

Revisão sistemática de estudos de viabilidade em transporte: uma contribuição para o transporte hidroviário

Systematic review of feasibility studies on transport: a contribution to waterway transport

Tássia Faria de Assis¹ - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia de Transportes
Diana Mery Messias Lopes² - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia de Transportes
Lucilene Moreira Pedro³ - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia de Transportes
Marcelino Aurélio Vieira da Silva⁴ - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO Este artigo tem como objetivo identificar os estudos de viabilidade em sistemas de transportes através de um procedimento metodológico. Esse procedimento tem como recurso a exaustão na busca dos estudos analisados, a seleção justificada dos estudos e a avaliação da qualidade metodológica. Foi realizada uma revisão bibliográfica, gerando a inclusão de 47 artigos, porém, foram destacados 18 artigos por apresentarem aplicação em estudos de caso. Com a revisão sistemática foi possível identificar e discutir as contribuições das variáveis e dos Métodos/Ferramentas aplicados em estudos de viabilidade em diferentes modos de transportes, com aplicação em sistema de transporte hidroviário. Essas variáveis e ferramentas estão sendo adotadas a fim de propor um detalhamento estruturado para aplicar em futuros estudos de casos, considerando aspectos econômicos, financeiros, operacionais, técnicos, ambientais e sociais.

Palavras-chave: Viabilidade. Modos de transporte. Modo de transporte hidroviário. Infraestrutura. Análise de investimento.

ABSTRACT *This article aims to identify the feasibility studies for transport systems using the systematic review. This review has as a resource the exhaustion in the pursuit of studies reviewed, justified selection of the studies and the assessment of the methodological quality. A literature review was conducted, resulting in the inclusion of 47 articles; however, 18 articles were highlighted by submitting application in case studies. The systematic review was used in order to identify and discuss the contributions of the variables and methods/tools applied in feasibility studies on different modes of transport and that could contribute to a waterway transport system. These variables and tools are being adopted in order to propose a structured detailing to apply in future case studies, where environmental, social, economic, financials, and operational and technical aspects are considered.*

Keywords: *Viability. Transport mode. Waterway transport mode. Infrastructure. Investment analysis.*

1. dianalopes@pet.coppe.ufrj.br; 2. lucilene@pet.coppe.ufrj.br; 3. marcelino@pet.coppe.ufrj.br; 4. Rua Caçapava, 166, apartamento 202, Bairro Grajaú, Rio de Janeiro, cep: 20541-350, tassiafa@pet.coppe.ufrj.br

ASSIS, T. F.; LOPES, D. M. M.; PEDRO, L. M.; SILVA, M. A. V. Revisão sistemática de estudos de viabilidade em transporte: uma contribuição para o transporte hidroviário. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauri, Ano 12, nº 4, out-dez/2017, p. 1-31.

DOI: 10.15675/gepros.v12i4.1728

1. INTRODUÇÃO

O processo de pesquisas que envolvem avaliações de projetos de investimento de infraestrutura em transportes, tem papel importante nos processos de tomada de decisão, uma vez que, auxiliam os decisores a analisar e avaliar os impactos causados pela nova infraestrutura (ANNEMA; KOOPMANS; VAN WEE, 2007) the relatively young CBA practice has not yet fulfilled its full potential. About half of the CBAs analysed can be considered as being suitable for helping decision-making. The other half has weaknesses with respect to methods and assumptions. Looking at the standardized CBA's influence on policy-making, the most important conclusion is that unfavourable CBA results have contributed to the postponement of decisions and to the downsizing of projects. Abstract The Dutch government introduced a requirement in 2000 to evaluate proposed major infrastructure plans using a cost-benefit analysis (CBA).

O processo de avaliação de infraestrutura de transporte ajuda a determinar se um projeto atende de maneira eficiente os objetivos econômicos e sociais de um país, no entanto, para isso os projetos ou um portfólio de projetos devem suprir a necessidade de questões políticas, além de se importarem com informações sobre impactos indiretos na mobilidade da sociedade, como os impactos ambientais (TSAMBOULAS, 2007; JONSSON; JOHANSSON, 2012).

No Brasil de acordo com relatórios de planejamento setorial e global em infraestrutura até 2022 irão ocorrer uma série de investimentos em infraestrutura de transporte, inclusive no setor hidroviário como forma de diminuir o custo (BRASIL, 2010).

Nesse contexto o Brasil dispõe de uma das maiores costas litorâneas do mundo, com mais de 7 mil km, e uma vasta rede de vias navegáveis, com mais de 27 mil km (GODOY, 2011; ANTAQ, 2011). Além disso, possui uma quantidade considerável de hidrovias interiores, a saber: a hidrovia do rio Madeira, do Tapajós, do Solimões-Amazonas, a hidrovia do Sul, a hidrovia do Paraguai, a Tocantins-Araguaia, Paraná-Tietê (KAISER et al., 2013).

Essas dimensões territoriais navegáveis são elementos condicionantes de uma potencialidade natural para o transporte hidroviário brasileiro (VALOIS et al., 2012).

Sendo assim, investimentos em sistemas de transporte hidroviários integrados a outros modos de transportes devem ajudar a atender a demanda de um mercado competitivo, a fim de otimizar os benefícios econômicos, financeiros, ambientais e sociais, uma vez que hidrovias interiores apresentam baixo custo de capital, custo de manutenção mais barato e maior eficiência de combustível, além de apresentarem maior capacidade de movimentação de carga do que os modos de transporte rodoviário e ferroviário (SARKAR et al., 2007).

Desta forma, pelo fato dos projetos de transportes e dos estudos de viabilidade possuírem grande complexidade, o objetivo desse artigo é a realização de uma revisão sistemática para auxiliar na identificação de estudos de viabilidade em sistemas de transportes abordados na literatura, a partir da adoção de um procedimento metodológico. Como objetivos secundários, pretende-se identificar as principais variáveis e ferramentas que estão sendo adotadas a fim de propor um detalhamento estruturado para aplicar em futuros estudos de casos, considerando aspectos econômicos, financeiros, operacionais, técnicos, ambientais e sociais.

Uma vez que, um Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) completo trará informações mais precisas quanto ao um novo empreendimento a ser construído (AFFONSO, 2001). Pois, o mesmo pode ser realizado a partir de inúmeras variáveis, métodos e ferramentas, cabendo ao planejador decidir quais instrumentos condizem com o problema apresentado por ele.

Além desta introdução, este artigo está dividido em mais cinco itens. O segundo conceitua os estudos de viabilidade através do referencial teórico, o terceiro descreve os procedimentos metodológicos, o quarto detalha os resultados, o quinto são as discussões dos resultados. E, enfim, o item 6 trata das conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo de viabilidade em empreendimentos de transportes é um conjunto de estudos que abordam as seguintes disciplinas: técnica, econômica, ambiental, social e política (MPOG, 2009).

A análise de viabilidade técnica estará intimamente ligada ao projeto, que deverá ser tecnicamente viável, ou seja, a viabilidade deve levantar a existência de qualquer problema técnico que configure empecilho à implantação e/ou operacionalização do empreendimento (CONSALTER, 2012).

Segundo Sehn (2009) e Senna (2014), a avaliação financeira está apoiada na utilização de fluxos de caixa considerando as receitas e as despesas oriundas da execução do projeto pelo setor privado, buscando levantar somente os valores do grupo diretamente interessado para a avaliação da auto sustentabilidade do projeto. Ainda de acordo os mesmos autores, a avaliação econômica se difere da financeira, pelo fato de, na avaliação econômica ser procurado o bem-estar social abrangendo o interesse da economia como um todo.

A análise de viabilidade ambiental é atestar como determinada região irá se comportar com as alterações causadas na área de realização do empreendimento, por meio da caracterização do projeto, do entendimento e da análise da situação atual da área de estudo. Além disso, deverá ser feito um estudo comparativo entre a situação atual e a situação futura. Sendo assim, a análise é realizada buscando a identificação e avaliação dos impactos ambientais potenciais, decorrentes das obras e funcionamento do empreendimento (MONTAÑO; SOUZA, 2008).

No estudo de viabilidade social, se a empresa tiver foco em atender as necessidades e expectativas do cliente e valorizar a responsabilidade social, serão verificadas as consequências sociais que surgirão em decorrência dos investimentos realizados pelo projeto. Dependendo dos objetivos do projeto, as consequências podem ser a criação de oportunidade de emprego, melhoria da distribuição de renda, qualidade de vida por meio de melhores serviços de saúde, transporte, habitação, saneamento básico e lazer (FERNANDO, 1998; VARVAKS 2014).

Para Medeiros (2013) o estudo da viabilidade política é verificar se as pessoas, os grupos e as instituições apoiam o projeto, e se há obstáculos políticos ou legais que poderão atrapalhar sua realização. Nesse caso é necessária uma negociação entre o estado e a sociedade para superar os obstáculos e tornar o projeto politicamente viável. Porém segundo Zorning (2010) a viabilidade política é assegurar que o projeto esteja inserido nas políticas e programas governamentais e institucionais; e que o mesmo obedeça aos aspectos legais vigentes.

Por meio do levantamento realizado, foi possível ter o entendimento dos diferentes tipos de viabilidade. Esse entendimento vai contribuir na busca da revisão sistemática sobre o tema, que será aplicado por meio de um procedimento metodológico que será detalhado no item 3.

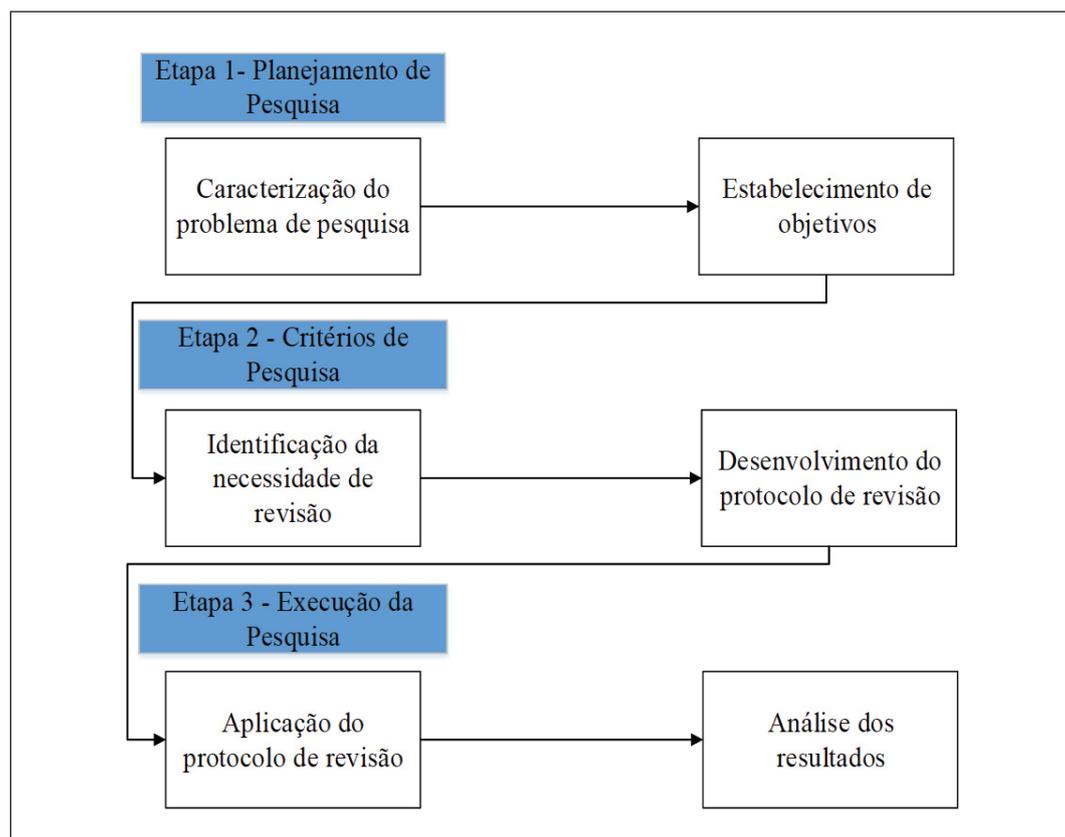
3. REVISÃO SISTEMÁTICA

Uma forma de obter maior rigor e melhores níveis de confiabilidade em uma revisão da literatura é adotar uma abordagem sistemática. Isso significa definir uma estratégia e um método sistemático para realizar buscas e analisar resultados, que permita a repetição por meio de ciclos contínuos até que os objetivos da revisão sejam alcançados (LEVY; ELLIS, 2006).

A partir das definições apresentadas na literatura, este artigo apresenta um procedimento desenvolvido para auxiliar na busca da revisão bibliográfica de estudos de viabilidade em empreendimentos de transportes.

O procedimento foi elaborado a partir da metodologia apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Etapas do procedimento proposto.



Fonte: Adaptado de Kitchenham (2007) e Ferreira e Silva (2016).

Etapa 1 – Planejamento de pesquisa

A caracterização do problema e o objetivo são definidos pela necessidade de buscar referências de estudos de viabilidade em sistemas de transportes que possam contribuir para projetos hidroviários, como abordado no capítulo de introdução.

Etapa 2 – Critérios de pesquisa

Os critérios de pesquisa são divididos na identificação da necessidade de revisão e no desenvolvimento do protocolo de revisão.

A identificação da necessidade de revisão busca orientar a escolha de palavras-chaves e escolha das bases de dados a serem utilizadas. E o desenvolvimento do protocolo de revisão busca o estabelecimento de critérios que resultarão na exclusão e inclusão de trabalhos de acordo com o objetivo apresentado para a realização do estudo. Os critérios de pesquisa são detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 - Detalhamento do Protocolo de Pesquisa.

Desenvolvimento do protocolo de revisão	<p>Identificação dos trabalhos</p> <p>Palavras-chave: As palavras-chave foram pesquisadas em duas categorias, sendo elas baseadas em estudos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Viabilidade de Transportes: Viabilidade e transportes, Investimentos e transporte, nos idiomas português e inglês. - Viabilidade de Hidrovias: Viabilidade de Hidrovia, Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental de hidrovia, Análise financeira de hidrovia, Análise sócio ambiental de hidrovia, Plano de investimento em hidrovia, Indicadores de viabilidade de hidrovia, Planejamento de hidrovia, nos idiomas português e inglês. <p>Critérios de buscas: período de tempo de 20 anos (1996 – 2016); periódicos acadêmicos, teses, dissertações encontradas na base de dados fonte de pesquisa.</p> <p>Base de dados: Periódicos Capes, <i>Science Direct</i> e <i>Scopus</i></p>
	<p>Seleção de trabalhos: artigos publicados em revista de preferência com ISSN e DOI; isso para áreas de: Transportes, engenharia, economia, gestão, energia e outras áreas afins, que apresentem variáveis e/ou métodos ou ferramentas aplicáveis em estudos de viabilidade de infraestrutura em transportes.</p>
	<p>Inclusão: Leitura dos artigos extraído a contribuição das variáveis, métodos e ferramentas tanto encontrado na teoria quanto em aplicação de estudos de caso.</p> <p>Exclusão de trabalhos: Capítulos de livro, notícias de jornal, artigos com assuntos irrelevantes para o estudo e estudos repetidos.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Etapa 3 – Execução da pesquisa

A execução da pesquisa está dividida na aplicação do protocolo de revisão e na análise dos resultados.

Etapa 3.1. Aplicação do protocolo de revisão

Na aplicação do protocolo foi realizado o levantamento dos estudos de acordo com as regras estabelecidas na etapa de desenvolvimento do protocolo de revisão.

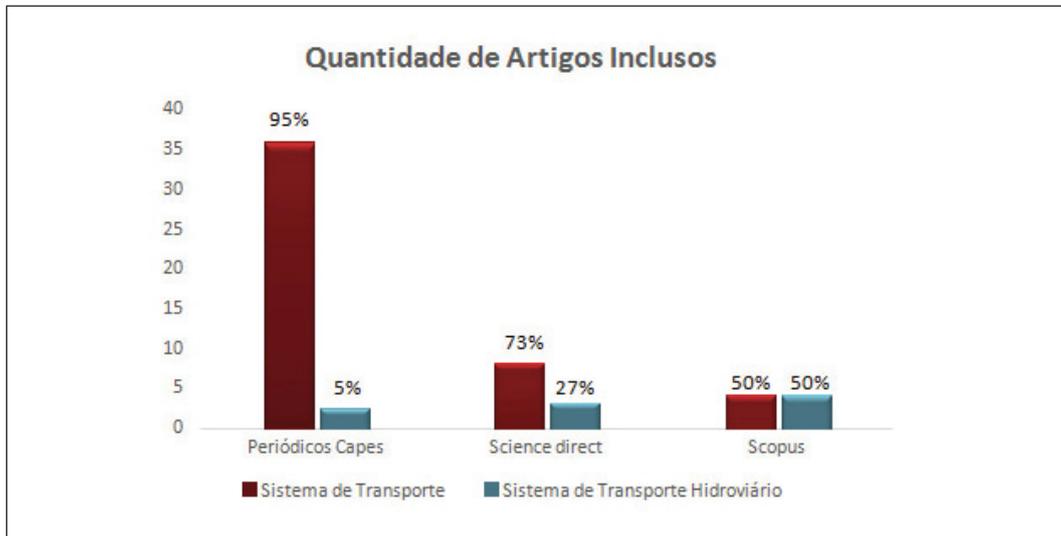
Após identificação dos temas foi realizada uma identificação de artigos nas bases de dados Periódico Capes, *Science Direct* e *Scopus* com uma quantidade aproximada de 214.000 artigos na categoria de sistemas de transporte e cerca de 25.000 em sistema de transporte hidroviário. Em seguida foi realizado o processo de seleção dos artigos usando os critérios de busca nas mesmas bases de dados. Finalizando a aplicação do protocolo, foi realizado o processo de inclusão dos artigos, extraindo os artigos que podem contribuir para a realização do estudo de viabilidade.

A partir da identificação dos artigos inclusos, foram escolhidos artigos com embasamento teóricos relacionados ao tema, abordando os principais aspectos e métodos/ferramentas utilizados em estudos de viabilidade em sistemas de transporte que serão detalhados na última etapa do procedimento que é a análise dos resultados e que será apresentada no item 4 e no item 5.

4. RESULTADOS

De acordo com a divisão das palavras chave definidas em estudos de viabilidade em sistemas de transporte e sistemas de transporte hidroviário, o gráfico apresentado na Erro! Fonte de referência não encontrada. representa em dados quantitativos os artigos inclusos após a aplicação do protocolo.

Figura 2 - Aplicação do protocolo de revisão – Sistema de transporte e sistema de transporte hidroviário.



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

No processo de inclusão dos artigos, as bases de dados que tiveram uma maior quantidade de informações extraídas da categoria Sistema de Transporte foram os Periódicos Capes e *Science Direct* na comparação com a categoria Sistema de Transporte Hidroviário. No entanto, na base de dados do *Scopus*, a quantidade dos artigos encontrados em ambas as categorias foi igual.

Pode-se observar também uma menor identificação de artigos da categoria viabilidade em sistema de transporte hidroviário, pois apresenta apenas 15 artigos em comparação com os 47 artigos encontrados na categoria de sistema de transporte.

Ainda nos resultados são apresentadas as informações coletadas dos 18 artigos que foram considerados de maior relevância para o tema por apresentarem aplicação prática em estudos de viabilidade, e são descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Métodos/Ferramentas, Aspectos e Sistemas de Transportes Identificados em Estudos de Viabilidade.

Autores	Métodos/ Ferramentas	Aspectos	Tipos de sistemas de transportes
(LIU et al., 1998)	Avaliação do investimento pelo Fluxo de Caixa	Econômico e Financeiro: Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno.	Rodoviário, Ferroviário e Dutoviário (Transporte de Carga)
(PETERSEN; TAYLOR, 2001)	Programação dinâmica	Econômico e Financeiro: Pedágio, Custo de operação por tonelada/km (incluindo custo de transbordo), Custo de construções, Custo de inventário (\$/ton), Custo de capital (\$/km)	Ferroviário, rodoviário e hidrovia (Transporte de carga)
		Técnico e Operacional: Distância, velocidade, tempo de construção, volume transportado por ano	
(TSAMBOULAS; KAPROS, 2003)	Simulação de Monte Carlo	Econômico e Financeiro: Custos de investimento, custo com mão de obra e receita (aluguel, uso do terminal).	Terminal de carga
	Programação linear	Técnico e Operacional: Tempo de construção, Volume de carga (ton/ano)	
(SCHADE; SCHADE, 2005)	-	Socioeconômico: Consumo, custo de investimento, demanda final, produto potencial, geração de emprego e população regional	Rodoviário e aéreo (Transporte de passageiro) e Ferroviário e Hidroviário (Transporte de carga)
		Ambiental: Emissão de CO ₂ , NO _x , materiais voláteis (VOC) e materiais particulados (MP)	
		Técnico e Operacional: Volume de tráfego de passageiros, volume de tráfego do transporte de carga	
(TUDELA; AKIKI; CISTERNAS, 2006)	Análise de Custo-Benefício	Econômico e Financeiro: Nível do investimento, custo de manutenção, economia no tempo de viagem, economia no custo de combustível e redução de atrasos	Transporte Urbano
	Análise Multicritério (AHP)	Socioambiental: Redução dos números de acidentes, melhor acessibilidade, ruído, poluição do ar e intrusão visual	

Autores	Métodos/ Ferramentas	Aspectos	Tipos de sistemas de transportes
(TSAMBOULAS, 2007)	Análise Multicritério (MAUT - Multi Attribute Utility Theory)	<p>Socioeconômico: Grau de urgência, viabilidade econômica (TIR), custo de investimento relativo, nível de demanda do transporte, viabilidade financeira</p> <p>Político: Relações entre fronteiras, compromisso político, cooperação regional e internacional, questões ambientais e patrimônio histórico e impacto no desenvolvimento econômico</p>	Rodoviário e ferroviário (infraestrutura da via)
(OZBAY; OZMEN-ERTEKIN; BERECHMAN, 2007)	Modelo dinâmico utilizando modelos econométricos e Análise de Sensibilidade	Econômico e financeiro: Capital de investimento anual e estoque de capital	Rodoviário (infraestrutura da via)
(SARKAR et al., 2007)	Avaliação do Investimento e Análise Custo-Benefício	<p>Econômico e financeiro: Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno - TIR, custos operacionais (combustível e manutenção), custo de capital</p> <p>Socioeconômico: Empregos gerados, taxa de alfabetização, acessibilidade, número de acidentes, redução de gargalos, nível de poluição e incentivo ao turismo.</p> <p>Técnico e operacional: Quantidade de carga movimentada por barcaça por ano, distância percorrida, tempo de viagem, número de viagens por ano.</p>	Hidroviário, Rodoviário, Terminal (Transporte de Carga)
(CHARLES, 2008)	-	<p>Econômico e financeiro: Custo de capital, custo de combustível, custos de transbordo, custo médio e custo marginal (frete)</p> <p>Técnico e operacional: Quantidade de carga transportada, capacidade (tamanho) do navio</p>	Hidroviário, Marítimo, portos e terminais (Transporte de carga)

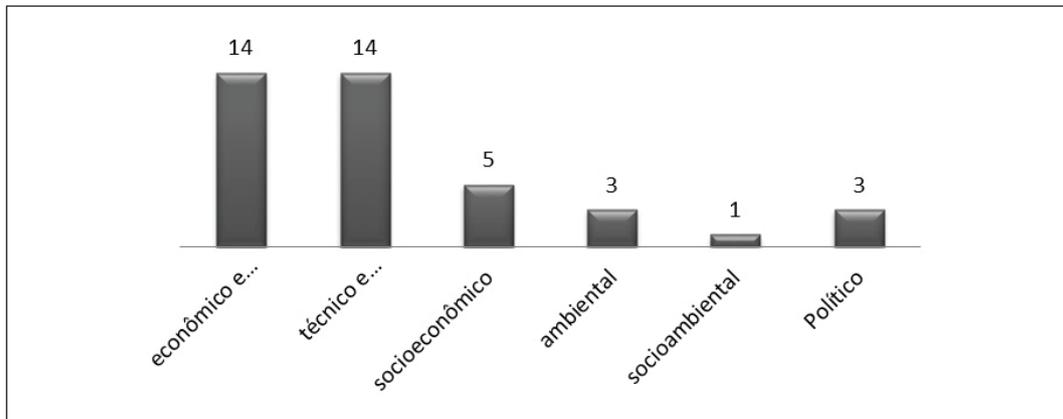
Autores	Métodos/ Ferramentas	Aspectos	Tipos de sistemas de transportes
(GORMAN, 2008)	Análise de Custo-Benefício	Econômico e financeiro: Custos privados: capital de investimento, custos de manutenção, gasto com combustível, mão de obra, renovação da capacidade e expansão	Rodoviário e ferroviário (Transporte de carga)
		Socioeconômico: Custos de congestionamento, segurança, poluição (GEE - CO ₂ , e Poluição atmosférica - NO _x e Materiais Particulados)	
		Político: Política de investimento de infraestrutura	
		Técnico e operacional: Distância do percurso e tempo de serviço (em função do custo de oportunidade)	
(MACÊDO; NASCIMENTO; KUWAHARA, 2010)	Análise Multicritério: Método de Análise de Decisão - MAH	Socioeconômico: Tempo de investimento entre projetos e custos de investimento, diversificação de atividade produtiva, geração de empregos e acessibilidade	Portos, Terminal de transbordo, terminal de carga aéreo, rodoviário
		Ambiental: Impactos ambientais resultantes da obra	(Infraestrutura viária)
		Político: Garantia de bem-estar social	
		Técnico e operacional: Expansão da malha viária	
(SALLING; LELEUR, 2011)	Análise de Custo-Benefício (CBA-Dk model)	Econômico e financeiro: custo de construção e custos de manutenção	Rodoviário (Transporte de passageiro e de carga)
	Simulação de Monte Carlo	Socioeconômico: Custo com acidentes	
		Técnico e operacional: Economia no tempo de viagem	
(CANTOS-SANCHEZ PEDRO et al., 2011)	Modelo <i>logit</i>	Econômico e financeiro: Congestionamento, receitas e tarifa	Rodoviário (infraestrutura da via)
		Técnico e operacional: Tempo de viagem, tarifa e volume do trafego	
(MASIERO; MAGGI, 2012)	Análise de custo-benefício	Econômico e financeiro: Custos diretos e indiretos de perigo	Rodoviário (Transporte de Carga)
	Modelo probabilístico discreto	Técnico e operacional: Tempo, pontualidade, distância e peso	

(LIMA JR; ALDZ 2012)	Análise de sensibilidade, e a Simulação de Monte Carlo	Econômico e financeiro: Custos (salários, encargos salariais, manutenção de equipamentos, manutenção de moveis, propaganda, assessoria contábil, combustível, seguros, impostos e etc.), fluxo de caixa, valor presente líquido, taxa interna de retorno, taxa interna de retorno modificada, <i>payback</i> , índice de lucratividade	Rodoviário (transporte de passageiros)
		Técnico e operacional: Demanda (capacidade)	
(MISHRA; KHASNABIS; SWAIN, 2013)	Simulação e programação de metas ponderadas (WGP)	Técnico e operacional: velocidade, distancia, tempo, consumo de combustível	Rodoviário
		Ambiental: Poluição	(Infraestrutura da via)
Autores	Métodos/ Ferramentas	Aspectos	Tipos de sistemas de transportes
(MASLAK; MOROZ e MOROZ 2014)	Análise de investimento	Econômico e financeiro: custos de investimentos, Custo da frota disponível, custo de locação, amortização, depreciação, volume do financiamento, período do financiamento.	Rodoviário (transporte de passageiros)
		Técnico e operacional: número de veículos e fluxo de passageiros	
(HENSHER; HO; MULLEY, 2015)	Modelo <i>logit</i>	Econômico e financeiro: Custos de construção e Orçamento	Rodoviário e Ferroviário (transporte de passageiros)
		Técnico e operacional: comprimento da rota, tempo de construção, capacidade, frequência de serviço e tempo de viagem	

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Após o levantamento dos aspectos e dos tipos de sistemas de transporte, foi realizada uma análise quantitativa e qualitativa das informações. As análises quantitativas estão descritas nas Figura 3, Figura 4 e na Figura 5.

Figura 3 - Aspectos identificados nos estudos de viabilidade.

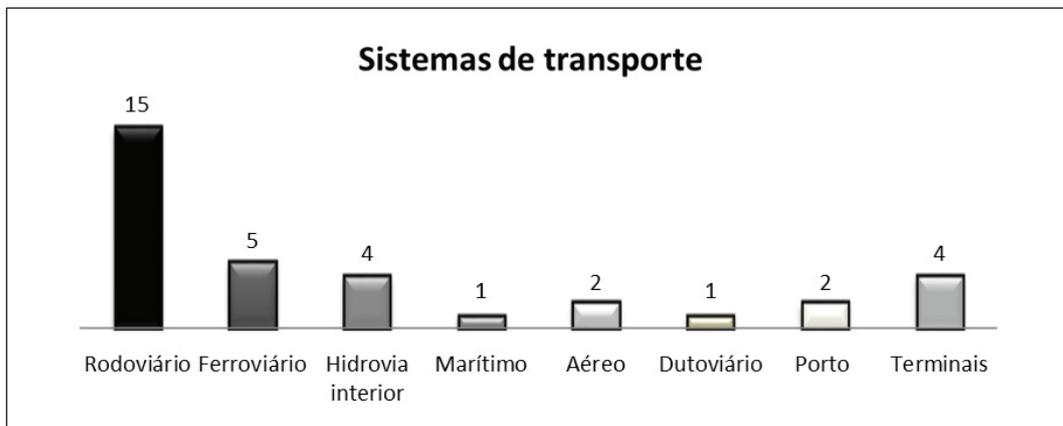


Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

De acordo com o gráfico apresentado pode-se observar que os aspectos econômico e financeiro, técnico e operacional foram mais abordados nos estudos no decorrer dos 20 anos. No entanto, a partir do ano de 2005 foi observado uma maior preocupação com os aspectos ambiental, social e político.

Nos estudos encontrados, os sistemas de transportes correspondentes aos processos de estudos de viabilidade são representados pela Figura 4.

Figura 4 - Sistemas de transportes avaliados nos principais estudos de viabilidade.

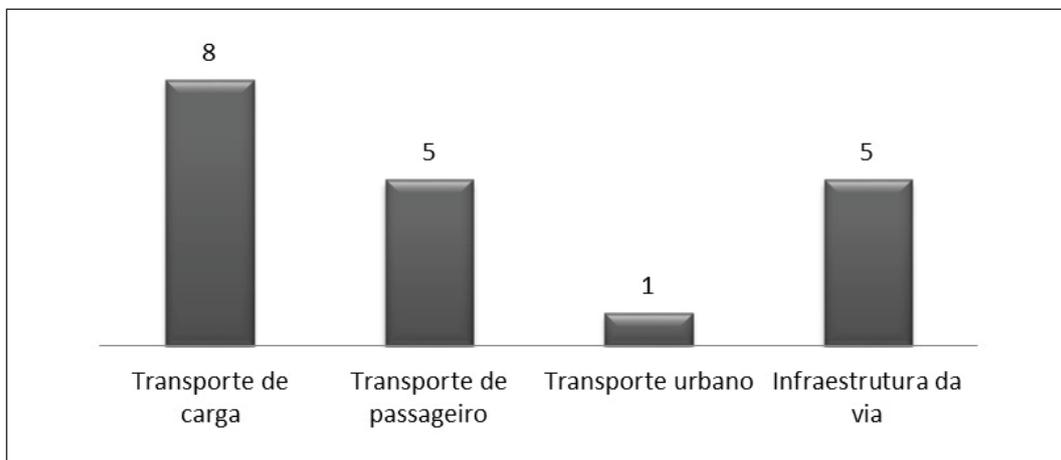


Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Dentre os oito sistemas de transportes abordados nos estudos, o que mais se destacou foi o sistema de transporte rodoviário que corresponde a 44% da participação em projetos, seguido pelo sistema de transporte ferroviário com 15% da participação. O sistema de transporte de hidrovias interiores com 12% da participação dos estudos demonstra uma baixa tendência nos estudos de análise de viabilidade, assim como em terminais, portos, modos de transporte aéreo, marítimo e dutoviário.

Os sistemas de transportes dos projetos de infraestrutura são caracterizados pelos itens apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Características dos estudos de viabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Pode-se observar que o foco maior entre os estudos apresentados foi no transporte de carga, que se sobressaiu em relação ao transporte de passageiro e em projetos de infraestrutura da via, assim como sobre o transporte urbano que foi avaliado por um autor.

Como foi verificado a maior incidência de estudos de viabilidade nos modos de transporte rodoviário e de carga, com foco principal nos aspectos econômicos e financeiros, e técnicos e operacionais, surge uma oportunidade de ampliação de estudos envolvendo outros sistemas como hidrovia interior, portos e terminais, e a utilização de outras variáveis também consideradas importantes como aspecto ambiental, social e político.

Em seguida foram discutidos a contribuição de cada variável e de cada método/ferramenta nos estudos de viabilidade em transporte.

5. DISCUSSÕES

Para cada conjunto dos aspectos identificados, são detalhadas e contextualizadas as variáveis utilizadas para estudos de viabilidade de transporte, sendo elas de aspecto econômico e financeiro, técnico e operacional, social, ambiental e político.

Nos estudos de viabilidade econômica e financeira, em análise de empreendimento de transporte, na formulação de fluxo de caixa, são necessários um conjunto de variáveis definidas por meio de custos e receitas (TSAMBOULAS; KAPROS, 2003).

Sendo assim, os principais custos, as principais contribuições envolvendo as receitas e os resultados atribuídos ao fluxo de caixa são descritos no decorrer da análise.

Os custos envolvidos no processo de viabilidade podem ser denominados por custo de capital e custo anual. O custo capital envolve custo de planejamento, uso e aquisições de terra e construção, que pode ser exemplificado pelos custos de obra de retificação de canal, dragagem e derrocamento em sistemas de transporte hidroviário. E custo anual envolve os custos de operação (custos medidos por quilômetro, custo da unidade do frete, medido a partir do valor monetário pela quantidade de tonelada movimentada) e manutenção (materiais e suprimentos, energia, combustível, pagamento de salários), impostos e seguros podendo ser em função da carga movimentada (CANTOS-SANCHEZ PEDRO et al., 2011; CHANG, 2014; CHARLES, 2008; GOTTGENS et al., 2001; HENSHER; HO; MULLEY, 2015; LIU et al., 1998; PANIGRAHI; PRADHAN, 2012; RAHMAN et al., 2015; SARKAR et al., 2007) rail and coal slurry pipeline. Unit cost is defined here as the cost of transporting a metric ton of coal for any prescribed distance in /T (dollars per metric ton).

Segundo Pokorná e Mocková (2001), projetos de infraestrutura de transportes representam longos prazos de imobilização de grandes recursos, o que significa que, a regularidade e o nível de receitas sejam incertos, pois, os projetos visam atender a demanda futura. Sendo assim, em projetos com capital privado, os empreendimentos só são viáveis quando o projeto é capaz de gerar receitas suficientes para cobrir o serviço da dívida e fornecer um retorno econômico razoável sobre o capital investido.

Alguns indicadores resultantes da elaboração do fluxo de caixa como o valor presente líquido, a taxa interna de retorno, a taxa mínima de atratividade e o tempo de retorno do investimento (*payback*) são descritos em alguns estudos como os apresentados por de Palma; Picard; Andrieu, 2012; Liu et al., 1998; Salling; Leleur, 2011; Theoretical, 2013 e Lima Júnior e Aldatz (2012).

O valor presente líquido compara as relações entre os custos e os benefícios gerados ao longo do tempo de vida do projeto, porém, a taxa interna de retorno (TIR) é o indicador que visa na maioria dos casos apresentar o benefício gerado pelo projeto, sendo determinada de acordo com o tipo de investimento e níveis de demanda (SARKAR et al., 2007; TSAMBOULAS, 2007). O tempo de retorno do investimento segundo Lima Junior e Aldz (2012) em um projeto é considerado aceitável quando o seu período de retorno do investimento é inferior ao seu tempo estimado de vida útil, pois o mesmo representa o prazo necessário para a recuperação do capital investido.

Sendo assim, Liu et al (1998) para a realização do fluxo de caixa, admitiu um ciclo de vida do projeto de 30 anos, período de recuperação de capital de 15 anos, taxa de declínio de depreciação 150%, taxa de retorno de 15%, taxa de imposto predial 2% do capital total, taxa do seguro 0,5% do capital total e taxa de capital próprio de 100%.

Já no estudo de Lima Jr e Aldatz (2013), foram simulados 3 cenários diferentes, sendo eles compostos pelo uso de 100% de capital próprio, 50% capital próprio e 50% de terceiros, e 10% de recursos próprios e 90% de recursos de terceiros. Em que, foi considerado o Sistema de Amortização Constante (SAC) para um período de 5 anos, a partir das taxas de 6% TJLP (Taxa de Juros de Longo Prazo) ao ano, 4% Spread (diferença da taxa de juros cobrada e a taxa de juros paga pelos depositantes e 3% ao mês TMA (Taxa Mínima de Atratividade).

Especificamente no estudo de investimento em hidrovia interior, Sarkar et al (2007), a partir de investimento do banco mundial, converteram os custos financeiros em custos econômicos a partir do uso de um fator de conversão padrão de 0,88101, imposto de renda de 35% sobre o lucro da empresa, imposto de renda pessoal 10,5%, lucro empresarial de 10% sobre o custo de construção. O custo da participação de trabalho na construção foi de 30% e no custo de dragagem foi de 100%, em um período de 5 anos de construção. Ciclo de vida de 25 anos. Os custos operacionais foram cerca de R\$ 1,09/tonelada.km para o modo rodoviário, R\$ 0,32 /tonelada.km para hidrovia interior não considerando o carregamento de carga e R\$ 0,23/tonelada.km em hidrovia interior considerando o carregamento de carga.

Nos estudos relacionados aos aspectos técnicos e operacionais para sistemas de transporte foi verificada a presença de indicadores como velocidade, tempo, índice de crescimento anual da demanda, confiabilidade, volume e capacidade de transporte (MASIERO; MAGGI, 2012; SALLING; LELEUR, 2011; TRUSCHKIN; ELBERT, 2013; YAMASHITA 2010) where risk analysis is carried out using Monte Carlo simulation. Special emphasis has been placed on the separation between inherent randomness in the modeling system and lack of knowledge. These two concepts have been defined in terms of variability (ontological uncertainty).

O indicador tempo em estudo de avaliação de projetos de infraestrutura em transporte, pode ser definido por meio de diferentes formas de abordagem como: aspectos técnicos, como a utilização do tempo em função do período de construção de diferentes alternativas de projetos, assim como, por meio de aspectos operacionais, como o tempo médio de viagem entre origens e destinos, além da utilização do tempo de transbordo (HENSHER; HO; MULLEY, 2015).

O indicador de demanda que se relaciona ao volume de carga transportada é um dos parâmetros mais sensíveis em um processo de análise de viabilidade, pois o mesmo quando não é garantido por sistemas de fiscalização e de políticas públicas causam riscos de não atingir a recuperação completa dos investimentos (LIMA Jr; ALDATZ, 2012).

Outros indicadores importantes também são a quantidade ou o volume de carga transportada, que podem gerar ganhos econômicos pela escolha do modo de transporte com maior capacidade (CHARLES, 2008; SARKAR et al., 2007).

Sendo assim, no estudo de Tsamboula e Kapros (2003) pode-se verificar a adoção da taxa de crescimento anual do volume de carga em 2%.

E a fim de compor os cenários (Negócios Habituais, Carregamento Mecânico, Navegação Noturna e Carregamento Mecânico + Navegação Noturna) para a obtenção de custos operacionais em hidrovias interiores, Sarkar et al (2007), definiu a capacidade de cada barça em 1.000 toneladas. No entanto, de acordo com Charles (2008), quando é necessária a utilização da via marítima e fluvial, o volume de carga a ser transportado é definido pelo mercado entre 1.500 a 2.000 toneladas.

Em aspectos sociais, segundo Geurs, Boon e Wee (2012), em projetos de infraestrutura, a preocupação com os impactos sociais vêm aumentando, uma vez que, quando comparado aos aspectos econômicos que frequentemente são avaliados em nível macro, os impactos sociais são avaliados a nível local, o que significa uma maior relação com a sociedade que cerca o projeto de infraestrutura.

Os impactos sociais podem ser caracterizados pelos efeitos diretos e indiretos promovidos pela realização do projeto para a redução das desigualdades regionais, sendo considerado o número de empregos gerados na etapa de construção, conexão de áreas produtivas e de consumo, a expansão da mobilidade e acessibilidade, o grau de desenvolvimento humano e social, entre outros como o uso do solo, a densidade populacional e a saúde pública (CANTASANO; PELLICONE, 2014; RABELLO QUADROS; NASSI, 2015).

No ponto de vista de Gorman (2008); Tudela; Akiki; Cisternas (2006); e Leviakangas e Michaelides (2014), os indicadores como a redução dos números de acidentes, melhor acessibilidade, ruído, poluição do ar e intrusão visual são considerados como aspectos socioambientais, pois envolvem o ambiente social e físico.

À nível de investimento público para a infraestrutura de diferentes modos de transporte, os custos sociais podem envolver os custos causados pela poluição, segurança, congestionamento e carga tributária cobrada para os não usuários e serem vistos como fatores socioeconômicos (GORMAN, 2008).

Em sistemas de transporte como infraestruturas de vias como hidrovias de interior por exemplo, descrito por Sarkar et al. (2007) e Rahman et al. (2015), podem influenciar de forma socioeconômica as regiões vizinhas, levando-se também em consideração, que a construção e manutenção do canal das vias navegáveis sejam realizadas de maneira adequadas, afim de, prevenir a erosão e o assoreamento do solo, assim como, preservar a qualidade da água e a biodiversidade na área de estudo, além de, beneficiar o turismo, e os aspectos ambientais, assim como, a geração de empregos, a redução dos custos com acidentes e dos gargalos gerados pelo uso rodoviário.

Nos aspectos ambientais os impactos gerados pelos projetos de infraestrutura em transporte podem ser causados nos ambientes físicos, bióticos e antrópicos (RABELLO QUADROS; NASSI, 2015), no qual são avaliados por Estudos de Impacto Ambiental - EIA (JONSSON; JOHANSSON, 2012).

Os indicadores ambientais podem ser classificados como gases de efeito estufa que são liberados pela operação do transporte, destacando-se o dióxido de carbono – CO₂, gás metano – CH₄, óxido nitroso – N₂O, vapor de água H₂O e clorofluorcarbonos – CFC, porém, na emissão de gases de efeito estufa pelos transportes, destaca-se o CO₂ que é emitido pela queima direta do diesel, o combustível mais utilizado para os transportes de carga (LANDMANN; RIBEIRO; DEÁK, 2007; SALLING; LELEUR, 2011; SCHADE; SCHADE, 2005; CBA GORHAM, 2002).

Os indicadores de poluição atmosférica envolvem a emissão de hidrocarbonetos, emissão de aldeídos; emissão de monóxido de carbono (CO); emissão de gases acidificantes como SO_x, NO_x e emissão de materiais particulados. No caso dos veículos a diesel, a maior parte das emissões ocorre sob a forma de fuligem emitidas pelos motores (CULLINANE; EDWARDS, 2010).

Porém, alguns indicadores ambientais são característicos de empreendimentos de infraestrutura específicos para determinados tipos de modos de transportes como em hidrovia, por exemplo, que apresentam como indicadores ambientais, detritos flutuantes, nível pluviométrico, cobertura vegetal natural, produtividade e diversidade biológica, erosão e inundação, além dos sedimentos consequentes do processo de dragagem, vulnerabilidade, capacidade de sobrevivência e recuperabilidade do ambiente (BAROUD et al., 2014; BATES et al., 2015; CANTASANO; PELLICONE, 2014).

De forma complementar e sob o aspecto da sustentabilidade, no estudo de Schade e Schade (2005), para a avaliação de um cenário com redução de 80% da emissão de CO₂ até o ano de 2030 foram consideradas reduções de 90% de NO_x e materiais voláteis, 99% de materiais particulados e ruídos menores que 65 dB (decibéis). Já para o ano de 2050, estima-se que a redução da emissão de CO₂ seja 50% menor que a encontrada em 2030.

Já em relação ao aspecto político, de acordo com Geurs, Boon e Wee (2012), a avaliação da viabilidade da política dos transportes deve suprir as necessidades das dimensões econômica, ambiental e social devido aos processos de regulação ao poder do Estado (SALLING; LELEUR, 2011).

Nos sistemas de hidrovia interior deve ser realizado o processo de prioridade para os projetos, por meio de planejamento coordenado com o investimento e implementação de políticas relacionadas às agências de transporte hidroviário interior e de gestão dos recursos hídricos (SARKAR et al., 2007).

Considerando todas as referências analisadas conforme a Tabela 2 é possível verificar que essas ferramentas usadas nos estudos de viabilidade de transportes são importantes para aplicar nos diferentes modos de transportes ou em suas combinações. A seguir serão detalhadas na ordem do maior para o menor as ferramentas mais citadas e suas respectivas contribuições.

As ferramentas mais citadas foram análise de custo-benefício e o método Multicritério. A Análise custo-benefício é uma perfeita aplicação do quadro de avaliação econômica, permitindo a comparação dos diferentes projetos, com base na mesma unidade de medida. Segundo Tudela; Akiki; Cisternas (2006), a análise custo-benefício tem sido utilizada para apoiar no processo de tomada de decisões no estudo de projeto de transportes analisando seus respectivos custos e benefícios. A análise do benefício de determinado projeto, servirá de suporte para a decisão de se realizar ou não determinado empreendimento. Por exemplo, segundo Sarkar et al. (2007), detalharam alguns benefícios encontrados na análise do modo hidroviário com rodoviário, tais como: diminuição na quantidade de emissões de gases e na poluição sonora e redução da incidência de acidentes rodoviários causados pelo congestionamento.

Segundo Macêdo; Nascimento; Kuwahara (2010) Macêdo, a consideração de variáveis não-econômicas como análise de ruídos, acidentes, poluição do ar entre outros, tem sido problemática na aplicação da análise do custo-benefício (ACB). O método Multicritério surgiu como uma alternativa à ACB para lidar com estes problemas. As decisões podem ser tomadas baseadas em alguns métodos dentre as alternativas e critérios definidos por Caixeta-Filho e Martins (2001): ELECTRE (Elimination et Choix Traduissant la Réalité); MAC (Método de Análise de Concordância); PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method); TOPSIS (Technique Order Preference by Similarity to Ideal Solution); TODIM (Tomada de Decisão Interativa e Multicritério); MAH (Método de Análise Hierárquica).

O método encontrado nos artigos do Macêdo; Nascimento; Kuwahara (2010) e do Tudela; Akiki; Cisternas (2006) foi o Método de Análise Hierárquica (MAH). Segundo Tudela, Akiki e Cisternas (2006) o MAH consiste em decompor o problema de decisão em uma hierarquia de critérios, subcritérios, atributos e alternativas. Esta hierarquia é combinada com um conjunto de pesos. Estes pesos refletem a importância relativa dos componentes da hierarquia, e vai finalmente permitir que o tomador de decisão procure a melhor solução de compromisso. Essa técnica contribuiu para resolver problemas mais complexos, como investimentos em projetos públicos, que abordam aspectos: econômicos, sociais, políticos e ambientais.

A segunda ferramenta mais citada foi a simulação de Monte Carlo que segundo Tsamboulas; Kapros (2003) é uma técnica estocástica usada para resolver problemas matemáticos. É usado números aleatórios e estatísticas de probabilidade para obter uma resposta. Os métodos de Monte Carlo selecionam aleatoriamente valores para criar cenários de um problema e resolvem problemas decorrentes da incerteza. Segundo Lima Junior e Aldz (2012), em uma análise de investimentos com a utilização da simulação de Monte Carlo foi analisado o risco da recuperação do investimento.

As ferramentas que ficaram em terceiro lugar na classificação das mais citadas foram: avaliação do investimento pelo fluxo de caixa, análise de sensibilidade e o modelo *logit*.

No trabalho do Liu et al. (1998) foi realizado uma avaliação do investimento pelo fluxo de caixa comparando o transporte dutoviário com o modo rodoviário e ferroviário e o método utilizado neste estudo baseia-se na abordagem de fluxo de caixa líquido, que considera todas as receitas (rendimentos) de um projeto de fluxo de caixa como positiva, e todos os custos (despesas) como fluxo de caixa negativo.

A Análise de Sensibilidade estuda o efeito que a alteração de uma variável de entrada (input) pode ocasionar nos resultados finais (outputs) (Lima Junior e Aldz, 2012). Segundo Brigham e Ehrhardt (2012), através de uma análise de investimentos, consegue determinar o efeito que variações nos inputs, como receitas e custos operacionais, usados para estimar fluxos caixa, podem ocasionar no valor presente líquido ou em qualquer outro fator de decisão utilizado.

Arango (2001) argumenta que o modelo *logit* é uma ferramenta da estatística para situações nas quais se deseja prever a presença ou ausência de uma determinada característica ou resultado, baseado em valores de um conjunto de variáveis independentes. O modelo logístico pode estimar a probabilidade máxima depois de transformar a variável dependente em variável de base logarítmica, calculando a probabilidade de um evento. No artigo do Cantos-Sanchez Pedro et al. (2011) where road users have to choose between a free but highly congested road and a priced free-flowing road (semi-private regime a estimativa *logit* é realizada com informações de um questionário dos usuários da rodovia para obter valor do tempo e do congestionamento dos usuários. Essas informações foram importantes para determinar a avaliação da viabilidade financeira e socioeconômica de uma nova infraestrutura rodoviária em termos de valor de tempo, de escolha de rota e de custo monetário para aliviar os problemas de congestionamento.

E as últimas citações que tiveram a mesma quantidade são: programação dinâmica, programação linear, modelo dinâmico utilizando modelos econométricos, simulação e programação de metas ponderadas (WGP), e modelo probabilístico discreto.

Segundo Powell; Jaillet; Odoni, (1995), o problema é dinâmico, uma vez que os dados mudam com o passar do tempo (os recursos são dinâmicos por se reposicionarem ao término das tarefas); o modelo utilizado para representar o problema é também dinâmico, uma vez que incorpora explicitamente a interação de atividades através do tempo; e, finalmente, o método de solução (Programação Dinâmica) é constituído de repetidas soluções, à medida que nova informação se torna disponível. No artigo de Peterson e Taylor (2001) utilizou o método de programação dinâmica para calcular a sequência e o tempo ideal dos investimentos do capital para maximizar os benefícios do valor presente em um sistema de transporte.

Segundo Moreira (2007), a programação linear é um modelo matemático desenvolvido para determinar os valores de um conjunto de variáveis de decisão, que são os valores fixos do problema, visando minimizar (ou maximizar) uma função linear (função objetivo), que é a combinação das variáveis de decisão enquanto satisfaz um sistema de restrições lineares. No trabalho do Tsamboulas e Kapros (2003) foi utilizado o modelo matemático de programação linear para determinar o percentual máximo permitido dos fundos públicos e dos fundos privados para investir em centro de distribuição de mercadorias.

De acordo com Matos (1997), a metodologia para a aplicação de um modelo econométrico está relacionada com três premissas básicas, são elas: quanto à formulação de hipóteses que devem ser reunidas num modelo matemático para operacionalizá-lo, a segunda premissa é de que se colem os dados estatísticos e estimam-se os parâmetros com a utilização de um método apropriado, já o terceiro estágio compreende a avaliação da utilização de critérios derivados de natureza estatística ou econométrica. No artigo do Ozbay; Ozmen-Ertekin; Berechman (2007) foi investigado o impacto dos investimentos de transporte em relação ao desenvolvimento econômico usando modelo econométrico.

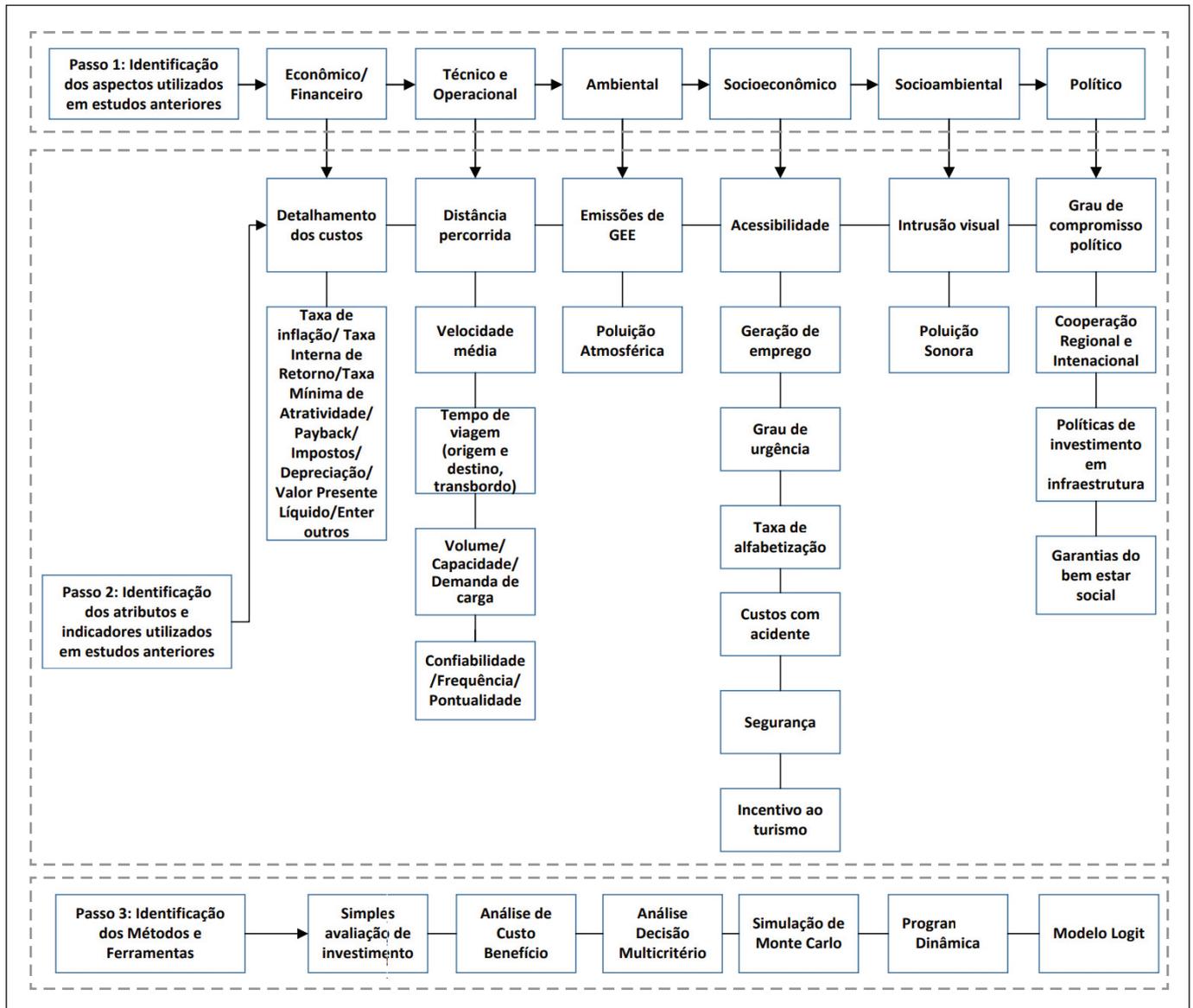
No estudo do Mishra; Khasnabis; Swain (2013) foi usado uma metodologia prática para o problema urbano de avaliação e seleção de estradas utilizando simulação e programação objetivos ponderados (WGP). Os objetivos do problema estão relacionados aos aspectos econômicos e ambientais. Os parâmetros de entrada do WGP são preparados em duas etapas. Os parâmetros da primeira etapa são - Criação de uma árvore para todos os cenários possíveis, considerando orçamento disponível, criação das equações de oferta e demanda de viagens urbanas, considerando fatores diferentes e simulação de todos os cenários possíveis e obtenção de resultados para todos os critérios através da aplicação de um software. E os parâmetros da segunda etapa são - Determinação dos pesos de todos os critérios usando a tomada de decisão em grupo e resolução para selecionar o melhor cenário.

Para finalizar, na modelagem de transportes, os modelos de escolha discreta têm sido adotados para abordar as escolhas modais, com o objetivo de representar o comportamento de um indivíduo que deve realizar uma escolha dentro de um conjunto de alternativas (ônibus, automóvel ou metro, por exemplo) para realizar um deslocamento. A partir dos dados obtidos, a modelagem pode ser feita por um tipo de modelo de escolha discreta e os modelos mais utilizados são os métodos de regressão (DEUS, 2008).

O conteúdo destes trabalhos ajuda a entender como os modelos/ferramentas podem ser aplicados nos estudos de viabilidade em transportes, indicando uma contribuição nas diversas formas de estudar a análise de investimento. Não se pode afirmar qual destes métodos é mais fácil de aplicar ou apresenta melhores resultados, sendo a sua escolha dependente da disponibilidade de dados confiáveis e do entendimento que se dispõe as variáveis de estudo.

Para uma melhor compreensão, propõe-se uma estruturação dos aspectos relacionados com cada atributo ou indicadores e das ferramentas utilizadas conforme a Figura 6.

Figura 6 - Detalhamento estruturado das variáveis.



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Na área de transporte, normalmente as obras geram fortes impactos ao meio ambiente e ao ecossistema do entorno, por isso o estudo detalhado é cada vez mais exigido. Conforme a Figura 6, esse detalhamento será importante para assegurar a compatibilidade com todos os investimentos previstos, a serem implantados por todos os atores públicos e ou privados que planejam ou executam projetos. Será importante também porque poderá identificar a alternativa mais viável para a sociedade, para o governo e para as empresas. O levantamento de todas essas informações tem como foco a diminuição das incertezas relacionadas aos estudos de viabilidade.

6. CONCLUSÕES

O artigo objetivou fazer uma revisão sistemática sobre a literatura nacional e internacional sobre estudos de viabilidade de transportes, para atender as necessidades dos estudos de viabilidade em hidrovias.

Nesse sentido, utilizando a Revisão Sistemática, este artigo buscou identificar o panorama de referências acadêmicas sobre viabilidade de hidrovias. Isto, visando contribuir para o “know-how” no estudo de viabilidade.

As palavras-chave buscadas foram divididas em dois temas: viabilidade de transportes e viabilidade de hidrovias. O critério de seleção foi: período de 20 anos, referências acadêmicas e referências de acordo com o tema estudado.

Por meio das análises quantitativas as variáveis de destaque foram de aspecto econômico – financeiro e técnico e operacional, porém, foi observada a preocupação da avaliação de aspectos ambientais, sociais e políticos nos últimos dez anos. Foi observado também que os estudos possuem maior foco em sistemas de transporte rodoviário e transporte de carga e pouco em transporte hidroviário, necessitando da realização de estudos de viabilidade em hidrovias, assim como em portos e terminais.

Entre as ferramentas e métodos identificados nos estudos, há destaque para análise de custo benefício e métodos de análise de viabilidade incluindo simulação de Monte Carlo, no qual todas as ferramentas e métodos poderão contribuir para futuros estudos aplicados em sistemas que englobam o transporte hidroviário.

Como resultado considera-se como contribuição, as variáveis e os métodos e ferramentas utilizadas em empreendimentos de diferentes sistemas de transportes podendo ser aplicados em estudo de viabilidade em sistemas de transporte hidroviário, pois esse necessita da interação entre os outros sistemas de transporte para a realização de sua atividade.

A partir da revisão sistemática da literatura foi identificado a exaustão na busca dos estudos analisados, a seleção justificada dos estudos por critérios de inclusão e exclusão explícitos e a avaliação da qualidade metodológica, bem como a quantificação do efeito dos tratamentos que podem contribuir para estudos futuros, inclusive em sistema de transporte hidroviário.

Foi possível também propor um detalhamento estruturado que vai contribuir na aplicação de futuros trabalhos para diferentes tipos de viabilidade. Na viabilidade técnica vai contribuir no levantamento da existência de qualquer problema técnico que configure empecilho à implantação e/ou operacionalização do empreendimento. Na avaliação financeira e econômica vão contribuir respectivamente na maximização do retorno e no bem-estar social abrangendo o interesse da economia como um todo. Já na avaliação ambiental, através do levantamento das variáveis, será possível identificar e avaliar os impactos ambientais potenciais decorrentes das obras e do funcionamento do empreendimento. Em relação ao estudo de viabilidade social, dependendo dos objetivos do projeto, as contribuições podem ser a criação de oportunidade de emprego, melhoria da distribuição de renda, qualidade de vida por meio de melhores serviços de saúde, transporte, habitação, saneamento básico e lazer. E para finalizar, o detalhamento das variáveis em relação a viabilidade política vai contribuir para assegurar que o projeto esteja inserido nas políticas e programas governamentais e institucionais; e que o mesmo obedeça aos aspectos legais vigentes.

REFERÊNCIAS

- AFFONSO, F. L. **Metodologia para implantação de Sistema de Gestão Ambiental em serviços de engenharia para empreendimentos petrolíferos: Um estudo de caso.** 2001. 243f. Dissertação (Mestrado em ciências em planejamento energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- ANNEMA, J. A.; KOOPMANS, C.; VAN WEE, B. Evaluating Transport Infrastructure Investments: The Dutch Experience with a Standardized Approach. **Transport Reviews**, v. 27, n. 2, p. 125–150, 2007.
- ARANGO, H. G. **Bioestatística Teórica e Computacional.** Rio de Janeiro. Guanabara Koogan S.A., 2001.
- BAROUD, H.; MARQUEZ-RAMIREZ, J. E.; BARKER, K.; ROCCO, C. M. Stochastic Measures of Network Resilience: Applications to Waterway Commodity Flows. **Risk Analysis**, v. 34, n. 7, p. 1317–1335, 2014.
- BATES, M. E.; LENT-FOX, C.; SEYMOUR, L.; WENDER, B. A.; LINKOV, I. Life cycle assessment for dredged sediment placement strategies. **Science of the Total Environment**, v. 511, p. 309–318, 2015.
- BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. C. **Administração financeira: teoria e prática.** 13 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2012.
- CANTASANO, N.; PELLICONE, G. Marine and river environments: A pattern of integrated coastal zone management (ICZM) in calabria (southern italy). **Ocean and Coastal Management**, v. 89, p. 71–78, 2014.
- CANTOS-SANCHEZ, P.; MONER-COLONQUES, R.; SEMPERE-MONERIS, J. J.; ÁLVAREZ-SANJAIME, O. **Viability of new road infrastructure with heterogeneous users.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 45, n. 5, p. 435–450, 2011.
- CHANG, Z. Financing new metros-The Beijing metro financing sustainability study. **Transport Policy**, v. 32, n. April 2013, p. 148–155, 2014.
- CHARLES, L. Sea-river shipping competitiveness and its geographical market area for the Rhône-Saône corridor. **Journal of Transport Geography**, v. 16, n. 2, p. 100–116, 2008.

CONSALTER, M. A. S. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. ADAPAR. **Oficina de Projetos**, 2012. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/ATG/SEGUNDA_OFICINA_PROJETOS.ppt>. Acesso em: 04 Outubro 2014.

CULLINANE, S.; EDWARDS, J. Assessing the environmental impacts of freight transport. *In*: MCKINNON, A; CULLINANE, S; BROWNE, M; WHITEING, A. **Green Logistics**. Improving the environmental sustainability of logistic. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. pp. 31-48. 2010.

DEHNAVI, H. K. A solution for urban road selection and construction problem using simulation and goal programming-case study of the city of Isfahan. **Transport Policy**, v. 29, p. 46-53, 2013.

DEUS, L. R. **A influencia da Forma Urbana no Comportamento de Viagens das Pessoas – Estudo de Caso em Uberlândia**, MG. 2008. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de Sao Carlos, Sao Carlos/ SP, 2008.

LIMA JÚNIOR, M. P.; ALDATZ, R. J. Análise de investimento do segmento de transporte em condições de incerteza e risco. **Revista Ambiente Contabil**, v. 5, n. 1, p. 224, 2013.

DE PALMA, A.; PICARD, N.; ANDRIEU, L. Risk in Transport Investments. **Networks and Spatial Economics**, v. 12, n. 2, p. 187–204, 2012.

FERREIRA, B, L, G; SILVA, M. A. V. Análise da relação entre variáveis socioeconômicas e o número de viagens de veículos de carga na região metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 2, n. 1, 2016.

GORMAN, M. F. Evaluating the public investment mix in US freight transportation infrastructure. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 42, n. 1, p. 1–14, 2008.

GORHAM, R. **Air pollution from ground transportation**. An assessment of causes, strategies and tactics, and proposed actions for the international community. The Global Initiative on Transport Emissions. A Partnership of the United Nations and the World Bank. United Nations. 2002.

GOTTGENS, J. F.; PERRY, J. E.; FORTNEY, R. H.; MEYER, J. E.; BENEDICT, M.; ROOD, E. B. The Paraguay-Parana Hidrovia: Protecting the Pantanal with lessons from the past. **Bioscience**, v. 51, n. 4, p. 301–308, 2001.

HENSHER, D. A.; HO, C.; MULLEY, C. Identifying preferences for public transport investments under a constrained budget. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 72, p. 27–46, 2015.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/e62d/bbbbe70cabcd3335765009e94ed2b9883d5.pdf>>. Acesso em: 04 Outubro 2014. 2007.

LANDMANN, M. C.; RIBEIRO, H.; DEÁK, C. Uma proposta metodológica para estimar o custo da poluição do ar nas análises de viabilidade de sistemas de transportes urbanos. **Transportes**, v. 15, n. 1, p. 42–49, 2007.

LEVIKANGAS, P., MICHAELIDES, S. Transport system management under extreme weather risks: views to project appraisal, asset value protection and riskaware system management. **Nat Hazards**, v. 72. p. 263–286. 2014.

LIU, H.; NOBLE, J. S.; WU, J.; ZUNIGA, R. Economics of coal log pipeline for transporting coal. **Transpn Res.-A**, v. 32, n. 5, p. 377–391, 1998.

MACÊDO, C. D. S.; NASCIMENTO, J. C. DO; KUWAHARA, N. Estudo comparativo da análise hierárquica com multiobjetivo para seleção de projetos públicos de investimento em infra-estrutura de transporte. **Transportes**, v. 18, n. 2, p. 46–52, 2010.

MATOS, O. C. **Econometria Básica: Teoria e Aplicação**. 2ª edição, ed. Atlas. São Paulo, 1997.

MASIERO, L.; MAGGI, R. Estimation of indirect cost and evaluation of protective measures for infrastructure vulnerability: A case study on the transalpine transport corridor. **Transport Policy**, v. 20, p. 13–21, 2012.

MISHRA, S.; KHASNABIS, S.; SWAIN, S. Multi-entity perspective transportation infrastructure investment decision making. **Transport Policy**, v. 30, p. 1–12, 2013.

MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. D. A Viabilidade Ambiental no Licenciamento de Empreendimentos Perigosos no Estado de São Paulo. **Engenharia Sanitária Ambiental [online]**, v. 13, n. 4, p. 435-442, 2008.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa operacional**: curso introdutório. São Paulo: Thomson Learning, 356 p. 2007.

MPOG. Manual de Apresentação de Estudos de Viabilidade de Projetos de Grande Vulto. **Sistema de Informações Gerenciais e de Planejamento**, 2009. Disponível em: <<http://www.sigplan.gov.br/download/manuais/manualevtepgv2%2817092009%29aprovado.pdf>>. Acesso em: 22 Setembro 2014.

OZBAY, K.; OZMEN-ERTEKIN, D.; BERECHMAN, J. Contribution of transportation investments to county output. **Transport Policy**, v. 14, n. 4, p. 317-329, 2007.

PANIGRAHI, J. K.; PRADHAN, A. Competitive maritime policies and strategic dimensions for commercial seaports in India. **Ocean and Coastal Management**, v. 62, n. 11, p. 54-67, 2012.

PETERSEN, E. R.; TAYLOR, A. J. An investment planning model for a new North-Central railway in Brazil. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 35, n. 9, p. 847-862, 2001.

POKORNÁ, O.; MOCKOVÁ, D. Models of Financing and Available Financial Resources for Transport Infrastructure Projects. **Acta Polytechnica**, v. 41, n. 6, 2001.

POWELL, W. B.; JAILLET, P.; ODONI, A. Stochastic and dynamic networks and routing. *In*: HANDBOOK IN OPERATIONS RESEARCH AND MANAGEMENT SCIENCE, 8: Network Routing. M.O. Ball et al. (eds), **Anais...** Amsterdam; Boston: Elsevier, p. 141-295. 1995.

RABELLO QUADROS, S. G.; NASSI, C. D. An evaluation on the criteria to prioritize transportation infrastructure investments in Brazil. **Transport Policy**, v. 40, p. 8-16, 2015.

RAHMAN, M. A. et al. Selection of the Best Inland Waterway Structure: A Multicriteria Decision Analysis Approach. **Water Resources Management**, v. 29, n. 8, p. 2733-2749, 2015.

- SALLING, K. B.; LELEUR, S. Transport appraisal and Monte Carlo simulation by use of the CBA-DK model. **Transport Policy**, v. 18, n. 1, p. 236–245, 2011.
- SARKAR, P.; MATHUR, V.; MAITRI, V.; KALRA, K. Potential for Economic Gains from Inland Water Transport in India. **Journal of the Transportation Research Board**, v. 2033, n. 2033, p. 45–52, 2007.
- SCHADE, B.; SCHADE, W. Assessment of Environmentally Sustainable Transport Scenarios by a Backcasting Approach with ESCOT. **Proceedings of the 23rd International Conference of the System Dynamics Society**, v. 25, n. 6, p. 134, 2005.
- SEHN, D. **Avaliação Econômica de Projetos de Infraestrutura de Transportes: Uma Metodologia Aplicada à Tomada de Decisão Governamental**. 2009. 93f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.
- SENNA, L. A. D. S. **Economia e Planejamento dos Transportes**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- SOUZA, S. C. F. **Modelos para Estimativa de Viagens Geradas por Instituições de Ensino Superior**. 2007. 184f. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade Federal de Brasília. Brasília, DF, 2007.
- THEORETICAL, D. O. G. **Теоретичні та практичні підходи до визначення інвестиційного потенціалу залізниць України**. p. 141–143, 2013.
- TRUSCHKIN, E.; ELBERT, R. Horizontal transshipment technologies as enablers of combined transport: Impact of transport policies on the modal split. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 49, p. 91–109, 2013.
- TSAMBOULAS, D. A. A tool for prioritizing multinational transport infrastructure investments. **Transport Policy**, v. 14, n. 1, p. 11–26, 2007.
- TSAMBOULAS, D. A.; KAPROS, S. Freight village evaluation under uncertainty with public and private financing. **Transport Policy**, v. 10, n. 2, p. 141–156, 2003.
- TUDELA, A.; AKIKI, N.; CISTERNAS, R. Comparing the output of cost benefit and multi-criteria analysis: An application to urban transport investment. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 40, n. 5, p. 414–423, 2006.