

INVESTIGAÇÃO DE OPÇÕES DE TRANSPORTE DE CARGA GERAL EM CONTÊINERES NAS CONEXÕES COM A REGIÃO AMAZÔNICA

Karênina Martins Teixeira

João Alexandre Widmer

Escola de Engenharia de São Carlos

Universidade de São Paulo

RESUMO

Com o elevado crescimento industrial dos principais estados da região norte do país e predominância do transporte rodoviário no corredor norte-sudeste, esse artigo tem como objetivo avaliar opções de transporte intermodal, econômica e operacionalmente mais atraentes que as praticadas hoje no transporte de carga geral fracionada (produtos e insumos industrializados) em conexões com a região Amazônica. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que opções de rotas rodo-marítimas e rodo-fluviais apresentam significativas reduções no custo total de transporte com relação às rotas preferenciais hoje praticadas para as ligações entre Belém-São Paulo e Manaus-São Paulo. Os resultados mostram, também, não haver perspectivas para o transporte rodo-ferroviário e rodo-fluvial-ferroviário nessas ligações, uma vez que, neste caso, o custo obtido é maior que o das rotas rodoviárias hoje praticadas.

ABSTRACT

With the great industrial growth in the main states of the northern region of the country and the predominance of road transport in the north/southeast corridor, this research evaluates intermodal transport options that are economically and operationally more attractive than the general cargo transport routes used today. The results demonstrate that the road-marine and road-river route options show substantial reductions in the total transport cost when compared to the dominant road transport routes “Belém-São Paulo” and “Manaus-São Paulo”. The results also reveal that there is for the road-rail and road-river-rail modal systems as the cost is higher than the present road and river-road alternatives.

1. INTRODUÇÃO

Comércio e indústria, atualmente, respondem por parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil e juntos demandam significativa quantidade de transporte de carga, principalmente do tipo fracionada, fato que, nos últimos anos provocou o crescimento do transporte desse tipo de carga. O elevado crescimento industrial, em 2004 e 2005, nos principais estados da região norte do país, Amazonas e Pará, indicam o aumento potencial da demanda por transporte de carga fracionada entre o norte e o sudeste, que concentra o maior mercado consumidor do Brasil. As grandes distâncias, entre o norte e o sudeste, fazem o custo de transporte ter impacto significativo no preço final das mercadorias. Esse fato levou à procura por opções de transporte de menor custo, para tornar os produtos fabricados na região norte mais competitivos no mercado interno. Atualmente, existe predominância do transporte rodoviário no corredor norte-sudeste, o que desperdiça, por hipótese, o potencial de outros modos de transporte, como cabotagem, transporte fluvial e, futuramente, transporte ferroviário (Ferrovia Norte-Sul e Ferronorte) (TEIXEIRA, 2007).

Isso motivou o desenvolvimento desta pesquisa, que tem como objetivo avaliar opções de transporte intermodal, econômica e operacionalmente mais atraentes que as praticadas hoje no transporte de carga geral fracionada (produtos e insumos industrializados) em conexões com a região Amazônica. Com o trabalho busca-se responder as seguintes indagações:

- Existe perspectiva de transporte de carga geral em contêineres na Ferrovia Norte-Sul (FNS), uma vez concluída a ligação Belém (PA) - Senador Canedo (GO), considerando os resultados encontrados no trabalho?
- O advento de Combinações de Veículos de Carga de grande capacidade volumétrica, as chamadas CVCs, inviabiliza a prática do transporte intermodal de carga geral em longas distâncias?
- Considerando o potencial brasileiro natural para o transporte marítimo de cabotagem, a utilização deste modo para o transporte de carga geral em contêineres nas conexões com a região amazônica representa, de fato, uma redução no custo de transporte?

2. TRANSPORTE INTERMODAL

Historicamente, a competição entre os vários modos de transporte incentivou a formação de sistemas de transportes segmentados e desconectados uns dos outros. Cada modo, em particular, procurava explorar suas vantagens quanto ao custo, operacionalidade, confiabilidade e segurança. Porém, com o passar dos anos e o desenvolvimento da pesquisa em ciência e tecnologia, observou-se que a utilização de diferentes modos de transporte integrados em uma única cadeia logística trazia muitos benefícios à eficiência do sistema de transporte. Assim, a partir dos anos 60 teve início um grande esforço, no Brasil e no mundo, com o intuito de promover as cadeias logísticas de transporte nas quais as vantagens oferecidas individualmente por cada modo são integradas e utilizadas em uma única cadeia de transporte, denominada cadeia de transporte intermodal.

Para Hayuth (1992), Slack (1998), Duin (2002), Fricker e Whitford (2004), Rodrigue *et. al* (2006), o transporte intermodal é definido como o movimento realizado por mais de um modo de transporte, caracterizando um serviço porta-a-porta com uma série de operações intermediárias de transbordo realizadas entre os modos envolvidos, de forma eficiente, e com a responsabilidade de um único prestador de serviços através de um único documento. Para os mesmos autores, o transporte multimodal é definido como o transporte de determinado tipo de carga, utilizando mais de um modo de transporte; porém, a cada operação de transbordo, da origem até o destino, a responsabilidade da carga e o conhecimento de carga são transferidos entre os transportadores.

3. MÉTODO

Os cenários podem descrever estratégias com várias possibilidades futuras, mas não prever o futuro. O propósito da construção de cenários é antecipar possibilidades e verificar seus impactos. Essa técnica é muito usada por governos, empresas e militares, como ferramenta de análise de tomada de decisão diante de incertezas (MIETZNER e REGER, 2004). O método desenvolvido por Ratcliffe (2000) consiste genericamente nas seguintes etapas: identificação do problema; avaliação dos fatores chave para a solução; descobrir as forças diretivas que podem provocar mudanças nos fatores chave; classificação dos fatores chaves e das forças diretivas; projeções de alternativas; desenvolvimento dos cenários; e, por fim, o processo de análise que permite encontrar a melhor solução em cada cenário.

O método adotado nesta pesquisa foi a construção de cenários específicos para o problema do transporte de cargas por rotas de menor custo, entre o norte e o sudeste, para o caso do transporte de carga geral, o qual foi formulado com base no método desenvolvido por Ratcliffe (2000). Um

Sistema de Informação Geográfica (SIG), voltado especificamente para análise de problemas de fluxos em redes de transporte, será a ferramenta usada para a construção e análise dos cenários obtidos neste trabalho. Apesar de ter sido desenvolvido para solução de um problema específico, o método pode ser aplicado para solução de outros tipos de problemas semelhantes ao objeto deste estudo. A estrutura geral do método desenvolvido consiste na execução de cinco etapas, conforme mostra o diagrama apresentado na figura 1.

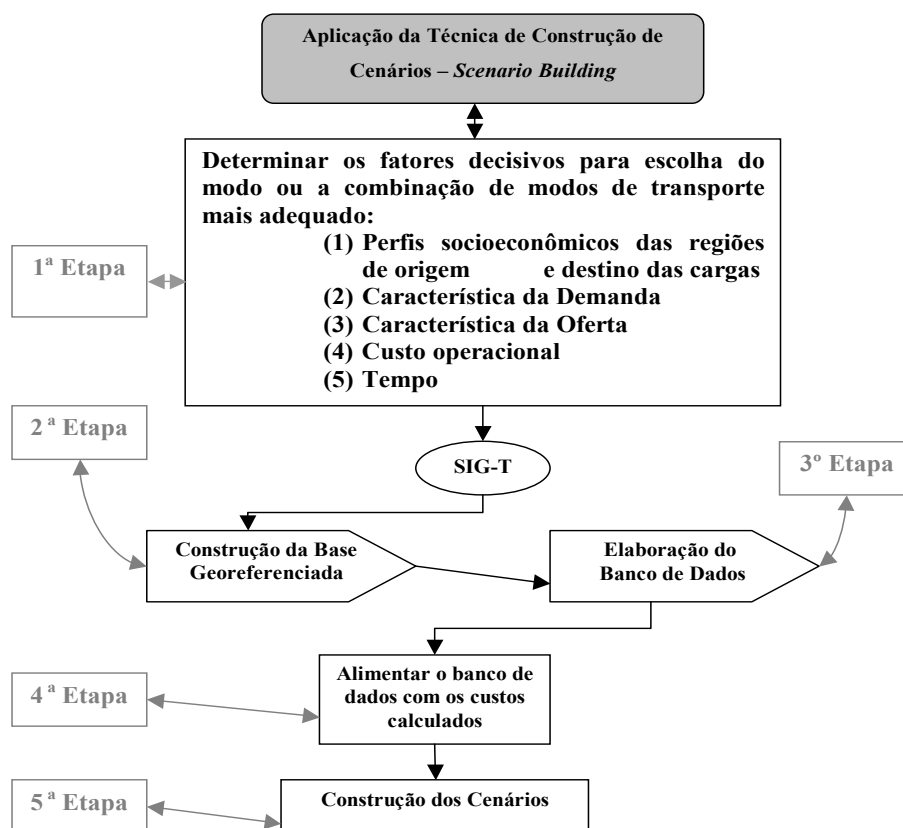


Figura 1: Fluxograma representativo do método proposto

A primeira etapa consiste na caracterização dos fatores que influenciam na escolha da melhor opção de rota para transporte de cargas. Os fatores considerados nesta pesquisa foram obtidos a partir de entrevistas realizadas durante visitas a empresas de transporte da região metropolitana de Belém. As rotas intermodais admitidas neste estudo podem combinar os modos: Rodoviário e Marítimo; Rodoviário e Ferroviário; Rodoviário e Fluvial; Rodoviário, Marítimo e Ferroviário; e Rodoviário, Fluvial e Ferroviário.

3.1 Características da Demanda no Corredor Norte-Sudeste

Na região norte do país há dois tipos de demanda pelo transporte de carga fracionada. A primeira é a demanda por produtos manufaturados em geral, como por exemplo, roupas, sapatos, utensílios domésticos, alimentos, bebidas etc., devido à industrialização limitada da região. Sendo

que o maior volume desse tipo de demanda é transportado entre o sudeste, região de alta industrialização, e o norte. A segunda demanda acontece no sentido inverso, pois se caracteriza pelo escoamento da produção da ZFM – Zona Franca de Manaus, pólo industrial da região norte, em direção ao sudeste, maior mercado consumidor do Brasil. A demanda por transporte de cargas no sentido norte-sul teve início com a descentralização da indústria brasileira nas últimas décadas, antes concentrada na região sul e sudeste do Brasil.

Para a caracterização da demanda foram coletas informações sobre o setor de transporte de carga fracionada, tendo como origem e destino o norte do país. Para a pesquisa de campo, realizada em 2004, foram visitadas nove grandes empresas de transporte rodoviário de carga fracionada na região metropolitana de Belém, todas com filial em Manaus, e por correio eletrônico foi feita consulta da principal empresa de transporte marítimo no eixo norte-sudeste. O peso específico médio encontrado calculando-se a mediana dos dados coletados em campo foi de aproximadamente 180 kg/m³. Esse foi o peso específico utilizado para caracterizar a capacidade volumétrica das tecnologias de transporte propostas nos cenários construídos e para calcular o custo de transporte por todos os modos considerados na pesquisa.

3.2 Características da Oferta no Corredor Norte-Sudeste

Foram determinadas as características da oferta de transporte rodoviário, ferroviário, fluvial e marítimo disponíveis atualmente e também foram identificados projetos futuros importantes para o transporte entre o norte e o sudeste. Também foi definido o tipo e as especificações das respectivas tecnologias utilizadas para o transporte de contêineres.

Para o transporte rodoviário foi considerada a rede de 196 mil quilômetros de rodovias asfaltadas no Brasil. Nove composições de veículos típicas foram estabelecidas para o transporte rodoviário, respeitando os limites impostos pelas Resoluções Nº. 210/06 e 211/06 do CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito, DENATRAN (2007). Quatro composições são do tipo carga geral, ou seja, são do tipo caminhão baú com carroceria de alumínio. As cinco restantes são do tipo porta-contêiner, neste caso o peso também é limitado por lei e o volume é limitado pelas dimensões do contêiner. O tipo de contêiner considerado nesta pesquisa foi o contêiner padrão ISO série 1. As medidas do contêiner considerados nesta pesquisa estão na tabela 1 A tabela 2 apresenta a descrição técnica de todas as composições adotadas neste estudo.

Tabela 1: Dimensões dos contêineres de 20 e 40 pés

Contêiner	Tara (kg)	Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)	Cubagem (m ³)
20"	2.200	2,591	2,438	6,58	41,565
40"	3.660	2,591	2,438	12,192	77,015

Tabela 2: Descrição técnica dos trens tipo do modo rodoviário

CÓDIGO	Composição Tipo	PBTC (t) Limitado por Lei	Tara (t)	Lotação (t)	Cubagem (m³)	Capacidade Disponível (t)
	CARGA GERAL					
CG01	2S3	41,50	15,85	25,65	105,00	26,00
CG02	3S2B2	57,00	20,71	36,29	105,00	40,00
CG03	3S2B2 (25m)	57,00	25,00	32,00	141,40	32,00
CG04	3S3B3	74,00	25,89	48,11	141,40	55,00
	PORTA CONTÊNER					
PC01	2S3 (20")	41,50	14,11	27,39	41,56	26,00
PC02	2S3(40")	41,50	18,07	23,43	77,02	23,00
PC03	3S2B2 (2 X 20")	57,00	21,16	35,84	83,13	34,00
PC04	3S3B3 (20"/40")	74,00	25,12	48,88	118,58	48,00
PC05	3S3B3 (3x20")	74,00	25,86	48,14	124,69	48,00
CÓDIGO	Composição Tipo	Capacidade Líquida (t)	Peso total do CVC's (t)		Comprimento (m)	Comprimento Limite (m)
	CARGA GERAL					
CG01	2S3	18,37	34,22		18,553	18,15
CG02	3S2B2	18,37	39,08		19,653	19,80
CG03	3S2B2 (25m)	24,74	49,74		24,853	25,00
CG04	3S3B3	24,74	50,62		24,853	25,00
	PORTA CONTÊNER					
PC01	2S3 (20")	7,27	21,38		10,230	19,80
PC02	2S3(40")	13,47	31,54		14,570	19,80
PC03	3S2B2 (2 X 20")	14,54	35,70		17,873	19,80
PC04	3S3B3 (20"/40")	20,74	45,86		23,410	25,00
PC05	3S3B3 (3x20")	21,81	47,67		23,410	25,00

(1) Notação de composições veiculares proposta por Widmer (2004)

A região norte possui apenas quatro ferrovias, porém todas elas desconectadas entre si. Apesar da falta de malha, o transporte ferroviário pode representar uma alternativa no transporte de carga geral fracionada entre a região norte e a região sudeste e, por isso, deve ser investigado. Parte dos 28.000 km de malha ferroviária existente no Brasil, principalmente o trecho situado na região sudeste, pode ser utilizada no transporte rodo-ferroviário nas conexões com o norte do país.

Dois projetos interessam diretamente à região norte, pois se concluídos, poderão ser rotas alternativas de transporte para escoamento da produção do norte para o resto do país, principalmente para a região sudeste, como maior mercado consumidor do Brasil. Esses projetos são a Ferronorte e a Ferrovia Norte-Sul (FNS). O atual projeto FNS prevê a construção de aproximadamente 1.980 km entre Belém (PA) e Senador Canedo (GO), atravessando as regiões centro-oeste e norte do país. A FNS conecta-se ao norte com a Estrada de Ferro de Carajás (EFC) e ao Sul com a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA). O segundo projeto mais importante, no sentido de melhorar a integração ferroviária entre o sudeste e norte, é o projeto da Ferronorte. Esse projeto prevê a construção, operação, exploração e conservação da malha ferroviária que interligará Cuiabá (MT) com os trechos ferroviários da antiga Ferrobán (atual ALL) e da FCA no Triângulo Mineiro e no Estado de São Paulo, alcançando ainda as cidades de Porto Velho (RO) e Santarém (PA). No Brasil o tipo de vagão ferroviário para transporte de contêiner é um vagão plataforma, com capacidade para um contêiner de 40 pés ou dois de 20 pés.

A Cabotagem é definida como o transporte marítimo entre dois portos do mesmo país ou entre portos de países vizinhos. Atualmente, a cabotagem vem operando em conjunto com o modo

ferroviário ou/e rodoviário nas pontas, representando uma opção para ocupar um nicho de mercado, até então explorado apenas pelo transporte rodoviário porta-a-porta. No transporte de cabotagem em contêineres há três empresas atuando: Aliança, Docenave e Mercosul Line. Os principais portos no transporte de carga nas conexões entre o norte e o sudeste são os portos de Manaus, Vila do Conde, Belém, Sepetiba e Santos. O navio típico considerado nesta pesquisa foi o Flamengo, por operar na linha entre Manaus e o Porto de Santos. A capacidade de carga desse navio é de 868 TEUs, com o PBT de 14 toneladas cada e seu calado a carga plena é de 11, 25 metros.

O transporte fluvial como principal meio de transporte de cargas entre os estados da região norte pode ser aproveitado em rotas de transporte rodo-fluviais que explorem o potencial natural da região para assim, reduzir os custos de operação. A primeira opção é a Bacia Amazônica, principal via de transporte de cargas da região norte, formada por 28 rios. O conjunto de rios da bacia Amazônica é usado como principal modo de transporte para escoamento da produção da ZFM. A hidrovía Tocantins-Araguaia é outra opção ao transporte de mercadorias nas conexões com o norte do país, principalmente quando concluída a eclusa de Tucuruí, que é o principal impedimento atual à livre navegação. A embarcação para a navegação fluvial adotada nesta pesquisa é a usada atualmente para transporte de carga geral pelo rio Amazonas. O comboio fluvial típico é composto de um empurrador e uma barça de convés liso com capacidade de 2.500 toneladas de carga paletizada ou 35 semi-reboques desengatados. O transporte fluvial praticado atualmente na Bacia Amazônica transporta comumente a carga acondicionada no próprio semi-reboque sem a unidade tratora. Esse tipo de barça de convés liso também permite o transporte de carga containerizada; neste caso, a capacidade é de 263 TEUs.

3.3 Custos Operacionais em uma Rede

Nesta pesquisa, optou-se em calcular os custos operacionais de transporte percebido ou desembolsado pelo transportador, ou seja, o custo percebido ou desembolsado pelo proprietário e operador da frota marítima (cabotagem), fluvial (navegação de interior) ou rodoviária. Os custos obtidos correspondem ao valor, em reais, despendido para o transporte de uma tonelada de carga geral com peso específico de 180 kg/m^3 em um quilômetro. Então, a unidade de custo obtida para os valores encontrados nos modelos é R\$/t.km.

O método utilizado para cálculo destes custos pelos modos rodoviário, marítimo e fluvial foi o Método dos Custos Médios Desagregados, definido por Valente *et al.* (1997) como um método baseado em parâmetros médios de consumo, ou seja, o custo é calculado levando-se sempre em conta as condições médias de operação (VALENTE *et al.*, 1997). O método é muito utilizado na prática, pois permite o cálculo desagregado dos componentes de custo. Essa facilidade permite que cada parâmetro seja atualizado conforme o tipo de tecnologia de transporte utilizada, obtendo-se assim custos diferentes para cada uma delas. É importante lembrar que o lucro não é considerado no cálculo dos custos. Os componentes dos custos calculados através do Método dos Custos Médios Desagregados estão na tabela 3.

Na aplicação do Método dos Custos Médios Desagregados foram necessárias algumas alterações na composição dos custos fixos, variáveis e indiretos (administrativos), de acordo com características de cada modo de transporte. A composição dos modelos propostos neste trabalho

teve por base os trabalhos de Novaes (1978), Masella (1979), Mendes (1999), Valente *et al.* (1997) e Sant'Anna (1997).

Tabela 3: Componentes dos custos

CUSTOS FIXOS MENSAIS	CUSTOS VARIÁVEIS	CUSTOS INDIRETOS OU ADMINISTRATIVOS
Depreciação	Combustível	Pessoal de escritórios e encargos sociais
Remuneração do capital	Óleo diesel	Impostos e taxas legais
Salário da tripulação	Óleo marítimo	Comunicação
Documentação	Mão-de-obra de manutenção	Custo com monitoramento via satélite
Seguros	Peças, acessórios e materiais de oficina	Despesas diversas
	Limpeza de caminhões, navios e balsas	

Uma consideração deve ser feita a cerca dos custos de transporte pelo modo ferroviário. As concessionárias utilizam o sistema de rateio para contabilizar receitas e despesas e, por isso, existe falta de informação sobre cada item envolvido no cálculo de parâmetros desagregados o que inviabiliza, dentro das limitações de escopo desta investigação, a montagem de um modelo de custo de transporte ferroviário. À semelhança de um grande número de pesquisas realizadas no Brasil nas últimas cinco décadas, adotou-se nesta pesquisa o referencial tarifário médio praticado pelas ferrovias no transporte de contêineres como variável proxy do custo de transporte ferroviário por tonelada quilômetro. As tarifas ferroviárias usadas foram disponibilizadas pela ANTT - Agência Nacional de Transporte Terrestre, tarifas vigentes em 29 de junho de 2004 (ANTT, 2005). Todos os custos calculados e os fretes ferroviários adotados neste trabalho têm como base o ano de 2004.

O custo fixo e o custo variável calculados por tipo de tecnologia para o transporte rodoviário são apresentados na tabela 4. O custo calculado para o transporte marítimo de carga geral em contêineres na rota norte-sudeste, foi de 0,012 R\$/ t.km. Para o transporte fluvial o custo calculado foi de 0,009 R\$/t.km. Nos casos de transporte de contêineres adicionou-se um custo fixo de 41,7 R\$/dia para o contêiner de 20 pés e 50,37 R\$/dia para o de 40 pés.

Os custos de transferência de modos nos nós que são definidos como penalidades na rede de transporte, entre a origem e o destino da carga. Nos portos foram adotadas as tarifas portuárias para movimentação de contêineres disponíveis no Relatório ANTAQ (2004). No caso de transferência de cargas acondicionadas no próprio semi-reboque, do modo fluvial para o rodoviário em terminais situados nas margens do rio Amazonas os custos foram obtidos da empresa que realiza esse tipo de operação (Transportes Bertolini), para o ano de 2004 (R\$ 2,85/t). Também foi incluída, como custo no nó, a tarifa cobrada pelo direito de passagem entre a Ferrobán (atual ALL) e a MRS no acesso ao Porto de Santos. O valor adotado, foi obtido na própria Ferrobán (ALL), para ano de 2004 (R\$ 1,20/t).

Tabela 4: Custo fixo e variável do transporte rodoviário

Código	Tipo de Tecnologia	Custo Fixo (R\$/mês)	Custo Variável (R\$/km)
CARGA GERAL			
CG01	2S3	13.619,97	1,034
CG02	3S2B2	15.423,54	1,158
CG03	3S2B2 (25m)	16.206,54	1,025
CG04	3S3B3	16.416,65	1,314
PORTA CONTÊINER			
PC01	2S3 (20")	13.025,07	1,023
PC02	2S3(40")	13.025,07	1,023
PC03	3S2B2 (2 X 20")	14.856,64	1,147
PC04	3S3B3 (20"/40")	15.113,37	1,141
PC05	3S3B3 (3x20")	15.113,37	1,141

3.4 Construção da Base Brasileira Georeferenciada de Transporte Intermodal – BBGTI

A BBGTI elaborada é uma rede não-capacitada, ou seja, no modelo é assumido que qualquer que seja a demanda por transporte em uma determinada rota, a infra-estrutura existente dispõe de capacidade de absorver toda a demanda sem restrições. Os terminais intermodais e portos associados a essa rede, também não têm restrições de capacidade. Outra característica da BBGTI é a inexistência de restrições quanto à direção de fluxo nos arcos, ou seja, os arcos são bi-direcionais. A figura 2 apresenta a BBGTI.

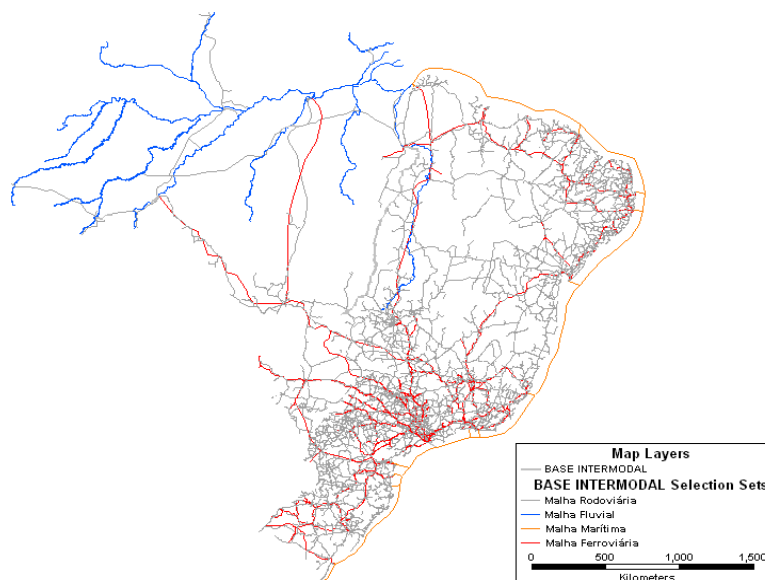


Figura 2: Base Brasileira Georeferenciada de Transporte Intermodal – BBGTI

3.5 Elaboração do Banco de Dados da BBGTI

A terceira etapa da pesquisa consistiu na construção do banco de dados relativo à base BBGTI, no qual foram incluídas informações de: modo de transporte que cada arco representa: rodoviário, ferroviário, fluvial ou cabotagem; nome de cada ferrovia, rodovia e hidrovias; estados do Brasil onde estão localizados os arcos; a bitola de cada trecho ferroviário: larga (1,60 m), estreita (1,00 m) ou mista; a velocidade média considerada para o transporte ferroviário de 25 km/h, rodoviário de 45 km/h, marítimo de 38 km/h e fluvial de 20 km/h; tempo de percurso em cada arco que foi calculado dividindo-se o comprimento de cada arco (km) pela velocidade operacional de cada modo (km/h). A etapa seguinte é a alimentação do banco de dados com os custos de transportes calculados por meio dos modelos utilizados na primeira etapa.

3.6 Construção dos Cenários para o Transporte de Carga Geral no Corredor Norte-Sudeste

Os cenários foram construídos seguindo uma estrutura lógica relacionada ao tipo de problema estudado, sendo o processo norteado, principalmente, pelos fatores caracterizados na primeira etapa. Os parâmetros que devem diferenciar os cenários entre si são: tipos de infra-estruturas de transportes disponíveis em cada cenário; tipo de veículos de transporte a serem testados; as origens e destinos das cargas que serão testados; inclusão ou não de projetos futuros para infra-estrutura de transportes. A tabela 5 apresenta todos os cenários formulados para este artigo.

Tabela 5: Cenários construídos

CENÁRIOS	INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES DISPONÍVEL	CENÁRIOS	INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES DISPONÍVEL
Cenário 1	Rodoviária-Ferrovária-Marítima-Fluvial	Cenário 2	Rodoviária
	Malha rodoviária atual	Cenário 2.1	Malha rodoviária atual
	Malha ferroviária atual	Cenário 2.2	Malha rodoviária futura
	Malha hidroviária atual		
Cenário 1.1	Infra-estrutura portuária atual		
	Malha rodoviária futura	Cenário 4	Rodoviária-Marítima
	Malha ferroviária, incluindo os trechos planejados Ferrovia Norte Sul até Açailândia e Ferronorte		Malha rodoviária atual
	Malha hidroviária, incluindo a hidrovía Tocantins - Araguaia	Cenário 4.1	Infra-estrutura portuária atual
Cenário 1.2	Infra-estrutura portuária incluindo novos portos alternativos à rota atual		Malha rodoviária futura
	Malha rodoviária futura	Cenário 4.2	alternativos à rota atual
	Malha ferroviária, incluindo os trechos planejados Ferrovia Norte Sul até Belém e Ferronorte		
	Malha hidroviária, incluindo a hidrovía Tocantins - Araguaia	Cenário 5	Rodoviária-Ferrovária-Fluvial
Cenário 1.3	Infra-estrutura portuária incluindo novos portos alternativos à rota atual	Cenário 5.1	Malha rodoviária futura
			Malha ferroviária, incluindo os trechos planejados Ferrovia Norte Sul até Açailândia e Ferronorte até Santarém
Cenário 3	Rodoviária-Fluvial	Cenário 5.2	Malha rodoviária futura
			Malha ferroviária, incluindo os trechos planejados Ferrovia Norte Sul até Belém e Ferronorte até Santarém
Cenário 3.1	Malha rodoviária atual		
	Malha hidroviária atual		
	Malha rodoviária futura		
Cenário 3.2	Malha hidroviária, incluindo a hidrovía Tocantins - Araguaia		

4. RESULTADOS

A figura 3 mostra a redução ou o aumento, em porcentagem, do custo de transporte para a rota Belém – São Paulo de todos os cenários, em comparação com a rota mais utilizada hoje, cujo custo estimado é da ordem de 480,00 R\$/t

Entre os cenários simulados de Belém para São Paulo, o melhor resultado com redução de 43% no custo foi a rota rodo-marítima utilizando os portos de Belém e Santos para embarque e desembarque das cargas e o caminhão tipo PC05 (uma CVC porta-contêiner do tipo 3S3B3), transportando três contêineres de 20 pés, nas pontas rodoviárias.. Deve ser observado que, apesar de ser a rota de menor custo, ela usa o porto de Belém que enfrenta uma série de problemas operacionais, como: falta de espaço para terminais de contêineres; conflito constante com o tráfego da cidade, por estar localizado no centro comercial de cidade; calado limitado devido ao assoreamento das margens do rio Guamá.

O segundo melhor resultado com redução no custo de 42 %, foi com a mesma rota ótima obtida nos cenários 1.1 e 4.1. substituindo o Porto de Belém pelo de Vila do Conde.

O porto de Vila do Conde é um porto preparado para receber granéis sólidos e líquidos apesar de ter um pequeno terminal de contêineres e necessitará de investimentos para viabilizar uma operação nos moldes aqui propostos.

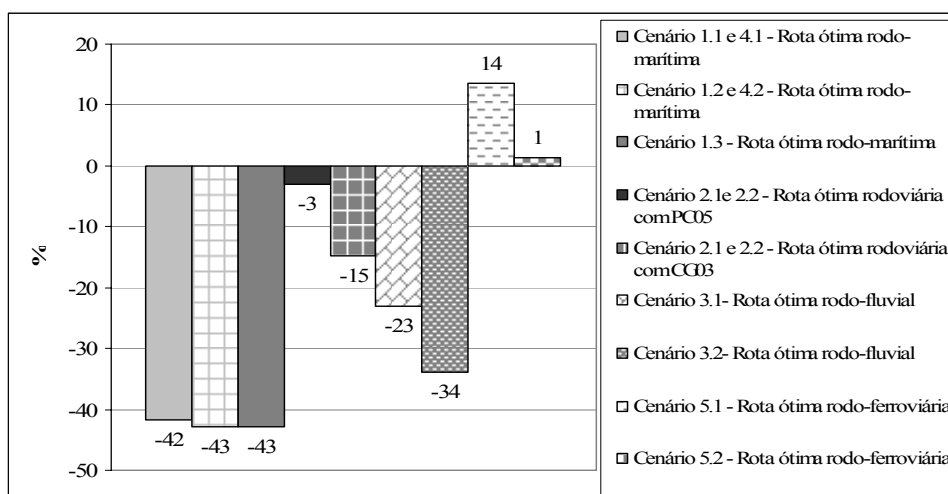


Figura 3: Percentual de redução/aumento dos custos de transporte por cenário em relação à rota rodoviária atual entre Belém e São Paulo

O resultado reforça o argumento sobre o potencial da cabotagem no Brasil, o qual, com alguns investimentos no setor e com maior incentivo à utilização, proporcionariam significativa redução dos custos de transporte de carga fracionada em contêineres no corredor norte-sudeste.

Os resultados mostram, ainda, que o transporte fluvial combinado com o rodoviário nas pontas, representa uma alternativa competitiva com redução de 34% obtida no cenário 3.2, o qual considera construídas as eclusas de Tucuruí e de Santa Isabel. Ainda assim, o uso da infraestrutura atual disponível para o transporte fluvial em rotas intermodais proporcionaria uma redução de 23% nos custos de transporte se houvesse a oferta do serviço entre Belém e Tucuruí.

A rota rodoviária porta-a-porta, substituindo o tipo de caminhão usado hoje – uma CVC de cinco eixos com PBTC de 45,5t e 18,15 metros de comprimento – pelo CG03 – uma CVC de sete eixos com PBTC de 57t e 25 metros de comprimento – representa uma redução de 15% como indica o resultado obtido nos cenários 2.1 e 2.2. A substituição da CVC CG01 pela PC05, um caminhão porta-contêiner de nove eixos com PBTC de 74 toneladas, proporciona uma redução no custo de transporte de apenas 1%. A operação desse tipo de porta-contêiner tem custo operacional maior, quando comparada com a operação de caminhões baú devido à necessidade de AET, ao custo operacional do contêiner e ao incremento de apenas três toneladas de carga útil decorrente das limitações volumétricas dos contêineres para cargas fracionadas de baixo peso específico.

O resultado do cenário 5.1 mostra que a construção da FNS até Açailândia não proporciona redução no custo de transporte entre Belém e São Paulo, ao contrário, aumenta o custo em 14% quando comparado ao custo da rota atual. A utilização da FNS, se construída até Belém, reduz esse diferencial para cerca de 1%, como indica o resultado do cenário 5.2.

Nas rotas entre Manaus e São Paulo, os resultados das opções de rotas indicam que a maior redução obtida foi de 38%, com o transporte intermodal rodo-marítimo. A cabotagem transportou em 2004 23% dos produtos fabricados na ZFM. Os produtos necessários para o abastecimento da região norte, transportados no sentido sudeste-norte, também poderiam explorar o potencial de redução nos custos de transporte oferecidos pela cabotagem. O gráfico da figura 4 traz o percentual de redução e aumento do custo obtido em cada cenário, quando comparado com a rota rodo-fluvial mais utilizada hoje na ligação Manaus-São Paulo.

Observando a figura 4, nota-se que a rota rodo-fluvial incluindo o rio Tocantins/Araguaia, caso as eclusas de Tucuruí estivessem concluídas e operando, reduziria o custo de transporte em 29%, constituindo assim a segunda melhor opção (cenário 3.2).

Porém, sem a construção da eclusa, essa rota rodo-fluvial resulta em aumento de 6% do custo de transporte, não oferecendo vantagem competitiva em relação à atual.

O transporte rodo-hidro-ferroviário não é competitivo na rota entre Manaus e São Paulo, por elevar o custo de transporte em 31%.

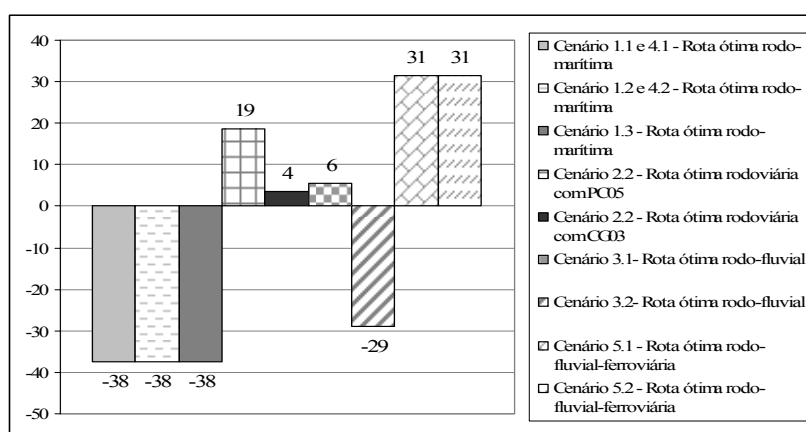


Figura 4: Percentual de redução/aumento dos custos por cenário com relação à rota atual entre Manaus e São Paulo

Uma análise de sensibilidade para avaliar as condições mínimas que tornariam o transporte rodo-ferroviário atraente se a FNS for construída até Belém, mostrou que seria necessária uma tarifa da ordem de 1/4 das praticadas, em média, na malha ferroviária brasileira atual no transporte de contêineres.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através de simulações dos cenários indicam opções de rotas intermodais que apresentam significativas reduções no custo total de transporte com relação às rotas preferenciais praticadas hoje, tanto para a ligação entre Belém-São Paulo quanto para a ligação entre Manaus-São Paulo.

A rota rodo-marítima para os casos de Belém e Manaus com a carga acondicionada em contêineres ISO de 20 e/ou 40 pés constitui o cenário mais atraente do ponto de vista de custo total de transporte.

O transporte rodo-ferroviário no caso de Belém e rodo-fluvial-ferroviário no caso de Manaus não constitui uma alternativa economicamente viável para o transporte de cargas unitizadas em contêineres ISO pois o seu custo é da ordem de 80 a 100% maior que as alternativas rodo-marítimas.

CVCs de grande capacidade do tipo CG03, em rotas rodoviárias porta-a-porta entre Belém e São Paulo apresentam uma significativa redução no custo de transporte (15%) em relação à tecnologia de transporte rodoviário atual. A utilização em larga escala de CVCs de grande capacidade volumétrica, entretanto não inviabiliza a prática do transporte intermodal de carga geral fracionada em longas distâncias, visto que as opções de transporte rodo-fluvial e rodo-marítimo são mais competitivas em termos de custo total por tonelada transportada

Cabe ressaltar que na opção de transporte rodo-marítimo, 30% dos custos de transporte referem-se às tarifas portuárias cobradas para embarque, desembarque e escala nos portos brasileiros. Uma maior eficiência no processamento de contêineres, que resulte em redução do custo operacional dos portos pode prover, portanto, ganhos ainda mais expressivos para esta opção de transporte intermodal.

A cabotagem, aliada ao transporte rodoviário nas pontas, é uma opção de transporte no corredor norte-sudeste que não necessita grandes investimentos e poderia ser utilizado com a infra-estrutura disponível hoje no Brasil, exceto pela necessária adequação do Porto de Vila do Conde, a fim de disponibilizar infra-estrutura portuária para movimentação de contêineres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTAQ (2004) – Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Tarifas Autoridades Portuárias. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2005.
- ANTT (2005) - Agência Nacional de Transportes Terrestres. Concessões ferroviárias. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/concessaofer/concessionariasfer.asp>>. Acesso em: 13 abr. 2005.
- DENATRAN (2007) - Departamento Nacional de Trânsito, Resoluções do CONTRAN, Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>. Acesso em 03 mai, 2007.
- Duin, R.V. (2002). Intermodal freight transport. In: Taniguchi, E.; Thompson, R.G. Innovations in freight transport. Southampton: WIT.
- Fricker, J.D.; Whitford, R.K. (2004). Fundamentals of transportation engineering: a multimodal approach. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Hayuth, Y. (1992). Multimodal freight transport. In: HOYLE, B.; KNOWLES, R. Modern transport geography. London: Belhaven. p.199-214.
- Masella, M.M.B. (1979). Estudo de custos de transporte rodo- ferro- hidroviário, caso do corredor Ijuí - Rio Grande. Dissertação (Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 1979.
- Mendes, A.B. (1999). Modelo econômico-operacional para o dimensionamento do transporte intermodal de carga pela hidrovia Tietê-Paraná. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- Mietzner, D.; Reger, G. (2004). Scenario approaches – history, differences, advantages and disadvantages. In: EU-US SEMINAR: NEW TECHNOLOGY FORESIGHT, FORECASTING & ASSESSMENT METHODS, 2004, Seville. Proceedings... Seville: EC-TPS. p.47-66.
- Novaes, A.G. (1976). Economia e tecnologia do transporte marítimo. Rio de Janeiro: Almeida Neves.
- Ratcliffe, J. (2000). Scenario building: a suitable method for strategic property planning? Property Management, Nova Zelândia, v.18, n.2, p 127-144.
- Rodrigue, J.; Comtios, C.; Slack, B. (2006). The Geography of transport systems. New York: Routledge.
- Sant'anna, J.A. (1997). Comportamento de pesos e valores de cargas no corredor São Paulo – Bueno Aires. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- Slack, B. (1998). Intermodal transportation. In: HOYLE, B.; KNOWLES, R. Modern transport geography. 2nd ed. Brisbane: Transportation Geography Research Group. p.264-289.
- Teixeira, K. M. (2007). Investigação de opções de transporte de carga geral em contêineres nas conexões com a região Amazônica. 2007. 235 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2007.
- Valente, A.M.; Passaglia, E.; Novaes, A.G. (1997). Gerenciamento de transporte e frotas. São Paulo: Pioneira.
- Widmer, J. A. . Proposta de Nomenclatura para Caminhões, Ônibus, CVCs-Combinações de Veículos de Carga e CVPs-Combinações de Veículos de Passageiros. In: XVIII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2004, Florianópolis. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2004. v. I. p. 624-635.

Karenina Martins Teixeira

Karenina@sc.usp.br

João Alexandre Widmer

widmer@usp.br

Escola de Engenharia de São Carlos -STT