (1976) e CONTADOR (2020). Todos os itens da tabela - características técnicas e aspectos relevantes para a avaliação social - podem ser quantificados, o que permite diferenciar os benefícios líquidos para o setor privado e os que afetam toda a sociedade - os chamados benefícios sociais. Tais características reforçam o caráter de resiliência do transporte ferroviário, se cotejados com os outros modos de transporte sem tais atributos.

Quanto ao marco regulatório, as exigências de licenças e contrapartidas ambientais são diferentes entre os modos de transporte, evidenciando critérios mais severos sobre as ferrovias do que sobre as rodovias. Por decisão equivocada, a regra de contrapartida ambiental é simplesmente baseada no valor do empreendimento, situação que penaliza de forma acentuada o modo de transporte ferroviário, negligenciando as externalidades e os benefícios sociais. Outra incoerência é o prazo de concessões ser de 30 anos, considerado reduzido para a recuperação dos investimentos para prazos mais longos, tendo como exemplo, o Decreto Lei 641 de 1852 estabeleceu a concessão de 90 anos, garantia de retorno de 8 % sobre o capital, área de salvaguarda de 33 quilômetros, direito de fazer desapropriações, explorar terras devolutas e isenção de impostos de importação de material ferroviário. Com estes estímulos, houve um boom dos investimentos em ferrovias.

Como consequência, a atenção diferenciada às ferrovias e rodovias se refletiu nos estímulos aos dois setores, o que redundou num sistema de avaliação dos projetos viciado por interesses

políticos, por legislação enviesada e pela adoção de fundamentos técnicos inadequados. Critérios financeiros privados acabaram prevalecendo na avaliação de investimentos com efeitos econômicos mais amplos, que exigem metodologia específica, recomendada pelas agências internacionais de fomento e resgatada pelo Ministério da Economia em 2019.

3. O PROBLEMA

3.1 Critérios Sociais Versus Critérios Privados

Por regra, os investimentos públicos e a intervenção no ambiente econômico devem ser pautados na busca da melhoria das condições sociais, com critérios fundamentados na Teoria do Bem Estar. Os investimentos privados, por sua vez, são induzidos pelo binômio retorno-risco financeiro, com avaliação por metodologia distinta, e os mercados produzem os estímulos para alocação de recursos, mesmo nas economias com capitalismo incipiente. Assim, a expansão das ferrovias no século XIX foi a resposta natural do mecanismo de mercado, ainda que viciados pelas benesses do Império. Com o mesmo argumento, o declínio das ferrovias e a expansão das rodovias no Século XX resultaram de estímulos e penalidades diferenciadas.

Entretanto, por mais poderosos que sejam os estímulos, as decisões privadas são distorcidas devido às falhas dos mercados. Daí a necessidade de que critérios de avaliação social sejam incorporados nas decisões. Desde 2008, o Ministério do Planejamento passou a exigir para os projetos de grande vulto que envolvem algum tipo de intervenção do setor público (empréstimos, licenças, parcerias etc.) uma análise mais completa da viabilidade, incluindo os aspectos da chamada ótica social (EVTEA (2009)). Nos anos seguintes, mais exigências foram implantadas, nem sempre atendidas e, menos ainda, auditadas. O lançamento do PAC - Programa de Aceleração do Crescimento decorreu dessa alternativa decisória por um keynesianismo equivocado e a Análise Custo-Benefício (ACB) foi abandonada com a justificativa de que burocratizava o processo e provocava atrasos. A aprovação dos projetos passou a ser política, de acomodação de interesses particulares, sem que ocorresse uma avaliação

técnica responsável. Tal forma de atuação ocasionou desperdício de recursos financeiros e de fatores de produção, perdas sociais, fraudes e desvios.

Em 2019, o tema foi resgatado pelo governo federal, com a SDI/SEPEC do Ministério da Economia, responsável por implantar a ACB nos projetos de infraestrutura, principalmente, segundo SDI/SEPEC/ME (2019, 2019a). Como evidência do interesse renovado do governo federal, o Decreto nº 9.745 de 2019 aprovou a estrutura regimental do Ministério da Economia e delegou à SDI – Secretaria de Desenvolvimento de Infraestrutura o papel de “...coordenar a elaboração e monitorar a aplicação de metodologia de priorização de projetos de infraestrutura, para maximização da produtividade e competitividade do país.” A SDI está subordinada a SEPEC - Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade, Ministério da Economia. Para a melhoria da infraestrutura da logística e dos transportes, foi lançado o Manual de Custo-Benefício para projetos de Infraestrutura de Transportes da EPL - Empresa de Planejamento e Logística, (vinculada ao Ministério da Infraestrutura). Em agosto de 2019, a SDI em parceria com o IPEA apresentou um trabalho provocativo sobre a estimativa da taxa social de desconto, submetido à consulta pública para críticas e sugestões. Foi um passo importante para o envolvimento da academia, técnicos e instituições interessadas, que agora se estende na atualização dos parâmetros e preços sociais. Em maio de 2020, a SDI divulgou novo texto com as contribuições da consulta pública, com a recomendação da taxa de desconto de 8,5 % nos projetos de grande porte, para os investimentos acima de R\$ 50 milhões. Esta taxa real média de desconto é elevada nas condições atuais da economia brasileira, segundo CONTADOR (2020 b).

A avaliação dos projetos de transporte sob a ótica da economia como um todo exige uma metodologia específica (denominada ACB – análise custo-benefício). E nesta ótica, existem questões pouco exploradas no setor de ferrovias, e quando abordadas, são de forma incompleta e inadequada. Em resumo, a ACB – Análise custo-benefício incorpora todos os custos e benefícios do projeto ao longo da sua vida no processo de decisão, incorporando as externalidades e outros itens não considerados nas decisões do

setor privado. A metodologia permite avaliar qualquer projeto sobre o ponto de vista de seus benefícios líquidos para a economia como um todo, complementando a análise normalmente utilizada pelo setor privado, interessada apenas na rentabilidade para o investidor. Desta forma, os projetos são avaliados considerando não a rentabilidade financeira privada, mas a sua contribuição para a sociedade.

As falhas dos mercados geram divergências entre os preços observados e os chamados preços sociais. Isto significa que a conclusão obtida com a avaliação de projetos pelos empresários e o setor privado não coincide necessariamente com aquelas obtidas por uma avaliação que considere os interesses da sociedade como um todo. Por exemplo, uma fábrica de cimento, que polui os rios e a atmosfera, prejudica a saúde e o bem-estar dos indivíduos e a produção de outras atividades, pode ser um excelente projeto do ponto de vista do empresário. No entanto, o projeto pode ter atratividade e aceitação discutíveis sob o ponto de vista da sociedade como um todo, devido aos danos que causa em outras empresas, ao meio ambiente e na saúde dos cidadãos. A avaliação social serve exatamente para examinar os efeitos diretos e indiretos – chamados de externalidades - causados por um projeto. Permite, assim, identificar quando a economia como um todo está sendo prejudicada ou favorecida e em quanto.

Associando a atratividade do projeto para o empreendedor como sendo o ponto de vista privado, e para a sociedade, como sendo o ponto de vista social, podemos resumir as alternativas possíveis através do Quadro 1, onde os sinais positivos e negativos correspondem a, respectivamente, projetos viáveis e inviáveis na ótica correspondente. Os projetos nas condições da célula I são viáveis, tanto sob o ponto de vista privado como social (sinal positivo na coluna e na linha), e num sistema competitivo e de liberdade econômica, os empresários privados têm interesse em desenvolver projetos deste tipo, e não há necessidade de intervenção governamental, salvo a regulamentação do direito de propriedade, contratos, etc.

Os projetos do tipo II são atraentes para os empresários (sinal positivo na coluna), mas prejudiciais para a sociedade como um todo (sinal negativo na linha), ou seja, são socialmente nocivos.

É o caso da indústria que causa poluição excessiva, embora a poluição não esteja necessariamente associada a projetos socialmente indesejáveis. No caso de projetos tipo II há dois cursos possíveis de ação: (a) aceitar a perda social como um preço a ser pago pela liberdade econômica, pelo estímulo ao espírito empresarial e pela divergência entre preços sociais e de mercado imposta ao investidor; ou (b) desestimular a sua implantação através da política tributária, creditícia, ou do reforço nas normas reguladoras da poluição. Observe-se que a avaliação social pode demonstrar que são viáveis mesmo os projetos que provocam poluição e danos ambientais, desde que os benefícios sociais superem os custos.

		PONTO DE VISTA SOCIAL	
		+	-
PONTO DE VISTA PRIVADO	+	I	II
	-	III	IV

Quadro 1: Classificação da viabilidade de projetos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os projetos tipo III são desinteressantes do ponto de vista do empresário, mas positivos na perspectiva da economia como um todo. A busca da maior eficiência e de ganhos sociais aconselha algum apoio para tais projetos. Neste ponto surge a necessidade de um esforço por parte das empresas da cadeia do setor de transporte ferroviário para identificar e quantificar os benefícios sociais dos seus projetos. Podemos considerar três questões. A primeira diz respeito à metodologia para quantificação dos benefícios/receitas e dos custos privados/sociais diretos. A metodologia para a avaliação privada ou financeira do projeto não gera maiores dificuldades e segue o conceito de caixa: na fase da implantação, os custos correspondem aos gastos totais, incluindo impostos, etc., ou seja, tudo aquilo que o investidor privado dispendeu. Na fase da operação, e as receitas são líquidas de impostos e os custos, brutos de impostos. E na última célula do quadro, os projetos tipo IV são péssimos sob o ponto de vista privado e também reprovados pela análise social, e sem qualquer interferência não serão realizados.

Na ótica social, a avaliação é baseada em três postulados : (1) os benefícios diretos com

o aumento do consumo de produtos ou com o emprego de fatores de produção podem ser mensurados pela curva de demanda do produto; (2) o custo de oportunidade dos fatores de produção envolvidos no projeto pode ser medido através da curva de oferta, com os fatores avaliados aos preços sociais, excluídas as transferências e tributos, e incluídas as externalidades; e (3) terceiro, os benefícios e custos incorridos por consumidores, produtores e terceiros afetados podem ser adicionados, segundo o princípio Hicks-Kaldor-Scitowsky de compensação potencial. O terceiro postulado pode ser modificado com pesos distributivos diferentes para classes sociais e regiões afetadas pelos projetos.

Com estes postulados, os benefícios e custos sociais, incluindo as externalidades, podem ser estimados. O benefício social direto é medido pelo preço/tarifa bruto de impostos, ou seja, representa quanto o consumidor valoriza o produto. Os custos sociais diretos são medidos com os fatores valorados aos preços convertidos em custos de oportunidade, líquidos de impostos. No exame dos demonstrativos de resultados de operadoras de transporte ferroviário, a composição dos custos é – em geral - de 12-18 % com impostos diretos; 35-40 % em mão de obra; e 30-40 % em insumos nacionais e importados. Considerando a estrutura de impostos sobre os fatores de produção, os custos marginais sociais são menores do que os custos incorridos pelas operadoras, e claramente existe um benefício líquido social. Não é uma informação completa para quantificar a taxa de retorno social e privada, pois a metodologia teria que ser aplicada também na fase de implantação do projeto.

3.2 Os Parâmetros Sociais

A segunda questão é converter os valores do projeto, que representam a ótica privada, em valores sociais. Como os mercados são distorcidos, os preços de oportunidade efetivamente assumidos pela sociedade são diferentes dos preços observados. Quanto mais imperfeito e distorcido o mercado, maior a divergência entre os preços sociais e os do mercado. Os preços de mercado são observados ou percebidos no nosso cotidiano, quer se tratem de bens, serviços, moedas ou insumos. Devido à informação im-perfeita,

taxação diferenciada, concentração de mercados (monopólios, cartéis etc.), restrições contratuais, sindicatos, custos de transporte, discriminação de consumidores etc., é possível encontrar preços diferentes para o mesmo fator ou produto, em um mesmo momento de tempo. Mas a informação existe e é disponível. Os preços sociais, por sua vez, não são observáveis (a menos que estivessemos operando sob condições teóricas de concorrência perfeita etc. e neste caso os resultados da ótica

social seriam iguais aos da ótica privada!). Ao contrário dos preços de mercado, que representam os benefícios e custos de oportunidade para as empresas, famílias etc., os preços sociais refletem os custos de oportunidade dos fatores ou o valor atribuído pelos consumidores aos produtos demandados. A Tabela 2 resume o consenso dos números dos parâmetros sociais do Brasil nas condições atuais.

Item, efeitos diretos	Pesos para correção do valor privado
1 - FATOR TRABALHO, INCIDÊNCIA SOBRE A FOLHA DE PAGAMENTO, INCLUSIVE BENEFÍCIOS SOCIAIS	
1.1 - NÃO QUALIFICADA	0,6-0,7
1.2 - SEMIQUALIFICADA E TÉCNICO MÉDIO	0,8-0,9
1.3 - QUALIFICADA, RESIDENTE	1,0
1.4 - QUALIFICADA NÃO RESIDENTE OU SERVIÇOS CONTRATADOS NO EXTERIOR	Correção pela taxa social de câmbio (1,10-1,15)
2 – VALORES EXPORTADOS OU IMPORTADOS	Correção pela taxa social de câmbio (1,10-1,15)
3 – EQUIPAMENTOS E INSUMOS NACIONAIS	Valor líquido de impostos
4 – EQUIPAMENTOS E INSUMOS IMPORTADOS	Correção pela taxa social de câmbio (1,10-1,15)
5 – IMPOSTOS E SUBSÍDIOS	Valor nulo sobre o ponto de vista social
6 – SEGUROS CONTRATADOS NO MERCADO INTERNO	Valor nulo sobre o ponto de vista social
7 – SEGUROS CONTRATADOS NO EXTERIOR	Correção pela taxa social de câmbio (1,10-1,15)

Tabela 2: Parâmetros sociais e correção dos valores de projetos de transportes

Fonte: Contador (2021).

Nos cálculos com informações contábeis de 2017-19, baseados nos demonstrativos contábeis dos resultados de algumas operadoras de ferrovias, os percentuais citados correspondem aos valores médios dos intervalos., o custo total privado é formado por 37 % com mão de obra; 35 % em insumos (nacionais e importados); 15 % de impostos diretos; e 13 % de outros itens, inclusive outros impostos, depreciação etc. Corrigindo por parâmetros sociais médios de 0,9 para mão de obra; insumos, com peso 1; os outros itens por 0,5 (eliminando depreciação e parte dos demais impostos); e excluindo os impostos diretos, a distorção social atinge 20-25 % dos custos totais de 2018-2019. Estes cálculos precisam de análise mais acurada, principalmente para que sejam consideradas as mudanças na tributação. Mas servem como indicação preliminar de que, pelo

menos no componente de tributos na fase de operação, os custos diretos sociais foram menores dos que os custos privados. E mesmo com tributos zerados, persiste uma cunha devido à conversão dos preços, além das externalidades positivas, não consideradas nos cálculos acima. A estabilidade da estrutura tributária é fundamental em qualquer setor de atividade. As incertezas sobre a renovação da isenção da importação de máquinas e equipamentos retardam os investimentos e inserem um risco privado desnecessário.

A Tabela 2 não diz o que fazer no caso das externalidades - vale dizer, os efeitos do projeto sobre o meio ambiente, outras atividades e grupos sociais - e o tema exige uma discussão específica, devido a sua importância nos projetos de grande vulto, que impactam o meio ambiente e afetam a qualidade de vida e a saúde nas áreas

e na população afetada. Os efeitos indiretos do transporte ferroviário geram diferenças não negligenciáveis entre as óticas privada e social, na forma de estímulos indiretos causados pelo investimento na ferrovia em outros setores de atividade, na geração de emprego, na redução de poluição e de acidentes com a substituição do tráfego por rodovias etc. Mas a quantificação dos efeitos externos deve considerar também as externalidades negativas sobre o meio ambiente. É um tema que não tem fórmula pronta e necessita uma análise específica sobre cada projeto.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA

4.1 O Diferencial de Impactos Ambientais das Ferrovias

Sob o ponto de vista da sociedade como um todo, o transporte ferroviário tem menores impactos no meio ambiente que outros modos de transporte - na emissão de CO₂, geração de ruído, trepidação do solo, etc. - e na qualidade de vida e saúde da população afetada. Para que os efeitos ambientais dos projetos de investimento em transportes sejam incluídos na avaliação do projeto, é preciso que o meio ambiente seja considerado como um fator econômico, sujeito à escassez e com custo alternativo não nulo. Mas faltam maior aceitação e melhor compreensão dos instrumentos metodológicos, problema agravado pela carência das informações apropriadas, pela definição imperfeita dos níveis toleráveis de poluição e seu controle e pela confusão sobre os direitos de propriedade.

Os impactos ao meio ambiente já fazem parte dos critérios de avaliação - ainda que nem sempre com estimativas mais amplas e de consenso - e este artigo não pretende expandir o tema, mas aponta como alentadas as referências no Brasil. Um artigo recente bem representativo é BOCANEGRA (2020). Sobre a metodologia, ver CONTADOR (2021), MOTTA (1997), MOTTA (1989), OECD (2017).

A forma de utilização de um recurso ambiental num determinado projeto pode excluir outra forma de uso. Ao implantar uma ferrovia ou rodovia num trajeto, fica excluída a possibilidade de usar a área do traçado e sua vizinhança imediata para produção agrícola e de preservação de uma floresta. A isto se

chama conflito de uso e serve para estimar o custo de oportunidade. À primeira vista é um paradoxo, pois os recursos ambientais são imaginados (erroneamente) como bens públicos e por este conceito, o seu uso por uma pessoa não impede que outras pessoas também usufruam o bem. Isto pode ser aceito para o ar que respiramos ou a água, quando abundante. Mas não é o que acontece com florestas e o solo, em que uma forma de uso do solo pode impedir outros usos.

4.2- Efeitos na Saúde, Qualidade de Vida e Capacidade Produtiva

Os investimentos em projetos de transporte - qualquer que seja a modalidade - geram impactos ambientais negativos. E o item mais sensível e importante é a da vida humana, afetada de quatro formas: no encurtamento da vida produtiva das pessoas afetadas por acidentes ou doenças; na capacidade produtiva e de geração de renda; nos custos de remédios e de tratamentos médicos; e na satisfação de viver. A emissão de resíduos poluentes dos veículos causa doenças respiratórias, câncer e lesões, com efeitos temporários ou permanentes na capacidade produtiva dos indivíduos e nos gastos com saúde e prevenção de moléstias, com custo social não desprezível. A grande questão, na verdade a mais séria, em toda a avaliação social de projetos é como quantificar o valor das perdas de saúde e de vidas humanas, causadas (um custo social) ou evitadas (um benefício social) pelos projetos.

O valor da vida - conhecido como VEV - Valor estatístico da vida - pode ser estimado pela expectativa do valor presente do fluxo de renda bruta, inclusive benefícios, de uma pessoa (com determinado perfil) auferida com atividade produtiva até seu falecimento, sendo considerada a hipótese de que a remuneração bruta, inclusive adicionais, representa o valor da produtividade marginal da pessoa. Ver SCHELLING (1968) Acidentes geram morte prematura ou invalidez e eliminam uma parte do fluxo de produção futura e diminuem o valor presente. A diferença entre o valor presente da pessoa acidentada e a da não acidentada, para um determinado perfil, corresponde ao custo da produção perdida com a morte prematura. O transporte ferroviário diminui o número de acidentados que seriam transportados nas rodovias, e este é uma medida de benefício social das ferrovias.

Portanto, as ações de políticas públicas e de montagem de projetos que evitam a morte prematura e a incapacitação geram benefícios quantificáveis. Da mesma forma e no caso oposto, um projeto que pode causar perdas de vidas tem um componente de custo social. Em princípio, o cálculo do VEV deve ser específico para o perfil dos indivíduos afetados ex-ante pelo projeto, o que pode ser complexo, mas na prática se supõe que os indivíduos afetados têm perfil pré-estabelecido, segundo sua distribuição de idade, renda e sexo, extraída das de estatísticas.

Os primórdios da quantificação do valor estatístico da vida contaram com as pesquisas de CARVALHO, CERQUEIRA, RODRIGUES e LOBÃO (2007) sobre os custos das mortes por causas externas no Brasil. Os cálculos foram revistos e abertos a nível regional por CARVALHO (2015) num estudo sobre as perdas econômicas com acidentes de trânsito no Brasil, com a ótica do capital humano. As estimativas de Carvalho foram revistas em CONTADOR (2016), CONTADOR (2018), CONTADOR (2020), e atualizadas neste artigo, para 2021, utilizando o deflator implícito do PIB. Os números estão resumidos na Tabela 3 com abertura por região. As estimativas dizem que o VEV médio de um indivíduo produtivo tem um valor presente de R\$ 640 mil, na média do Brasil, com mínimo no Nordeste de R\$ 323 mil e máximo, em São Paulo de R\$ 953 mil. Deslocar o trânsito de cargas e de passageiros das rodovias para as ferrovias diminui o número de acidentes, reduzindo a perda de vidas e de capital humano. Portanto as perdas evitadas de vidas e de invalidez devem ser computadas como benefício da ferrovia, restando estimar o número de acidentes evitados, pessoas envolvidas no acidente evitado, etc.

REGIÃO	VEV (R\$ MIL DE 2020)
BRASIL	639,6
NORTE	395,6
NORDESTE	323,4
SUDESTE	837,4
- SÃO PAULO	952,6
- RIO DE JANEIRO	886,3
SUL	733,2
CENTRO-OESTE	778,9

Tabela 3: Valor estatístico da vida, perfil médio de região/estado

Fonte: Estimada pelos autores com base em Contador (2021).

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 O Diferencial de Retorno e Risco dos Projetos De Ferrovias

Toda atividade está sujeita ao risco, algumas mais do que outras. O diferencial de risco deve se refletir em retornos também diferentes, ou seja, atividades e investimentos com maior risco devem apresentar retorno esperado mais elevado – incorporando um prêmio - para atrair interesse e recursos. Portanto, não tem sentido qualificar como igualmente preferíveis projetos com taxas de retorno iguais, mas com risco diferente. Segundo SDI/ SEPEC o prêmio para risco é uma exigência *ex-ante* do mercado, com muitas evidências empíricas, e é um dos elementos fundamentais para a avaliação dos projetos de investimento.

A dúvida é se no Brasil os investimentos em ferrovias têm rentabilidade privada e risco similar aos das rodovias e de outros modos de transporte.

A análise pioneira com uma amostra de 2.174 empresas de 35 setores de informações contábeis para o período 2013-2018 pode ajudar a responder esta dúvida, e abrir um debate mais amplo sobre o tema. Em CONTADOR (2021) a amostra é pequena com apenas seis anos, abrangendo o período 2013-2018. Infelizmente não existem dados públicos que permitam acompanhar a evolução ao longo do tempo da rentabilidade privada dos investimentos nas ferrovias, e rodovias (e outras formas de transporte), e associar com os investimentos. Os estímulos diferenciados podem explicar as fases históricas de apogeu e declínio das ferrovias. Se a causalidade retornos diferenciados e investimentos for comprovada, a responsabilidade pelo declínio recai sobre o marco regulatório enviesado pró-rodovias, com contrapartidas desiguais. A taxa de retorno foi estimada pela relação entre o resultado operacional (antes de receitas/despesas financeiras, depreciação e amortização, e imposto de renda sobre lucro) e o ativo operacional (após ajustes para eliminar depreciação, fluxos entre empresas coligadas, etc.). O risco foi medido pelo desvio-padrão do retorno no período 2013-2018. As 102 empresas do grupo de Transporte e logística foram classificadas nos subgrupos de Ferrovias (11 empresas), Rodovias (concessionárias e outras, com 39 empresas), Transporte marítimo

e de cabotagem (14 empresas), e outras (38, de classificação mista ou indefinida).

Numa síntese dos resultados, a Figura 1 reproduz a relação entre retorno e risco dos 35 setores, onde a combinação retorno-risco das Ferrovias está assinalada por **F**, a das rodovias por **R**, e das operações marítimas, por **M**. As estimativas de retorno e risco da tabela refletem os critérios da ótica privada e os resultados do estoque de projetos implantados no passado com

relação ao desempenho das empresas do setor. Novos projetos devem apresentar rentabilidade privada mais elevada do que as médias dos estoques de capital em operação. O retorno esperado de um novo projeto – com melhor tecnologia, logística, gestão etc. – deve superar a taxa média dos retornos passados, exceto nos casos de deseconomias de escala, restrição na oferta de fatores, etc.

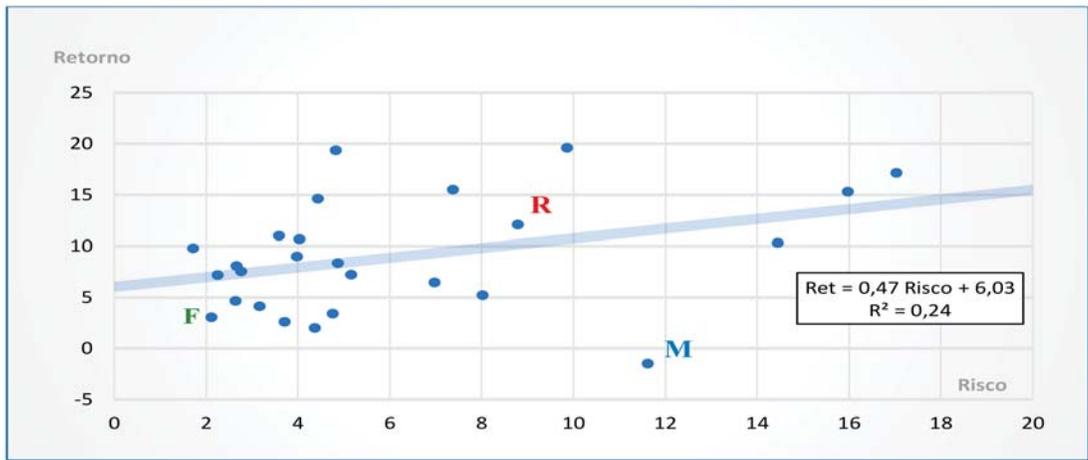


Figura 1: Retorno e risco de setores de atividade, 2013-2018

Fonte: Figura elaborada pelos autores com base na Tabela 4.

A Tabela 4 a seguir mostra o retorno privado médio de 3 % das operadoras de ferrovias, contra os 12 % das empresas de rodovias. No grupo de Transporte e Logística, o retorno médio é 3,4 %, abaixo dos 4,7 % do retorno médio da amostra com todos os ramos de atividade. A relação entre retorno e risco segue o esperado: as ferrovias o retorno médio positivo e igualmente risco menor, e o retorno por unidade de risco é o mais elevado do grupo de transporte e logística. No outro extremo, estão as empresas de rodovias com retorno (12 %) e risco (8,8 %) mais elevados. O setor de empresas marítimas aponta resultados não esperados, com um retorno médio negativo e risco elevado. O aspecto a ser melhor analisado é a operação modal, onde a integração de diversos modos de transporte permite a diversificação do risco e a complementaridade das operações.

Em operações independentes - sem a integração dos modos de transporte - não é possível afirmar

que os estímulos do retorno privado das ferrovias são menores do que nas operações das rodovias, uma vez que os riscos são diferentes. A métrica da Tabela 4 e a equação da figura 1 permitem ainda estimar o prêmio esperado para o risco dos setores, com os resultados de retorno esperado para o nível de risco e do prêmio para o risco. No grupo dos setores de infraestrutura – energia elétrica, saneamento, telecomunicações, transportes – as ferrovias e o setor de saneamento apresentam os menores prêmios esperados de risco.

Outro resultado favorável aos investimentos em ferrovias é revelado pela matriz de correlação cruzada entre os retornos médios das operações em setores de infraestrutura, mais relacionados às ferrovias, conforme tabela 5 a seguir. No curto período disponível - o que restringe a significância das correlações a 10 % - o retorno das operações com ferrovias independe (correlações não significantes) do retorno dos demais setores

examinados, o que sugere vantagens da diversificação de risco em malhas modais. Se confirmado com pesquisas com amostra maiores, pode ser vantajoso para uma empresa diversificar

o risco atuando nos vários modos de transporte. Este tipo de análise é fundamental para a decisão sobre fusões, aquisições, parcerias e concessões com carteiras de setores.

SETORES	RETORNO MEDIO ^a	RISCO ^b	RETORNO POR RISCO ^c	RETORNO ESPERADO PARA O NIVEL DE RISCO ^d	PRÊMIO PARA O RISCO ^e	AMOSTRA (Número de empresas)
AGRICULTURA (AÇÚCAR, ALCOOL E CANA)	19,6	9,9	1,99	10,3	4,7	44
ALIMENTOS	8,4	4,9	1,72	8,3	2,3	110
BOLSA DE VALORES MARCHADRISE FUTUROS	7,5	2,8	2,73	7,3	1,3	3
BRINQUEDOSE LAZER	7,2	2,3	3,20	7,1	1,1	10
CONSTRUÇÃO CIVIL, MATERIAL DE CONSTRUÇÃO E DECORAÇÃO	17,2	17,0	1,01	14,0	8,0	180
ENERGIA ELÉTRICA	9,0	4,0	2,27	7,9	1,9	108
EXTRAÇÃO MINERAL	10,3	14,4	0,72	12,8	6,8	61
FARMACÉUTICO E HIGIENE	11,0	3,6	3,06	7,7	1,7	18
HOSPEDAGEM E TURISMO	8,1	2,7	3,03	7,3	1,3	32
MAQUINAS EQUIPAMENTOS VEICULOSE PEÇAS	6,5	7,0	0,93	9,3	3,3	174
METALURGIA E SIDERURGIA	7,2	5,2	1,41	8,5	2,5	319
PAPEL E CELULOSE	10,7	4,0	2,65	7,9	1,9	22
PETROLEO E GÁS	2,0	4,4	0,46	8,1	2,1	25
PETROQUÍMICOS E BORRACHA	15,3	16,0	0,96	13,5	7,5	100
SANEAMENTO, SERVIÇOS DE ÁGUA E GÁS	9,8	1,7	5,74	6,8	0,8	20
SECURITIZAÇÃO DE RECEÍVEIS	2,6	3,7	0,70	7,8	1,8	116
SERVIÇOS MÉDICOS	15,5	7,4	2,11	9,5	3,5	15
SERVIÇOS DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA ^f	3,4	4,8	0,72	8,3	2,3	119
1. FERROVIAS	3,1	2,1	1,44	7,0	1,0	11
2. RODOVIAS	12,1	8,8	1,37	10,2	4,2	39
3. MARÍTIMO E CABOTAGEM	-1,5	11,6	-0,13	11,5	5,5	14
TELECOMUNICAÇÕES	4,2	3,2	1,31	7,5	1,5	100
ADMINISTRAÇÃO E PARTICIPAÇÕES ^g	5,2	8,0	0,65	9,8	3,8	108
MÉDIA DE 35 SETORES	4,7	2,6	1,77			2.174

Tabela 4: Retorno e risco. Retorno esperado e prêmio para o risco sob a ótica privada (%)

Fonte: Elaborada pelos autores - ^a Relação lucro operacional e ativo operacional; ^b Medido pelo desvio-padrão; ^c Retorno dividido pelo risco; ^d Estimado pela regressão linear da figura 1, considerando o risco de cada setor; ^e Prêmio pago por risco: diferença entre o retorno esperado e o retorno livre de risco; ^f Inclusive armazenamento, transportes aéreo e aquaviário, outros; ^g Sem setor principal

	Armazenagem	Rodovias (Concessionárias)	Ferrovias	Transporte marítimo	Operações portuárias
Armazenagem	1,00	0,03	0,22	0,66*	0,29
Rodovias (Concessionárias)	0,03	1,00	-0,31	0,66*	0,75*
Ferrovias	0,22	-0,31	1,00	-0,24	0,19
Transporte marítimo	0,66*	0,66*	-0,24	1,00	0,46*
Operações portuárias	0,29	0,75*	0,19	0,46*	1,00

Tabela 5: Matriz de correlação entre retornos de operações entre setores

Fonte: Cálculos dos autores – Correlações sinalizadas com asterisco (*) são significativamente diferentes de 0 a 10%

6. CONCLUSÕES

Este artigo abordou duas questões relacionadas com os investimentos em transporte ferroviário no Brasil. Como informação inédita, apresentou estimativas do retorno e do risco, sob o ponto de vista privado, das operações com ferrovias em comparação com diversos setores de atividades, e em especial - e com mais relevância - com os outros modos de transporte. O período examinado 2013-2018 utilizou amostra de 2.174 empresas de diversos setores representativos da economia brasileira.

Embora o retorno médio nas operações com ferrovias seja baixo, o risco também é menor do que as operações de outros modos de transporte e de setores de infraestrutura. A associação entre retorno e risco é exaustivamente discutida em Economia e Finanças e as evidências empíricas mais uma vez confirmam a regra de que atividades e projetos com maior risco devem oferecer retornos maiores visando promover maior atratividade e agregação de interesse e de investimentos. Cálculos apontam ainda que o prêmio para risco das operações com ferrovias é um dos mais baixos no grupo de 35 setores. A análise cruzada dos retornos dos setores de infraestrutura voltados para o transporte, sugere ainda a existência de vantagens na diversificação do risco com a fusão de setores diferentes de transporte. O relativamente curto período dos dados disponíveis recomenda análises mais rigorosas com períodos mais longos.

Outra questão discutida foi a necessidade de inclusão de critérios sociais mais amplos na avaliação dos projetos de ferrovias, com o emprego

de preços sociais e melhor avaliação dos efeitos no meio ambiente, na saúde, no capital humano e na capacidade produtiva da população afetada.

O artigo detalha os ajustes que devem ser feitos para conversão dos valores de receitas e custos constantes nos balanços e demonstrativos de resultados das ferrovias em valores sociais, por meio de parâmetros também sociais. E no tocante aos efeitos indiretos, em todos os quesitos, o transporte ferroviário gera menor emissão de poluentes e perda de capital humano decorrente de acidentes com mortes e invalidez.

A delimitação seguida nesta pesquisa englobando investimento verde e resiliência - foi de forma incisiva explorada pelos autores, principalmente pela evidenciação de como a característica principal do transporte ferroviário, qual seja a de atender - simultaneamente - a trilogia de eficiências: a energética, a econômica e a ambiental, pode ser alcançada através do redirecionamento dos investimentos para alternativas verdes de investimentos conforme o documento "Oportunidades de Investimento em Infraestrutura Verde", Climate Bonds Initiative e BIRD (2019), as quais são por si só, detentoras de evidente resiliência na obtenção de uma infraestrutura sustentável.

A percepção dos autores é de que será impossível permanecer no discurso de que não é importante a mitigação do risco climático. Os investimentos em soluções de baixo carbono são sim imprescindíveis para contornar o problema das mudanças climáticas, o que posiciona a intensificação dos investimentos em infraestrutura verde como o cenário mais provável para os próximos anos.

O crescimento no Brasil das finanças verdes com investidores institucionais e empresas privadas, obtendo financiamento para investimentos verdes permite que os autores deste trabalho vislumbrem um cenário bastante promissor de resiliência, considerando uma possível inversão da atual matriz de distribuição intermodal - a qual apresenta como prevalente o modo rodoviário - para uma matriz com resiliência que migre dessa atual situação para uma nova realidade, em que o transporte ferroviário alcance a sua real importância nessa reviravolta logística.

Para fomentar projetos sustentáveis será necessário - além da obrigatória e habitual análise de viabilidade técnico-econômica - efetivar SEMPRE uma análise de sustentabilidade, conforme preconizado e apresentado em IACCARINO (2018).

Certamente, os temas abordados no artigo podem ser polêmicos e gerar reflexões, críticas e novas discussões, principalmente no que concerne às questões numéricas. Na pressuposição dessa ocorrência, os autores acreditam terem alcançado seu objetivo, qual seja o de contribuir para a geração de novos debates.

REFERÊNCIAS:

ASHENFELTER, Orley. **Measuring the value of a statistical life: problems and prospects**. 2005. Disponível em: <<http://harris.princeton.edu/pubs/pdfs/505.pdf>>. Acesso em: 10 jan.2022.

BENAKOUCHE, Rabah e SANTA CRUZ, Rene, **Análise quantitativa do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1995

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento, elaborado pelo Climate Bonds Initiative, Novembro 2019, 32 p.

BOCANEGRA, Bernardo Bubniak, Valoração ambiental das emissões de CO2: uma proposta para infraestrutura de transportes rodoviários, IV Seminário socioambiental em infraestrutura de transportes, financiamento verde, infraestrutura resiliente e de baixo carbono, **Anais [...]**, vol.3 n.1, 2020, p.49-70

CARVALHO, Alexandre X.; CERQUEIRA, Daniel R.C.; RODRIGUES, Rute L; e LOBÃO, Waldir J.A. Custos

das mortes por causas externas no Brasil, **Texto para discussão** nº 1268. Brasília: IPEA, 2007.

CARVALHO, José L., Quantificação da perda do produto com os acidentes de trânsito: metodologia e evidências preliminares, **Texto de pesquisa no.1**, CPES/ENS, outubro de 2015.

CONTADOR, Claudio R., O meio ambiente na avaliação de projetos, **Relatório RS071**, SILCON Estudos Econômicos, novembro de 2012.

CONTADOR, Claudio R, Acidentes de trânsito: dores e custos, **Carta Mensal, CNC**, vol. 61, no. 734, maio de 2016, p.61-83.

CONTADOR, Claudio R., A taxa de retorno do capital no Brasil: revisitando o tema, **Relatório RS 088**, SILCON Estudos Econômicos, agosto de 2020.

CONTADOR, Claudio R., **Análise econômica de projetos: fundamentos e aplicações**, Curitiba: Editora CRV, 2021

CONTADOR, Claudio R., “A saga das ferrovias no Brasil: apogeu, declínio e resgate”, **Carta Mensal**, Confederação Nacional do Comércio, vol. 67, no. 786, 2021, p.40-67

CROPPER, Maureen. **Measuring the health effects of air pollution in developing countries**. Washington : World Bank, Policy Research Department, 1995.

DAVIDSON. K., GUNAWAN. N., AMBROSANO. J., SOUZA. L. **Oportunidades de Investimento em Infraestrutura Verde**, Climate Bonds Initiative, BIRD, Novembro 2019.

EVTEA, **Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental e Manual de apresentação de estudos de viabilidade de projetos de grande vulto** Versão 2.0, Brasília, julho de 2009, Disponível em: http://bibliotecadigital.seplan.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/702/PPA_CMA_Manual_CTPGV.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 jan. 2022.

FREITAS, Maria de Lourdes Davies de, em MAY, Peter Herman e MOTTA, Ronaldo Seroa da. (Orgs.). **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

IACCARINO, Sergio – **Impactos da redistribuição da matriz intermodal:** cenários à luz de uma análise de sustentabilidade - Conferência Internacional Marintech Naval Shore, Rio de Janeiro, 2018

IACCARINO, Sergio e CALADO, Maria de L.M. – **Cenários de infraestrutura sustentável via readequação da matriz de transportes do Brasil**, IV VIA VIVA, IV Seminário socioambiental em infraestrutura de transportes, financiamento verde, infraestrutura resiliente e de baixo carbono, Anais, vol.3 n.1, 2020, pp. 129 – 148

MARGULIS, Sergio, **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. Rio de Janeiro, IPEA, 1990.

MAY, Peter H. e MOTTA, Ronaldo Seroa da. (orgs.). **Valorando a natureza:** análise econômica para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

MOTTA, Ronaldo Seroa da, **Manual de valorização econômica de recursos ambientais**, Rio de Janeiro, IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

SBSTTA, **Economic valuation of biological diversity**, Convention on biological diversity, UNEP/CDD/SBSTTA/2/13, julho de 1996.

SHELLING, T. C., The life you save may be your own, em CHASE Jr., S. B. (Org.), **Problems in public expenditure**. Washington, DC: Brookings Institution, 1968.

SDI/SEPEC, Estimação da taxa social de desconto para investimentos em infraestrutura no Brasil, **Texto para discussão**, agosto de 2019.

SDI/SEPC, Taxa social de desconto para avaliação de investimentos em infraestrutura: atualização pós consulta pública, **Nota Técnica** SEI 19911/2020/ME, maio de 2020

SJAASTAD, Larry A. Um critério de investimento sob racionamento de capital, **Revista Brasileira de Mercado de Capitais**, v. 2, p. 489-501, setembro/dezembro de 1976.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **The 1993 information please environmental almanac**. Boston: Houghton Mifflin, 1993.