

Custos Logísticos de Transferência de Produtos

Lívia B. Ângelo, liviabangelo@hotmail.com

1. Introdução

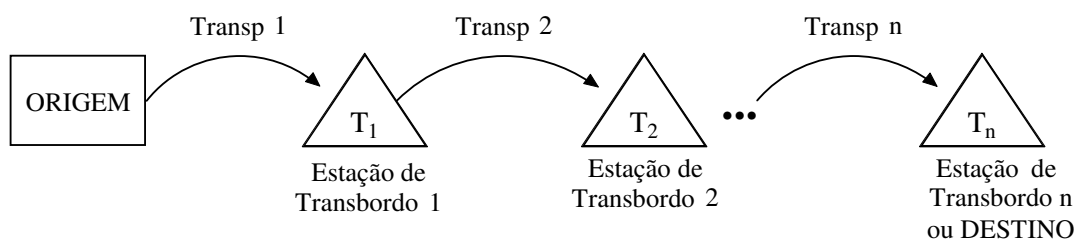
Segundo dados da Associação Brasileira de Logística (Aslog), o impacto da logística no custo final dos produtos de consumo no Brasil é de 7,2%, contra 4% nos Estados Unidos. Estamos falando de um setor que representa algo em torno de 12% do Produto Interno Bruto e que cresce a taxas de até 10% ao ano no país. Nesse contexto, o conhecimento e controle dos custos logísticos é um fator chave para a garantia da competitividade dos produtos.

Taboada (2005) indica que os custos logísticos dentro de uma empresa estão presentes principalmente em atividades de transportes, gerenciamento de estoques, armazenagem e processamento de informações. Esse estudo trata apenas do levantamento de custos referentes à atividade de transportes, especialmente por ser essa a atividade logística que, na grande maioria dos casos, mais onera o custo final dos bens e serviços.

2. Modelagem

Para se levantar os custos logísticos incorridos durante a transferência de produtos, primeiramente fez-se necessário a elaboração de um modelo, que fosse capaz de representar todas as formas de se executar uma transferência de material. A figura abaixo representa o modelo aqui proposto:

Figura 1: Representação Genérica de uma Transferência de produtos.



Primeiramente, algumas nomenclaturas serão apresentadas para facilitar o entendimento. Chamou-se de “transporte” o trecho executado por um modal em questão e de “transferência” a somatória de n transportes, que concluem a entrega de um material de sua origem ao destino almejado.

De acordo com o modelo proposto, uma transferência de produtos ocorre quando se parte do ponto de origem e se chega ao ponto de destino, independente do número de estações de transbordo em que se passa. No caso de a transferência ser executada por um único modal, a Estação de Transbordo 1 já seria a representação do ponto de destino. Já no caso de transporte intermodal ou multimodal¹, as estações de transbordo

¹ Intermodalidade: Caracteriza-se pela emissão individual de documento de transporte para cada modal utilizado ao longo de uma rota, bem como pela divisão de responsabilidade entre os transportadores;

Multimodalidade: Caracteriza-se pela emissão de apenas um documento de transporte, cobrindo o trajeto total da carga, do seu ponto de origem até o ponto de destino. Este documento é emitido pelo OTM –

seriam estações rodo-ferroviárias (ou rodo-hidroviárias ou ferro-hidroviárias) e os transportes 1, 2, ...n seriam executados cada um pelo modal em questão.

3. Elementos do Custo Logístico

Partindo-se desta modelagem, determinaram-se os elementos de custo que seriam analisados. Segundo Ballou (1993), o custo total do serviço de transporte inclui o frete para transportar a carga, taxas adicionais (como, por exemplo, tributos e taxas de recolhimento da mercadoria no ponto de origem e/ou destino), seguros e preparação ou acondicionamento das mercadorias. O estudo aqui apresentado baseou-se nessa sugestão do autor e inseriu elementos particulares, que estão discriminados abaixo:

- Frete ou Custo de Transporte;
- Seguro da carga;
- Perda de carga;
- ICMS;
- Armazenagem;
- Estoque em trânsito; e
- Transbordo.

Estes elementos de custo foram considerados presentes em todos os n trechos de transporte, conforme equação abaixo:

Equação 1: Custo Logístico Total da Transferência de Produtos.

$$C_{\text{transferência}} = \sum C_{\text{frete}} + C_{\text{seguro}} + C_{\text{perda}} + C_{\text{icms}} + C_{\text{armaz}} + C_{\text{est.trânsito}} + C_{\text{transbordo}}$$

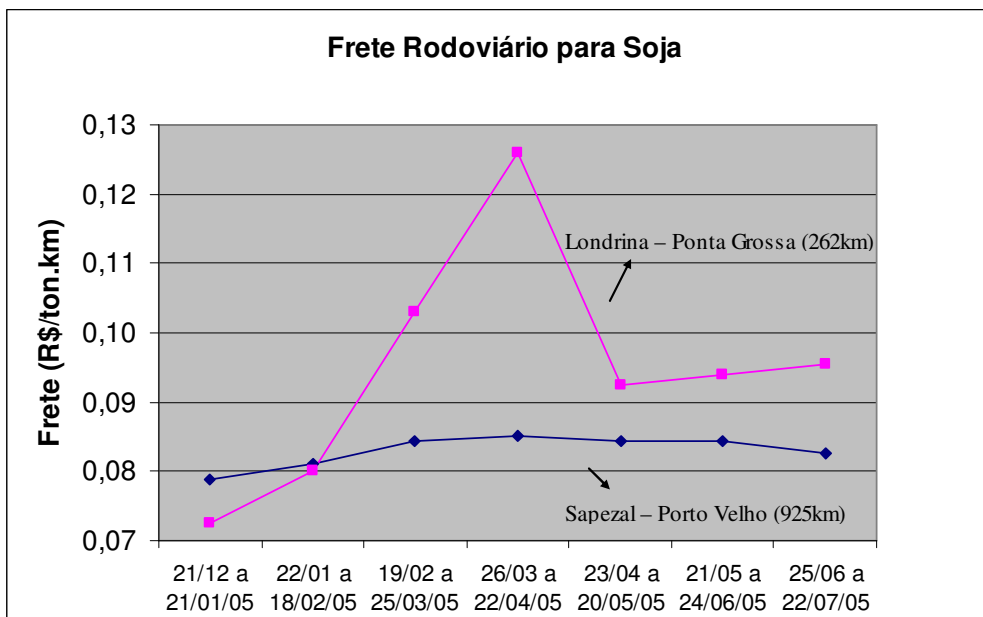
3.1. Frete ou Custo de Transporte

Quando a operação de transporte é terceirizada, esta parcela é simplesmente o preço cobrado pelo serviço, ou seja, o frete. Já no caso da operação ser feita pela própria empresa, um levantamento de custos faz-se necessário para se estimar quanto custa realizar o transporte. Não é intuito de este trabalho mostrar um sistema de custeio para levantar esse valor, no entanto apresenta-se em anexo uma planilha para cálculo do custo do km rodado por um caminhão. Ressalta-se que, além dos custos de operação do veículo (discriminados na planilha em anexo), uma empresa ainda tem outros custos (pessoal, aluguel, telefone, luz, etc...) que indiretamente estão ligados à atividade e, portanto, devem ser adicionados para se chegar ao custo final do serviço.

O valor de mercado cobrado pelo frete rodoviário é sujeito a muitas variáveis. Além da distância do percurso, a região de origem e destino da carga, o produto, o tipo de acondicionamento do mesmo, a oferta de veículos para o transporte, etc., também são fatores que influenciam o preço da tarifa praticada. Abaixo apresenta-se um gráfico de fretes para a soja:

Operador de Transporte Multimodal, que também toma para si a responsabilidade total pela carga sob sua custódia (ANTT, 2005).

Gráfico 1: Histórico de Frete Rodoviário².

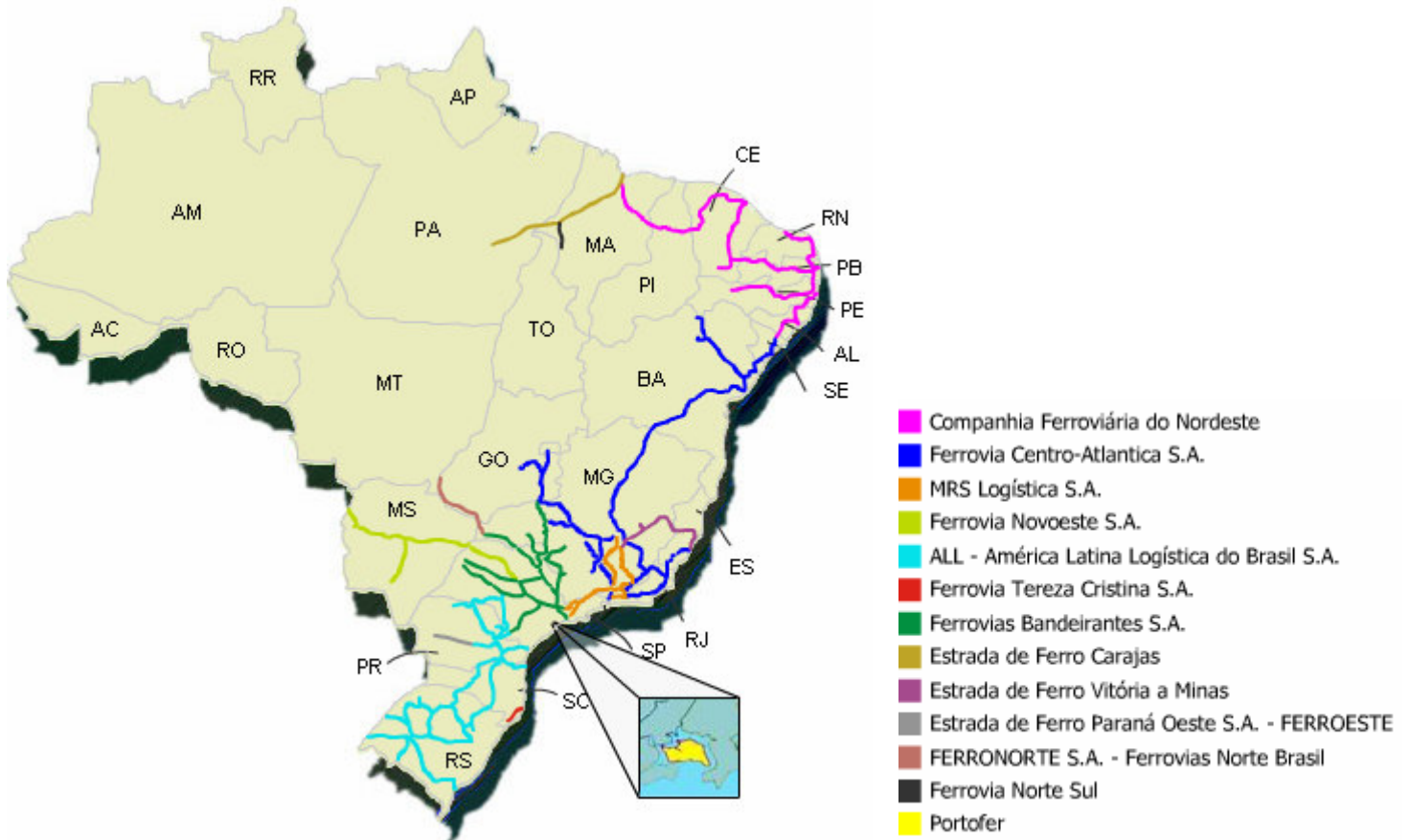


A rota Sapezal – Porto Velho é muito mais longa do que a rota Londrina – Ponta Grossa e ainda assim tem seu frete, em alguns momentos (até 18 de fevereiro), mais alto, fato este incoerente com a lógica de diluição dos custos fixos por uma quilometragem maior. Isso mostra a diversidade de aspectos já descritos, fazendo com que os valores de frete praticados no mercado sejam determinados por múltiplas questões. Os picos evidenciam a época de maior demanda por transporte, evidentemente o período da safra.

No caso de transporte ferroviário, em geral, não existe competição direta entre as empresas, pela simples razão de que cada linha possui um trajeto específico que atende uma determinada região produtora. O mapa abaixo deixa claro essa questão:

² Valores fornecidos pelo SIFRECA.

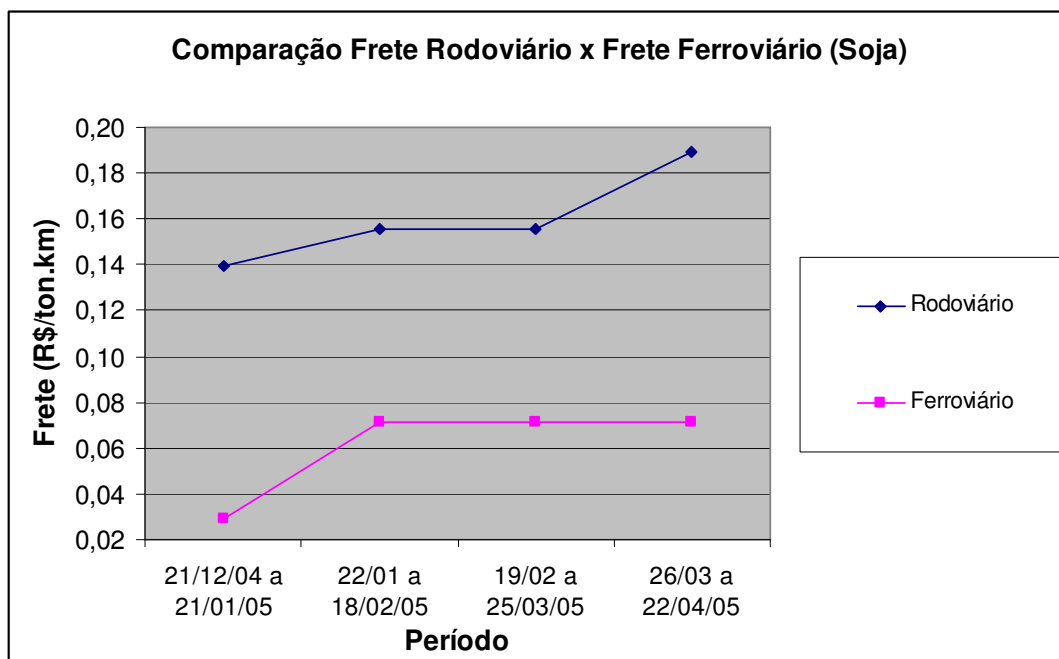
Ilustração 1: Malha Ferroviária Brasileira.



Fonte: Tecnológica.

Em última instância, o frete ferroviário acaba sendo determinado pelo frete rodoviário. Ou seja, as concessionárias verificam os fretes cobrados pelas transportadoras rodoviárias e reduzem uma porcentagem, para chegar à tarifa cobrada pela ferrovia. Os valores também dependem da política tarifária da concessionária em questão, que tipo de produto ela prioriza transportar (reduz o frete para estes produtos e aumenta para aqueles que não a interessa muito) e da disponibilidade de vagões. Abaixo, um comparativo entre o frete cobrado para ambos os modais:

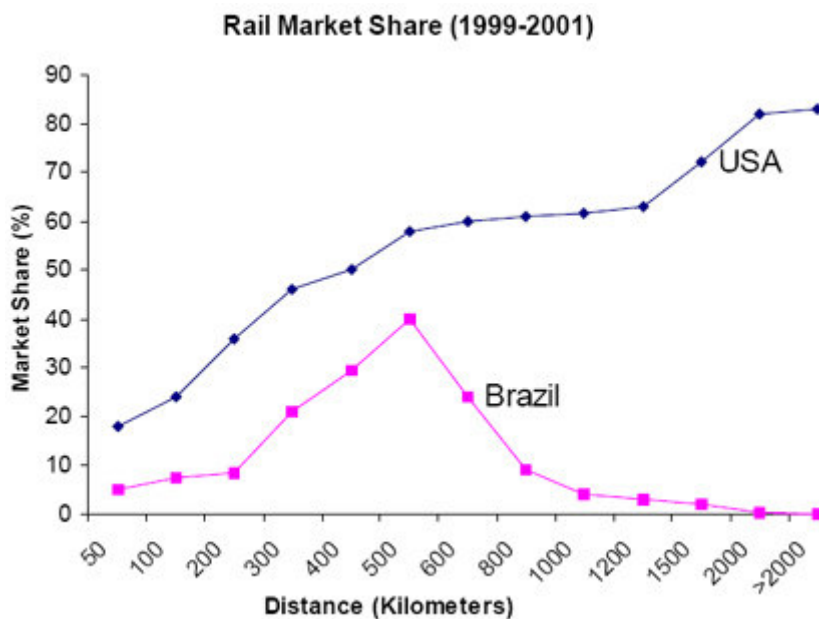
Gráfico 2: Comparação de Fretes para os modais Rodoviário e Ferroviário³.



Fonte: SIFRECA.

Através da análise de fretes ferroviários para diversos eixos de transporte observou-se que o transporte ferroviário no Brasil tem maior competitividade para curtas e médias distâncias, diferentemente do que se é reportado na literatura tradicional sobre as ferrovias (maior competitividade acima de 800km). Essa distorção na distância competitiva das ferrovias brasileiras é explicitada no gráfico abaixo:

Gráfico 3: *Market Share* da Ferrovia no Brasil e nos Estados Unidos



Fonte: Harvard e ALL

³ Comparação entre duas rotas distintas pois não se tinha dados sobre o frete rodoviário da rota Alto-Taquari – Santos. A cidade de Ipiranga (MT) é a cidade mais próxima de Alto-Taquari cujo frete é conhecido.

Segundo Sílvio dos Santos, da Secretaria de Infra-estrutura de Santa Catarina e ex-engenheiro da Metrô-SP, Fepasa, Ferronorte e Figueiredo Ferraz, esta distorção pode ser explicada pelas barreiras de tráfego mútuo, baixa velocidade (média brasileira é inferior a 30km/h), ineficiente manutenção da via e tempos de ciclo longos. Acrescenta-se a isso a questão geográfica. Como o projeto de ferrovias tem restrições quanto às rampas máximas e raios de curva, ocorre que, em alguns casos, a distância ferroviária fica excessivamente maior do que a rodoviária, dado a sinuosidade do trajeto ferroviário para adequar-se ao relevo. Isso faz com que, mesmo que o frete ferroviário por quilômetro (R\$/km) seja menor do que o do rodoviário, quando se multiplica pela quilometragem para se obter o valor pago (R\$), o valor relativo ao modal ferroviário acaba ficando maior.

3.2. Seguro da Carga

As alíquotas de seguro podem ser, dependendo da negociação realizada, fixas ou percentuais. As fixas são valores negociados de acordo com a carga movimentada. As percentuais são taxas que incidem sobre o valor da nota fiscal da carga movimentada (que também pode ser chamado de valor averbado ou valor embarcado).

Uma questão que influencia a alíquota cobrada é o Gerenciamento de Risco (GRIS). Trata-se de uma alíquota sobre o valor da mercadoria, cobrada para cobrir as despesas relacionadas com o gerenciamento de riscos ligados ao roubo de carga. Segundo o GRIS, os produtos podem ser classificados em alto, médio ou baixo risco, de acordo com o tipo de produto e suas características. Tais características, como liquidez do produto, acondicionamento, aceitação em mercados paralelos etc., fazem com que alguns produtos sejam mais visados para roubos e, conseqüentemente, tenham maiores alíquotas de seguro.

O modal utilizado no transporte também é uma questão relevante para determinação do valor do seguro. O modal rodoviário, por exemplo, possui uma malha flexível, carga fracionada (se comparado à hidrovia e à ferrovia), é carente de treinamento para os profissionais (motoristas), propício a cargas de maior valor agregado, etc., estando, portanto, mais propenso a roubos do que os demais modais. Evidentemente, devido a maior facilidade de furtos, o transporte rodoviário sofre alíquotas de seguro mais altas do que o ferroviário e hidroviário.

Além de todos esses fatores que influenciam no preço do seguro, deve-se também considerar os reajustes anuais aos quais todas as taxas estão sujeitas. Esses reajustes seguem tabelas previstas em contrato, sendo permitido a manutenção da taxa, desconto ou acréscimo, de acordo com o comportamento do Índice de Sinistralidade (ocorrência de sinistros).

Abaixo são citadas como exemplo algumas taxas de seguro rodoviário mais utilizadas no Brasil atualmente:

- Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário - Carga (RCTR-C): Seguro Obrigatório, em geral já vem incluso na cotação de frete fornecida pelas transportadoras. Coberturas: danos aos bens/mercadorias em função de: colisão, capotagem, abalroamento, tombamento do veículo transportador, incêndio ou explosão do veículo transportador.
- Responsabilidade Civil Facultativa Por Desaparecimento De Carga (RCF-DC): Seguro Facultativo. Para contratá-lo, o Segurado já deve ter adquirido o RCTR-

C. Coberturas: apropriação indébita e estelionato, sendo o desaparecimento da carga concomitante com o veículo transportador, furto simples ou qualificado, ou extorsão simples quando do desaparecimento da carga, concomitante com o veículo transportador; roubo durante o trânsito, desaparecimento total ou parcial da carga.

- Seguro de Casco: Seguro Facultativo. É o seguro do veículo. Segundo algumas transportadoras, esse não é um seguro adotado com frequência, pois, em casos de acidentes com caminhões, na maioria das vezes, ocorre perda total do veículo (o que eleva muito o valor do seguro).
- Seguro Contra Terceiros: Seguro Facultativo contra danos a terceiros.

A modelagem aqui proposta, sugere o cálculo do custo do seguro através de alíquotas percentuais, que incidem sobre o valor agregado da mercadoria (valor monetário dividido pelo peso), conforme fórmula abaixo:

Equação 2: Custo do Seguro da Carga

$$C_{seguro} = VA \times AI_{modal}$$

3.3. Perda de Carga

A perda de carga é caracterizada pela carga perdida ou avariada durante o trajeto e manipulação da mercadoria (transbordo). A percentagem de carga perdida é dependente do modal utilizado, tipo de acondicionamento do produto, idade e estado de manutenção da frota, número de transbordos, etc. Produtos containerizados não apresentam perda. Já os granéis são os campeões, especialmente quando se trata de transporte rodoviário feito por veículos antigos, chegando a gerar uma perda de cerca de 2% da carga.

Baseando-se em consultas às *traddings* do agronegócio, os índices de perda de carga aqui sugeridos são:

- Transporte Rodoviário de longa distância: 0,75%
- Transporte Rodoviário de curta distância (ponta rodoviária⁴): 0,4%
- Transporte Ferroviário: 0,2%
- Transporte Hidroviário: 0%
- Transbordo em terminal intermodal: 0,25%
- Transbordo em terminal portuário: 0,2%

O custo da perda de carga também é calculado sobre o valor agregado da mercadoria, conforme equação a seguir:

Equação 3: Custo da Perda de Carga

$$C_{perda} = VA \times I_{perda \text{ do modal}}$$

⁴ Transporte rodoviário da região produtora até um terminal ferroviário e/ou hidroviário para realização da intermodalidade (e/ou do terminal até a região consumidora).

3.4.ICMS

A incidência dos impostos na operação de transportes varia de acordo com o produto, modal, localidade, atividade e especialidade da empresa, trajeto do transporte, etc. No Brasil, de todos os tributos incidentes sobre o transporte de cargas, o ICMS é, sem sombra de dúvidas, o mais representativo. Por isso foi o único imposto considerado por este estudo. A tabela abaixo apresenta os resultados de um estudo da Federação das Empresas de Transporte de Carga no Estado do Rio Grande do Sul sobre o peso dos tributos no transporte rodoviário de cargas:

Tabela 1: Incidência dos Tributos sobre o Transporte Rodoviário de Cargas

Imposto	Percentual⁵
Cofins	3,00%
PIS	1,65%
ICMS	12,00%
CPMF	0,30%
IOF	0,12%
IPVA	0,87%
Encargos de Folha	14,47%
Taxas Diversas	0,12%
Total	31,53%

Fonte: Federação das Empresas de Transporte de Carga do Rio Grande do Sul.

Além disso, a grande maioria destes tributos, apesar de onerar a operação de transporte, é, de alguma maneira, repassada ao valor do frete cobrado. Situação essa que não é válida no caso do ICMS, pois a cotação de frete das transportadoras, em geral, não inclui o valor referente a esse imposto.

O ICMS é de competência dos estados e do Distrito Federal. Sua regulamentação constitucional está prevista na Lei Complementar 87/1996 (a chamada “Lei Kandir”), alterada posteriormente pelas Leis Complementares 92/97, 99/99 e 102/2000. No caso de prestação de serviços de transporte, a legislação brasileira (Art. 2º da LC 87/96 alterada pela LC 102/00) determina que o ICMS incida sobre “Prestações de serviço de transporte interestadual e intermunicipal, por qualquer via, de pessoas, bens, mercadorias ou valores”. O imposto não incide sobre “operações e prestações que destinem mercadorias ao exterior, inclusive produtos primários e produtos industrializados semi-elaborados, ou serviços”, como forma de incentivo às exportações. Portanto, neste trabalho, o ICMS não foi considerado elemento do custo logístico para produtos destinados ao exterior, muito embora os governos estaduais brasileiros já discutam a suspensão por completo desse incentivo.

O cálculo do custo do ICMS incidente sobre a operação de transporte é feito sobre o valor da prestação do serviço (frete). A alíquota é dependente do estado de origem e de destino da carga. Para prestações dentro de um mesmo estado (prestações internas), a alíquota é definida pelo próprio estado, conforme tabela abaixo:

⁵ Tomando como base uma empresa com Faturamento anual de R\$8.000.000,00, localizada no RS, não presta serviço de transporte municipal (isenta de ISS), folha de salários mais encargos representando 28,52% do faturamento bruto, 103% de encargos sobre a folha de salários (incluindo 13º e férias com 1/3), ICMS de 12% e desconsiderando IRPJ e CSLL.

Tabela 2: Alíquotas para Prestações Internas.

ESTADO	ICM	ESTADO	ICMS	ESTADO	ICMS
Acre	17%	Maranhão	17%	Rio de Janeiro	19%
Alagoas	17%	Mato Grosso	17%	Rio Grande do	17%
Amapá	17%	Mato Grosso do	17%	Rio Grande do Sul	12%
Amazonas	17%	Minas Gerais	18%	Rondônia	17%
Bahia	17%	Pará	17%	Roraima	17%
Ceará	17%	Paraíba	17%	Santa Catarina	17%
Distrito Federal	17%	Paraná	12%	São Paulo	12%
Espírito Santo	17%	Pernambuco	17%	Sergipe	17%
Goiás	17%	Piauí	17%	Tocantins	17%

Quando a execução de serviço de transporte tem início em um Estado e término em outro (prestações externas), a alíquota adotada para cada operação pode ser consultada na tabela a seguir:

Ilustração 2: Matriz Origem-Destino de Alíquotas para Prestações Externas.

		DESTINO																											
		AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA	PB	PR	PE	PI	RN	RS	RJ	RO	RR	SC	SP	SE	TO	
ORIGEM	AC	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	AL	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	AM	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	AP	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	BA	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	CE	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	DF	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ES	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	GO	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	MA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	MT	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	MS	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	MG	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	XX	7	12	7	7	7	7	7	12	12	7	7	12	12	7	7
	PA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	PB	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	PR	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	PE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	PI	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	RN	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	RS	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12	7	7	12	7	7	7	XX	12	7	7	12	12	7	7	7
	RJ	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12	7	7	12	7	7	7	12	XX	7	7	12	12	7	7	7
	RO	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12	12
	RR	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	12	12	12	12	12
	SC	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12	7	7	12	7	7	7	12	12	7	7	XX	12	7	7	7
	SP	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12	7	7	12	7	7	7	12	12	7	7	12	XX	7	7	7
	SE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	7	7
TO	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	XX	

Nas operações intermodais, existem duas possibilidades de incidência do imposto. A primeira, é realizar o pagamento trecho a trecho. Por exemplo, se existe uma ponta rodoviária dentro do estado do MT seguida por transporte ferroviário do MT a SP,

o custo do ICMS da operação total será 17% sobre valor do frete da ponta rodoviária mais 12% sobre o frete ferroviário. A segunda alternativa é o pagamento sobre o trajeto total, como se o transporte fosse executado por um único modal (único conhecimento de transporte). Nesse caso, o custo do ICMS seria 12% sobre a somatória dos fretes da ponta rodoviária e do trajeto ferroviário.

No entanto, vale lembrar que a segunda opção trata-se de multimodalidade, exigindo a figura do OTM – Operador de Transporte Multimodal, a quem cabe a responsabilidade pelo transporte da carga desde sua origem até seu destino final. Nesta situação, viabiliza-se a movimentação de bens por dois ou mais modais com um único conhecimento de transporte, emitido pelo OTM que assume, perante o embarcador e as autoridades fiscais, a responsabilidade total pela operação, da origem ao destino.

Atualmente, no Brasil são raras as empresas que conseguem se credenciar como OTMs, já que é exigido das mesmas um capital social de R\$ 2 milhões (conforme Lei nº 9611/98). Além disso, existem impasses com relação à questão do pagamento de seguro e cobrança de ICMS que, até o presente momento, não foram resolvidos. Por isso, acredita-se que, atualmente, a melhor forma de representar a realidade é o cálculo do ICMS trecho a trecho.

No exemplo citado anteriormente, nota-se claramente que a cobrança do ICMS trecho a trecho gera uma bi-tributação na operação intermodal, podendo, inclusive, inviabilizá-la. Isso é explicado devido à incidência de uma alíquota alta (12 ou 17% para operações internas, pois em geral as pontas rodoviárias são dentro de um mesmo estado) sobre um valor de frete também alto, já que os fretes para curtas distâncias são mais elevados (ponta rodoviária); além de somar-se o pagamento do tributo sobre o frete ferroviário. Já na operação exclusivamente rodoviária, incide uma alíquota única mais baixa (7 ou 12% para operações externas). Abaixo apresentam-se os cálculos para as duas possibilidades de pagamento do ICMS. Optou-se por estudar uma rota de exportação para também se prever quanto o pagamento do imposto encarecerá os produtos destinados ao exterior caso os estados suspendam a isenção do mesmo.

Tabela 3: Fretes Rodoviários e Ferroviário.

Origem	Destino	Modal	Dist	Safrá 2005	
				R\$/ton ⁶	R\$/ton.km
Sorriso (MT)	Santos (SP)	Rodoviário	2197	185,00	0,0842
Sorriso (MT)	Alto Taquari (MT)	Rodoviário	901	89,00	0,0988
Alto Taquari (MT)	Santos (SP)	Ferrovário	1294	98,50	0,0761

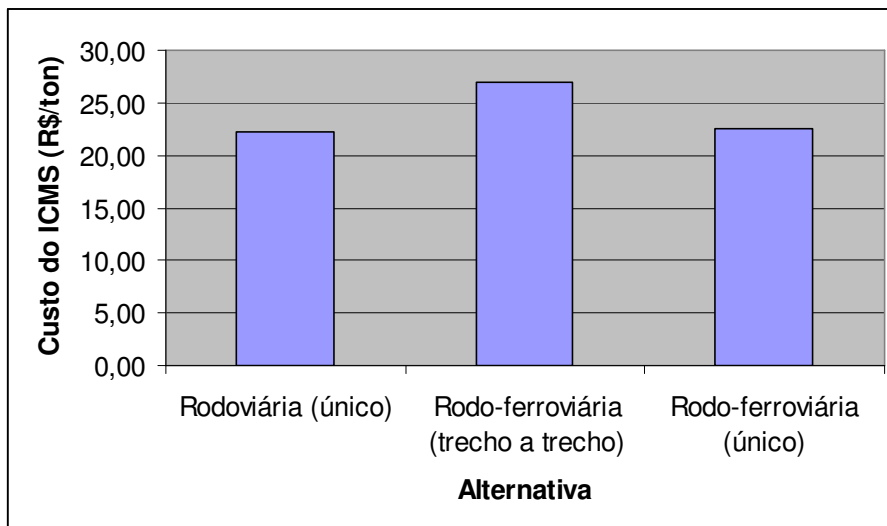
Tabela 4: Custo do ICMS.

Operação	Pagamento	Tipo de Prestação	Alíquota	Custo do ICMS (R\$/ton)
Rodoviária	Único		12%	22,20
Sorriso (MT)	Santos (SP)	Externa (MT-SP)	12%	22,20
Rodo-ferrovária	Trecho a trecho		17 e 12%	26,95
Sorriso (MT)	Alto Taquari (MT)	Interna (MT)	17%	15,13
Alto Taquari (MT)	Santos (SP)	Externa (MT-SP)	12%	11,82
Rodo-ferrovária	Único		12%	22,50
Sorriso (MT)	Santos (SP)	Externa (MT-SP)	12%	22,50

⁶ Fretes rodoviários fornecidos pela Transportadora Rodogrande (MT), consultada em 21/10/2005 e frete ferroviário fornecido pelo SIFRECA, ambos cotados para o período de Safrá de 2005.

Ou seja, para a operação rodoviária, o custo do ICMS seria de R\$22,20 por tonelada, enquanto que para a operação intermodal com pagamento trecho a trecho, seria de R\$26,95/ton (15,13 + 11,82). Caso o pagamento fosse feito sobre o trajeto único, a alternativa rodo-ferroviária teria um custo de ICMS de R\$22,50/ton, uma redução de 16,51% em relação ao pagamento trecho a trecho.

Gráfico 4: Comparação entre o Custo do ICMS.



3.5. Armazenagem

Em logística, entende-se por armazenagem a atividade de administrar o espaço físico para o recebimento/expedição e a manutenção de estoque dos materiais. O custo de armazenagem, portanto, refere-se ao custo associado à administração e operacionalização deste espaço e não o custo do material em si, imobilizado em estoque.

Quando se fala em armazenagem relacionada à atividade de transporte, a necessidade ou não de executá-la depende, dentre outras coisas, do modal de transporte que se está adotando. Em essência, todos os modais demandam uma armazenagem prévia, pois necessitam de acúmulo de materiais para completar uma carga. No entanto, considerou-se aqui que este tipo de armazenagem é atividade pertencente ao universo interno da empresa e não à operação de transporte.

Para se analisar alternativas de transporte, o mais relevante quanto a esse tópico, é a armazenagem que ocorre em terminais intermodais ou portuários pois esta gera um custo diferenciado para cada combinação de modais que executam uma transferência e pode inviabilizar uma alternativa que, segundo os outros elementos de custo, seria mais econômica.

Em geral, as seguintes observações são válidas no que se refere à relação entre o modal utilizado e a necessidade de armazenagem:

- A utilização do modal hidroviário acaba implicando, normalmente, na necessidade de armazenagem no terminal pois a intermodalidade, em geral, é executada pelo modal rodoviário e a hidrovia demanda quantidades expressivamente maiores para se transportar do que este;



- A utilização do modal ferroviário segue a mesma linha, exceto quando os ramais adentram as dependências da indústria, o que acaba eliminando a necessidade de se executar uma ponta rodoviária e, conseqüentemente, de armazenagem;
- No caso da utilização única do modal rodoviário, o veículo sai da sua origem e entrega a mercadoria ao destino sem que a mesma seja armazenada em qualquer instalação intermediária.

A seguir apresentam-se as tarifas cobradas por dois portos do sul do país para a armazenagem de produtos. Em geral, as tarifas dependem do acondicionamento do produto e são variáveis de acordo com o tempo total de armazenagem do mesmo.

Tabela 5: Exemplos de Tarifas de Armazenagem.

ARMAZENAGEM (INTERNA, EXTERNA E ESPECIAIS)	
TAXAS DEVIDAS PELOS DONOS DE MERCADORIAS E/OU OPERADORES PORTUÁRIOS (EM R\$)	
1. PRIMEIRO PERÍODO DE ATÉ 15 DIAS	
1.1 Por tonelada de carga/dia, na exportação	R\$ 0,12
1.2 Por contêiner até 20pés/dia, na exportação	R\$ 0,70
1.3 Por contêiner acima de 20pés/dia, na exportação	R\$ 1,05
1.4 Por contêiner na importação/dia (até o 10º dia)	R\$ 3,00
1.5 Pelo valor "ad valoren", na carga geral importação	0,25%
2. SEGUNDO PERÍODO DO 16º ATÉ O 30º DIA	
2.1 Por tonelada de carga/dia	R\$ 0,18
2.2 Por contêiner até 20pés/dia, na exportação	R\$ 1,05
2.3 Por contêiner acima de 20pés/dia, na exportação	R\$ 1,60
2.4 Por contêiner na importação até o 30º dia - "ad valoren"	0,20%
2.5 Pelo valor "ad valoren", na carga geral de importação	0,10%
3. TERCEIRO PERÍODO DO 31º AO 45º DIA	
3.1 Por tonelada de carga/dia, na exportação	R\$ 0,24
3.2 Por contêiner até 20 pés/dia, na exportação	R\$ 1,35
3.3 Por contêiner acima de 20 pés/dia	R\$ 2,15
3.4 Por contêiner na importação até o 31º dia em diante/dia pelo valor "ad valoren"	0,08%
3.5 Pelo valor "ad valoren", na carga geral de importação	0,10%
4. PERÍODOS SUBSEQUENTES	
4.1 Por tonelada de carga/dia	R\$ 0,30
4.2 Por contêiner até 20 pés/dia, na exportação	R\$ 1,70
4.3 Por contêiner acima de 20 pés/dia, na exportação	R\$ 2,65
4.4 Valor máximo a ser cobrado para armazenagem de contêiner importação	R\$ 300.000,00
4.5 Pelo valor "ad valoren", na carga geral de importação	0,10%

Fonte: Porto de São Francisco do Sul, consultado em 12/01/2006
(<http://www1.apsfs.sc.gov.br/>).

SERVIÇOS DE ARMAZENAGEM	
(taxas devidas pelo Dono da Mercadoria ou Requisitante)	
1 - Mercadorias importadas do estrangeiro (ad valorem):	
1.1 - Até 10 dias de armazenagem ou fração	0,26%
1.2 - A partir do 11º dia, por dia ou fração	0,11%
2 - Mercadorias diversas, na exportação, cabotagem e nacionalizadas, em armazéns ou pátios, por tonelada/dia, até 30 dias	
	R\$ 0,06
3 - Mercadorias diversas, na exportação, cabotagem e nacionalizadas, em armazéns ou pátios, por tonelada/dia, após 30º dia	
	R\$ 0,16
4 - Por unidade de Contêiner cheio de mercadoria para exportação, cabotagem e nacionalizado, recebido nos pátios, por dia:	
4.1 - Até 20'	R\$ 0,84
4.2 - Acima de 20'	R\$ 1,26
5 - Por Contêiner vazio por dia:	
5.1 - Até 20'	R\$ 0,42
5.2 - Acima de 20'	R\$ 0,63
6 - Por veículo (automóvel, ônibus, carreta, reboque, caminhão, cavalo mecânico, etc.) que permanecer nos pátios, por dia ou fração	
	R\$ 8,40
7 - Mercadorias em trânsito, por tonelada/dia	R\$ 0,21

Fonte: Porto de Itajaí, consultado em 12/01/2006
(http://www.portoitajai.com.br/tarifas/tabela_iv.php).

3.6. Estoque em Trânsito

O custo de estoque em trânsito refere-se ao custo de oportunidade do capital imobilizado no período em trânsito, representando o ganho que se poderia ter aplicando o valor da mercadoria em alguma operação financeira durante o período em que a mesma está sendo transportada. Como já citado anteriormente, não é efetivamente um custo mas um possível ganho. Por isso, há divergências quanto à necessidade de se

considerar este um elemento de custo, uma vez que existe a necessidade intrínseca de se transportar e, conseqüentemente, de se imobilizar o capital durante o tempo de transporte. No entanto, é um custo bastante relevante quando se está comparando alternativas diferentes de transporte, especialmente porque gera um *trade-off* juntamente com o frete, pois os modais que têm o frete mais barato (ferrovia e hidrovia), em geral têm velocidades mais baixas e, portanto, imobilizam o capital por mais tempo, gerando um custo de estoque em trânsito maior.

O cálculo deste custo baseia-se na taxa de imobilização de capital que, na realidade, é o juros da aplicação financeira que se poderia estar utilizando para render o capital. Recomenda-se que esta taxa seja de uma aplicação financeira conservadora, como Renda Fixa, por exemplo. Aqui neste estudo utilizou-se a taxa sugerida pelo Balanço Anual 2004 da Gazeta Mercantil, de 15,3% ao ano. Os outros parâmetros para o cálculo são o valor agregado da mercadoria e o tempo que a mesma permanece em trânsito, como mostra a equação a seguir:

Equação 4: Cálculo do Custo de Estoque em Trânsito.

$$C_{\text{est.trânsito}} = T_{XIC} \times VA \times (T_{\text{transp.}} + T_{\text{transb.}})$$

Vale lembrar que, para haver compatibilidade de unidades, o tempo deve ser convertido em fração anual ou a taxa de imobilização de capital deve ser transformada. No tempo de transporte também se deve considerar o período de operação diária de cada modal. Quanto ao transporte ferroviário e hidroviário o tempo de operação pode ser considerado de 24 horas. Para o transporte rodoviário sugere-se um tempo de operação de 12 horas, que está acima do regulamentado mas que é usualmente executado pelos motoristas. Há casos ainda, em que o transporte rodoviário é feito por dois motoristas que se revezam, não havendo tempos longos de parada do veículo para descanso dos mesmos. Nestas situações particulares, pode-se atribuir à rodovia um tempo de operação semelhante ao dos demais modais.

3.7. Transbordo

Vários estudos realizados no Brasil revelam um elevado padrão de ineficiência na operação de transportes, especialmente nas atividades de carregamento e descarregamento, em que os tempos de espera geralmente são muito altos em relação aos padrões de outros países. Essa característica resulta em custos de transbordo elevados, o que, em muitas situações, acaba inviabilizando uma operação intermodal.

As taxas de transbordo são definidas por cada terminal específico e, em geral, são estabelecidas de acordo com o tipo de acondicionamento do produto.

Tabela 6: Exemplo de Taxas de Transbordo de acordo com o Porto.

UTILIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA TERRESTRE PARA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS (Embarcação - Cais e Vice-versa)	
TAXAS DEVIDAS PELOS DONOS DAS MERCADORIAS E/OU OPERADORES PORTUÁRIOS (EM R\$)	
1- POR MERCADORIA MOVIMENTADA	
Carga Geral (R\$/ton)	0,70
Granéis Importação (R\$/ton)	0,70
Granéis Exportação (R\$/ton)	0,42
2- CONTEINER	
Até 20 Pés Cheio (R\$/contêiner)	8,00
Acima de 20 Pés Cheio (R\$/contêiner)	13,00
Contêiner Vazio (R\$/contêiner)	6,00
3- VEICULOS RO-RO (R\$/unidade)	
	6,00

Fonte: Porto de São Francisco do Sul, consultado em 21/11/2005 (<http://www1.apsfs.sc.gov.br/>).

UTILIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA TERRESTRE	
Pelo trânsito de mercadorias a partir da embarcação até as instalações de armazenagem ou limite do porto, ou no sentido inverso:	
1 - Embarque ou desembarque direto:	
Carga geral (R\$/ton)	2,11
Contêiner cheio (R\$/contêiner)	6,50
Contêiner vazio (R\$/contêiner)	6,50
Carga congelada (R\$/ton)	0,90
Sacaria (açúcar, etc) (R\$/ton)	0,90
2 - Embarque ou desembarque via armazém:	
Carga solta ou unitizada (R\$/ton)	3,30
3 - Embarque ou desembarque via pátio, por unidade:	
Contêiner cheio (R\$/contêiner)	34,00
Contêiner vazio (R\$/contêiner)	32,00
Ônibus (R\$/ônibus)	41,00
4 - Para embarque ou desembarque de automóvel (R\$/unidade)	
	2,36

Fonte: Porto de Itajaí, consultado em 21/11/2005 (http://www.portoitajai.com.br/tarifas/tabela_iii.php).

Já as taxas cobradas por terminais de transbordo rodo-ferroviário, rodo-hidroviário e ferro-hidroviário são difíceis de serem levantadas, uma vez que existem muitos terminais de carregamento e que são valores negociáveis. Mas pode-se considerar que são taxas mais baixas do que as cobradas pelos terminais portuários (maior complexidade na movimentação no porto). No presente estudo, sugere-se as taxas discriminadas na tabela abaixo:

Tabela 7: Sugestão de Taxas para Terminais de Transbordo.

Tipo de Produto	R\$/ton
Granéis	0,25
Carga geral	0,75

4. Cálculos

A título de exemplificação, será demonstrado o cálculo do Custo Logístico Total de uma transferência de produtos, conforme a modelagem aqui proposta. O problema escolhido foi o transporte de soja de Jataí (GO) ao Porto de Santos (SP). Optou-se pela soja devido à disponibilidade de dados sobre o produto e pela rota citada por ser possível de se executar um trecho hidroviário (São Simão (GO) - Pederneiras (SP)) e outro ferroviário (Pederneiras (SP) – Santos (SP)).

Será feito o comparativo de custos, analisando todos os elementos de custo sugeridos neste trabalho, das seguintes combinações de modais:

- Exclusivamente Rodovia (Jataí – Santos);
- Rodovia (Jataí – São Simão), Hidrovia (São Simão – Pederneiras) e novamente Rodovia (Pederneiras – Santos);

- Rodovia (Jataí – São Simão), Hidrovia (São Simão – Pederneiras) e Ferrovia (Pederneiras – Santos);
- **Rodovia (Jataí – Pederneiras) e Ferrovia (Pederneiras – Santos).**

O primeiro dado levantado foi o valor agregado do produto em questão. Segundo o sistema Aliceweb do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, em 2005 o valor por tonelada de soja exportada foi de US\$238,14. A conversão para a moeda brasileira foi feita utilizando-se uma relação de 2,5US\$/R\$, resultando em R\$595,35/ton de soja.

Os fretes utilizados foram extraídos do SIFRECA para o produto soja e para o período de Safra de 2005. No entanto, alguns trechos da tabela abaixo não tinham o frete fornecido. Para estes, foi utilizado o frete de alguma rota com semelhante distância e mesmo estado de origem e destino.

Tabela 8: Fretes Praticados na Safra de 2005.

Origem	Destino	Modal	Dist (km)	Frete (R\$/ton)
Alternativa 1				110,00
Jataí (GO)	Santos (SP)	Rodoviário	1078	110,00
Alternativa 2				96,00
Jataí (GO)	São Simão (GO)	Rodoviário	205	30,00
São Simão (GO)	Pederneiras (SP)	Hidroviário	634	31,00
Pederneiras (SP)	Santos (SP)	Rodoviário	378	35,00
Alternativa 3				101,00
Jataí (GO)	São Simão (GO)	Rodoviário	205	30,00
São Simão (GO)	Pederneiras (SP)	Hidroviário	634	31,00
Pederneiras (SP)	Santos (SP)	Ferrovário	516	40,00
Alternativa 4				107,00
Jataí (GO)	Pederneiras (SP)	Rodoviário	743	67,00
Pederneiras (SP)	Santos (SP)	Ferrovário	516	40,00

Não se considerou o seguro facultativo, por ser este pouco usual para o produto em questão. O seguro obrigatório (RCTR-C) já está embutido no valor do frete fornecido pela fonte utilizada, eliminando-se portanto a necessidade de cálculo desta parcela.

As percentagens de perda de carga utilizadas estão descritas no item referente ao assunto e considerou-se além das perdas em cada modal também as perdas nos terminais, inclusive no porto (destino). Os custos da perda de carga por alternativa de transporte seguem abaixo:

Tabela 9: Custos de Perda de Carga.

	R\$/ton
Alternativa 1	5,66
Alternativa 2	8,93
Alternativa 3	7,74
Alternativa 4	6,25

Como dito anteriormente, apesar de os produtos para exportação serem isentos do ICMS, será aqui calculado esta parcela, para se entender sua representatividade no custo total e se, neste caso específico, inviabilizaria alguma alternativa de transporte. As alíquotas referentes ao estudo estão discriminadas abaixo:

Tabela 10: Alíquotas de ICMS

Origem	Destino	Alíquota (%)
GO	GO	17
SP	SP	12
GO	SP	12

Ressalta-se que os cálculos do custo do ICMS nas operações intermodais foram feito trecho a trecho devido aos motivos já citados neste trabalho, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 11: Custo do ICMS.

	R\$/ton
Alternativa 1	13,20
Alternativa 2	13,02
Alternativa 3	13,62
Alternativa 4	12,84

Não será aqui calculado o custo de armazenagem no porto pois se necessita de um conhecimento muito específico para conseguir determinar o número médio de dias que cada modal acarreta em armazenagem portuária. Já o custo de armazenagem em terminal ferroviário e hidroviário é fundamental, uma vez que as alternativas intermodais têm esse custo adicional. Será considerado um custo de R\$0,05/ton.dia, valor este arbitrado baseando-se nas taxas portuárias demonstradas anteriormente. O tempo de armazenagem utilizado será de 5 dias em cada terminal intermodal, resultando nos custos a seguir:

Tabela 12: Custo de Armazenagem.

	R\$/ton
Alternativa 1	-
Alternativa 2	0,50
Alternativa 3	0,50
Alternativa 4	0,25

O cálculo do estoque em trânsito foi feito utilizando a taxa de imobilização de capital de 15,3% a.a., que transformada em diária ficou sendo de 0,039% a.d.. O tempo de operação da rodovia foi considerado de 12h para longas distâncias. Já no caso das pontas rodoviárias foi de 24h, pois são trechos curtos executados em menos de um dia. Ou seja, não teria sentido penalizá-las com um tempo de operação reduzido. A velocidade média utilizada para rodovia foi de 50km/h; para ferrovia, de 25km/h; e para hidrovia, de 18,50km/h (equivalente a 10nós). O tempo de transbordo foi desconsiderado, pois se está calculando os custos por tonelada e o transbordo de apenas 1 tonelada ocorre num tempo muito curto. Ressalta-se, entretanto, que este tempo não deve ser desconsiderado quando se for analisar o transbordo de grandes quantidades. Abaixo seguem os cálculos do custo de estoque em trânsito:

Tabela 13: Custo de Estoque em Trânsito.

			Dist (km)	Vel _{média} (km/h)	T _{operação} (horas/dia)	Custo Est. Trânsito (R\$/ton)
Alternativa 1						0,42
Jataí (GO)	Santos (SP)	Rodoviário	1078	50,00	12	0,42
Alternativa 2						0,44
Jataí (GO)	São Simão (GO)	Rodoviário	205	50,00	24	0,04
São Simão (GO)	Pederneiras (SP)	Hidroviário	634	18,50	24	0,33
Pederneiras (SP)	Santos (SP)	Rodoviário	378	50,00	24	0,07
Alternativa 3						0,57
Jataí (GO)	São Simão (GO)	Rodoviário	205	50,00	24	0,04
São Simão (GO)	Pederneiras (SP)	Hidroviário	634	18,50	24	0,33
Pederneiras (SP)	Santos (SP)	Ferrovário	516	25,00	24	0,20
Alternativa 4						0,34
Jataí (GO)	Pederneiras (SP)	Rodoviário	743	50,00	24	0,14
Pederneiras (SP)	Santos (SP)	Ferrovário	516	25,00	24	0,20

O último elemento de custo trata-se do transbordo. A taxa utilizada para terminais intermodais foi a sugerida anteriormente (R\$0,25/ton para granéis). A taxa de transbordo portuário foi um valor intermediário entre as tarifas cobradas pelos portos de Itajaí e São Francisco do Sul, aqui considerada de R\$0,50/ton (granéis). Os custos de transbordo são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 14: Custo de Transbordo.

	R\$/ton
Alternativa 1	0,50
Alternativa 2	1,00
Alternativa 3	1,00
Alternativa 4	0,75

Finalmente somam-se todos os elementos de custo para se ter o Custo Logístico Total de cada alternativa, conforme mostra a tabela:

Tabela 15: Custo Logístico Total.

	Frete	Perda de Carga	ICMS	Armazenagem	Est. Trânsito	Transbordo	Total (R\$/ton)
Alternativa 1	110,00	5,66	13,20	-	0,42	0,50	129,78
Alternativa 2	96,00	8,93	13,02	0,50	0,44	1,00	119,89
Alternativa 3	101,00	7,74	13,62	0,50	0,57	1,00	124,43
Alternativa 4	107,00	6,25	12,84	0,25	0,34	0,75	127,43

5. Conclusão

Segundo a modelagem proposta, a alternativa mais barata foi a de número 2, relativa à hidrovia combinada com a rodovia. A alternativa 3, teoricamente, deveria ser mais econômica, uma vez que o trecho final Pederneiras – Santos é executado pela ferrovia, enquanto que na alternativa 2, este trecho é rodoviário (normalmente mais caro). Mas este é um caso prático do que foi reportado no item sobre os fretes. Nota-se que a distância ferroviária de Pederneiras a Santos é de 516km contra 378km no trajeto rodoviário, ou seja, um expressivo aumento na distância ferroviária em relação à rodoviária, que acaba comprometendo a competitividade da ferrovia.

Nesta análise em questão, a isenção ou não do ICMS não modificou a ordem de escolha das alternativas, no entanto, na prática, não são raros os casos em que este tributo determina a opção mais econômica.

Também é relevante lembrar que muitas empresas que utilizam o transporte ferroviário e hidroviário possuem instalações junto aos terminais intermodais, o que gera uma redução nas tarifas aqui utilizadas para o cálculo. Além disso, o contrato de transporte com estes modais costumam ser de longo prazo, acarretando em reduções também nos fretes. Ou seja, são particularidades de cada operação que não estão contempladas nessa macro-análise aqui apresentada.

No entanto, este trabalho vai além dos resultados desta situação específica, aqui utilizada apenas para exemplificar a metodologia de cálculos. A mais importante contribuição desta modelagem é mostrar que a escolha de uma alternativa de transporte baseada exclusivamente em fretes pode incorrer em um erro. O frete é, de fato, na grande maioria dos casos, o componente mais significativo do custo de transferência. Porém não é o único e por isso, não deve ser analisado isoladamente.

6. Bibliografia

ALVIM, Sílvio L. *Custo Total Logístico*. Comunidade Virtual de Logística e Marketing.

Disponível em <http://www.cvlog.net/Arquivos/>. Acessado em agosto de 2005.

BALLOU, Ronald H. *Logística Empresarial*, São Paulo, 1993.

CEL/COPPEAD. *Pesquisa Terceirização Logística no Brasil – Março-Julho de 2003*.

PORTO DE ITAJAÍ. *Tabelas Tarifárias*. Disponível em <http://www.portoitajai.com.br/tarifas>. Acesso em 21/11/2005 e 12/01/2006.

PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL. *Tabelas Tarifárias*. Disponível <http://www1.apsfs.sc.gov.br/>. Acesso em 21/11/2005 e 12/01/2006.

PORTO GENTE. *Ação Frustrada*. Disponível em <http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=3092>. Acesso em dezembro de 2005.

REVISTA FERROVIÁRIA. Disponível em: www.revistaferroviaria.com.br. Acesso em novembro de 2005.

SIFRECA. *Consultas de Fretes*. Disponível em <http://sifreca.esalq.usp.br/sifreca/auth/pt>. Acesso semanalmente.

TABOADA, Carlos M. *Transparências de Aula*. UFSC, 2º semestre de 2005.

TECNOLOGÍSTICA. *Modal Ferroviário*. Tecnológica on-line disponível em http://www.tecnologista.com.br/site/modal_f_1.asp. Acesso em janeiro de 2006.