7
Estudo de Caso: Malha Ferroviária Centro-Sul

7.1
Apresentação

Este capítulo destina-se ao estudo de caso: projeção da demanda de açúcar na malha ferroviária Centro-Sul.

Para o estudo de caso o trabalho foi dividido em duas partes. A primeira seção (7.2) é dedicada a projeção de demanda e a seção segunda seção (7.3) consolida os resultados obtidos. No apêndice se encontra a descrição da malha ferroviária da região Centro-Sul.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

7.2
Demanda Potencial

Este estudo tem como objetivo projetar a demanda de açúcar na malha ferroviária Centro-Sul, prevendo seu crescimento nos próximos anos, e sinalizando para possíveis investimentos.

Para o cálculo da demanda foi feita, inicialmente, a escolha do método a ser utilizado. Posteriormente a área foi estabelecida, os pontos centrais (pontos que representam os pontos ao seu redor) foram encontrados, as vias contempladas foram definidas, o cálculo da produção foi realizado, a quantidade de produto a ser escoado foi estabelecida, os custos logísticos de transporte foram calculados, os gargalos logísticos foram analisados e finalmente a alocação dos fluxos foi realizada. A Figura 14 abaixo resume as etapas citadas acima.

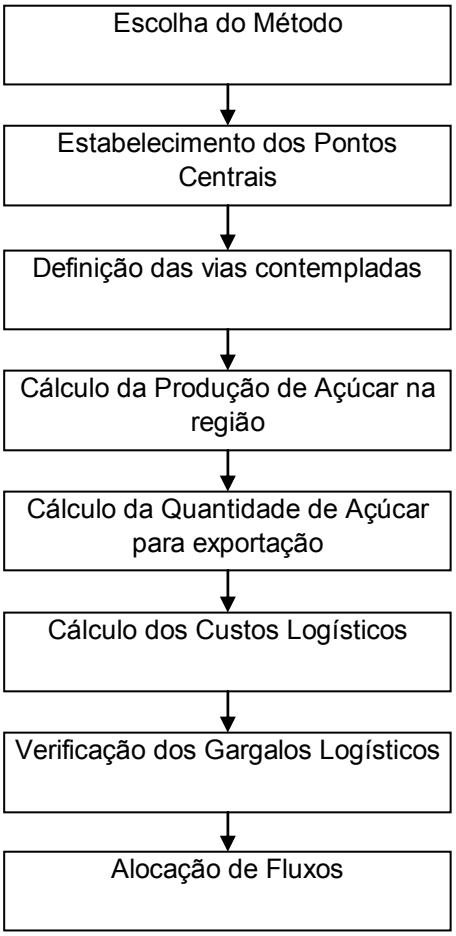

Figura 14 – Etapas para previsão de demanda de açúcar nas linhas ferroviárias da região Centro-Sul

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

7.2.1
Escolha do Método

A primeira etapa para a projeção da demanda por transporte de açúcar pela malha Centro-Sul, foi a escolha do método. Optou-se por utilizar um método quantitativo para previsão da produção, mais especificamente o método de análise de séries temporais. Para o cálculo da previsão da quantidade a ser exportada foi utilizado uma metodologia que buscou unir a previsão do MAPA(2006) e IBGE (2006) realizada por métodos qualitativos com uma análise quantitativa.

Para o modelo de alocação de fluxos foi escolhido um algoritmo de alocação de fluxos que levasse em consideração os custos e os gargalos das alternativas de escoamento. Apesar da demanda pela utilização da ferrovia ser

influenciada por vários fatores – entre eles, velocidade, disponibilidade, confiabilidade e freqüência – optou-se por utilizar junto a este método apenas a variável "preço". Durante o trabalho foram feitas entrevistas informais com empresários da área e a opinião de todos foi que a variável "preço" é a determinante para a escolha do modo no transporte de açúcar.

7.2.2
Delimitação da Área Analisada

Foram analisados somente os meios de escoamento pertencentes á região Centro-Sul. Esta decisão foi estabelecida a partir dos seguintes fatores:

- A região Centro-Sul representa 86% da oferta de açúcar e é aonde ocorrem as expectativas de crescimento.
- Pela distância das áreas produtoras aos portos e pelo alto custo de transporte já comentado anteriormente, deduz-se que a produção irá escoar pelo porto mais próximo.

Assim, somente as alternativas de escoamento pertencentes à região serão analisadas. A área analisada inclui Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul.

7.2.3
Definição dos Pontos Centrais

Foram levantadas as produções de toneladas de açúcar do ano de 2005 por empresa na região. Os dados de produção anual das empresas do ano de 2005 foram fornecidos pelo Sindicato das Indústrias de Açúcar e Álcool de Minas gear (2006). Foram estabelecidos pontos centrais a partir da concentração de produção na região. Primeiramente todas as usinas da região Centro-Sul foram identificadas no mapa do Brasil, juntamente com sua produção de açúcar do ano de 2005, a seguir pequenas regiões forma estabelecidas, aglomerando um conjunto de usinas,

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

de forma que a quantidade produzida por região fosse semelhante. Após, pontos centrais nestas regiões foram estabelecidos representando as demais usinas. Os pontos escolhidos foram: Campos de Goytacases (RJ), Itapemirim (ES), Monte Belo (MG), Santa Helena de Goiás (GO), Ourinhos (SP), Santa Adélia (SP), Pradópolis (SP), Nova Olímpia (MS), Nova Andradina (MT), Maringá (PR). A figura 15 ilustra a localização dos Pontos Centrais.

Figura 15 – Localização dos Pontos Centrais.
Elaboração: Própria autora

7.2.4
Definição das Vias Contempladas

As vias de escoamento terrestres utilizadas para o transporte de açúcar da região de produção até os portos são as ferrovias e as rodovias. As rodovias contempladas foram todas da região Centro-Sul. As ferrovias existentes na região Centro-Sul foram apresentadas no item 7.2.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Entre os portos foram analisados todos aqueles de maior relevância no escoamento de açúcar no ano de 2005, são eles: Porto de Santos, Porto de Paranaguá, Porto de Vitória, Porto do Rio de Janeiro, Porto de Imbituba, Porto de Itajaí e Porto Murtinho.

A tabela 13 a seguir mostra a evolução do escoamento da produção exportada de açúcar por porto.

Tabela 13 – Participação dos portos nas exportações de açúcar.

PORTO	2004	2005	2006
SANTOS	69,86%	69,40%	73,68%
PARANAGUA	10,10%	12,11%	11,62%
VITORIA	1,35%	1,44%	1,07%
ITAJAI	0,73%	0,88%	0,18%
PORTO MURTINHO	0,39%	0,31%	0,42%
IMBITUBA	0,26%	0,87%	0,61%
RIO DE JANEIRO	0,00%	0,00%	0,11%

Fonte: MAPA (2006)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

7.2.5
Previsão da Produção Destinada à Exportação

7.2.5.1
Produção nos Pontos Centrais

Foi feita a previsão de produção de açúcar para cada região e microregião da área analisada. A tabela 14 abaixo ilustra a produção por ponto central. Na seção 6.2.3 encontra-se com detalhes o procedimento utilizado para previsão de produção de açúcar e a seção 7.3.3 destina-se ao estabelecimento dos pontos centrais, estabelecendo, portanto, toda a produção nos pontos centrais.

Tabela 14 – Produção de açúcar por ponto central

Cidade (Pontos Centrais)	Estado	Volume Exportação (mil toneladas)						
		2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
Campos de Goytacases	RJ	411	420	429	439	448	458	467
Itapemirim	ES	66	68	70	72	74	76	78
Monte Belo	MG	425	452	478	505	531	558	585
Santa Helena de Goiás	GO	1273	1472	1671	1870	2069	2268	2467
Ourinhos	SP	1379	1452	1524	1596	1669	1741	1813
Santa Adelia	SP	10359	10918	11477	12036	12595	13154	13713
Pradópolis	SP	8733	9191	9648	10106	10564	11022	11479
Nova Olímpia	MT	543	565	588	611	634	657	680
Nova Andradina	MS	489	518	546	575	603	632	660
Maringá	PR	2112	2231	2349	2468	2586	2705	2823
Total Centro-Sul		25791	27287	28782	30278	31774	33269	34765

7.2.5.2
Percentual Destinado ao Consumo Interno

De acordo com dados do MAPA *apud* OCDE e do FAPRI o consumo interno brasileiro crescerá a taxa de 1,7 % ao ano por habitante. Pelas projeções do IBGE tem-se o crescimento da população até 2013. Englobando as duas análises estatísticas e utilizando o consumo médio inicial de 53 Kg/hab foi estabelecido o consumo interno do Brasil, calculado no item 6.2.4. O consumo interno para os pontos centrais foi calculado proporcionalmente da seguinte forma: dado o consumo interno por habitante no Brasil, foi estabelecida a porcentagem do "consumo interno/produção", esta porcentagem multiplicada pela produção de cada microregião resultou no consumo interno de cada microregião e conseqüentemente de cada ponto central.

7.2.5.3
Volume Destinado à Exportação

O percentual destinado à exportação foi estabelecido a partir da diferença da produção brasileira e do consumo interno. Tendo em vista que a produção do açúcar brasileiro apresenta uma vantagem competitiva frente aos outros países e que não há formação de estoque há alguns anos, parte-se do princípio que o país tem mercado para a toda a produção resultante desta diferença.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

A tabela 15 contém os pontos definidos no estudo com seus volumes em mil toneladas de açúcar.

Tabela 15 – Pontos de escoamento e projeção do volume a ser escoado

Cidade (Pontos Centrais)	Estado	Volume Exportação (mil toneladas)						
		2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
Campos de Goytacases	RJ	264	273	281	289	297	305	313
Itapemirim	ES	43	44	46	48	49	51	52
Monte Belo	MG	273	293	313	333	353	373	392
Santa Helena de Goiás	GO	819	956	1094	1233	1373	1514	1655
Ourinhos	SP	887	942	998	1053	1108	1162	1217
Santa Adelia	SP	6659	7086	7512	7937	8360	8781	9201
Pradópolis	SP	5614	5965	6315	6664	7012	7358	7703
Nova Olímpia	MT	349	367	385	403	421	439	456
Nova Andradina	MS	315	336	358	379	400	422	443
Maringá	PR	1358	1448	1538	1627	1717	1806	1894
Total Centro-Sul		16579	17710	18839	19965	21089	22210	23327

Elaboração: Própria autora

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

7.2.6
Custos Logísticos

Os custos logísticos foram detalhados em tarifas de transporte terrestre, custo de transbordo e tarifas portuárias. Para o cálculo das tarifas foi necessário primordialmente encontrar as vias que seriam utilizadas.

7.2.6.1
Tarifas Terrestres

7.2.6.1.1
Definição das Vias

Para o cálculo dos custos referentes aos fretes terrestres primeiramente foram definido todas as vias férreas e rodovias com origem nos pontos centrais e destinos nos portos. Foram estabelecidas três alternativas modais para o transporte dos pontos centrais aos portos: via rodovia, via ferrovia e ferrovia-rodovia. Para as rotas que os terminais ferroviários mais próximos ficavam contrários às direções do destino, não foram estabelecidas alternativas com o uso do modo ferroviário.

Para trechos onde o uso do modo ferroviário era possível para todo o trajeto, não foram estabelecidas alternativas multimodais. As alternativas via ferrovia podem ser vistas nas Tabelas 16 e 17. Como o foco do trabalho são as ferrovias, somente as vias ferroviárias foram especificadas. Nas alternativas bimodais as origens-destinos destinadas as rodovias somente foram citadas.

Tabela 16 – Alternativas via ferrovia

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí
Campos de Goytacases	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	Campos dos Goytacases- Juiz de Fora Rodoviário Juz de Fora - BH Ferroviário Belo Horizonte- Uberaba Ferroviário Uberaba-Campinas Ferroviário Campinas-Itarapina Ferroviário Itarapina-Bauru Ferroviário Bauru-Maracaju Ferroviário Maracaju-Porto Murtinho Rodoviário	não
Itapemirim	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	Itapemirim-Aracruz Rodoviário Aracruz-Belo Horizonte Ferroviário Belo Horizonte- Uberaba Ferroviário Uberaba-Campinas Ferroviário Campinas-Itarapina Ferroviário Itarapina-Bauru Ferroviário Bauru-Maracaju Ferroviário Maracaju-Porto Murtinho Rodoviário	não
Monte Belo	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Monte Belo- Poços de Caldas Rodoviário Poços de Caldas-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário	Monte Belo- Poços de Caldas Rodoviário Poços de Caldas-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-Paranaguá Ferroviário	Monte Belo- Poços de Caldas Rodoviário Poços de Caldas-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-Joinvile Ferroviário Joinvile-Imbituba Rodoviário	Monte Belo- Poços de Caldas Rodoviário Poços de Caldas-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-Joinvile Ferroviário Joinvile-Itajaí Rodoviário
Santa Helena de Goiás	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Santa Helena de Goiás-Araguari Rodoviário Araguari-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário	Santa Helena de Goiás-Araguari Rodoviário Araguari-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-Paranaguá Ferroviário	Santa Helena de Goiás-Araguari Rodoviário Araguari-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-Joinvile Ferroviário Joinvile-Imbituba Rodoviário	Santa Helena de Goiás-Araguari Rodoviário Araguari-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-Joinvile Ferroviário Joinvile-Itajaí Rodoviário
Ourinhos	Ferrovia	Ourinhos- Valongo	Ourinhos-Paranaguá	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	Ourinhos-Joinvile Ferroviário Joinvile-Imbituba Rodoviário	Ourinhos-Joinvile Ferroviário Joinvile-Imbituba Rodoviário
Santa Adelia	Ferrovia	Santa Adélia-Bauru Bauru-Valongo	Santa Adélia-Bauru□Bauru-Paranaguá	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal			Santa Adélia-Bauru Ferroviário Bauru-Joinvile Ferroviário Joinvile-Imbituba Rodoviário	Santa Adélia-Bauru Ferroviário Bauru-Joinvile Ferroviário Joinvile-Itajaí Rodoviário
Pradópolis	Ferrovia	Pradópolis-Bauru Bauru-Valongo	Pradópolis-Bauru□Bauru-Paranaguá	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal			Pradópolis-Bauru Ferroviário Bauru-Joinvile Ferroviário Joinvile-Imbituba Rodoviário	Pradópolis-Bauru Ferroviário Bauru-Joinvile Ferroviário Joinvile-Itajaí Rodoviário
Nova Olímpia	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	não	não
Nona Andradina	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	não	não
Maringá	Ferrovia	Maringá-Santos	Maringá-Paranaguá	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	Maringá-Joinvile Joinvile-Imbituba	Maringá-Joinvile Joinvile-Itajaí

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 17 – Continuação da Tabela 16 - Alternativas via ferrovia

Origem	Destino	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	não	não
Itapemirim	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	não	não
Monte Belo	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Monte Belo- Poços de Caldas Rodoviário Poços de Caldas-Campinas Ferroviário Campinas-Itarapina Ferroviário Itarapina-Bauru Ferroviário Bauru-Maracaju Ferroviário Maracaju-Porto Murtinho Rodoviário	Monte Belo- Varginha Rodoviário Varginha- Belo Horizonte Ferroviário Belo Horizonte- Vitória Ferroviário	Monte Belo- Varginha Rodoviário Varginha- Rio Ferroviário	Monte Belo- Poços de Caldas Rodoviário Poços de Caldas-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-São Francisco Ferroviário
Santa Helena de Goiás	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Santa Helena de Goiás-Três Lagoas Rodoviário Três Lagoas-Maracaju Ferroviário Maracaju-Porto Murtinho Rodoviário	Santa Helena de Goiás-Araguari Rodoviário Araguari-Belo Horizonte Ferroviário Belo Horizonte- Porto Vitória Ferroviário	Santa Helena de Goiás-Araguari Rodoviário Araguari-Porto do Rio Ferroviário	Santa Helena de Goiás-Araguari Rodoviário Araguari-Campinas Ferroviário Campinas-Valongo Ferroviário Valongo-Iperó Ferroviário Iperó-São Francisco Ferroviário
Ourinhos	Ferrovia	não	não	não	Ourinhos-São Francisco
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Ourinhos-Maracaju Ferroviário Maracaju-Murtinho Rodoviário	não	não	não
Santa Adelia	Ferrovia	não	não	não	Santa Adélia-Bauru□Bauru-São Francisco
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Santa Adélia-Bauru Ferroviário Bauru-Maracaju Ferroviário Maracaju-Murtinho Rodoviário	não	não	não
Pradópolis	Ferrovia	não	não	não	Pradópolis-Bauru□Bauru-São Francisco
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Pradópolis-Bauru Ferroviário Bauru-Maracaju Ferroviário Maracaju-Murtinho Rodoviário	não	não	não
Nova Olímpia	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	não	não
Nona Andradina	Ferrovia	não	não	não	não
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	não	não	não	não
Maringá	Ferrovia		não	não	Maringá-São Francisco
	Rodovia	-	-	-	-
	Bimodal	Maringá-Maracaju Joinvile-Murtinho	não	não	

Elaboração: Própria autora (2007).

7.2.6.1.2

Avaliação das Distâncias - Origem-Destino

Para o cálculo do frete do transporte terrestre primeiro foi pesquisada a distância entre os pontos de origens-destinos por modo utilizado. As distâncias ferroviárias foram encontradas na base de distâncias de origens-destinos da malha ferroviária fornecida pela América Latina Logística. As distâncias rodoviárias foram pesquisadas no MAPLINK (2006) com o nome das cidades das origens-destinos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Posteriormente uma base de custo (R$/TKU)/origem-destino foi solicitada a ALL com o preço dos fretes ferroviários praticados no ano de 2006 para o carregamento de açúcar. Para os fretes rodoviários foi solicitado à ESALQ/USP uma base de custo (R$/TKU)/origem-destino dos fretes rodoviários de carregamento de açúcar praticados em 2006.

7.2.6.1.3
Função Tarifas Ferroviárias

Os dados das bases de custo ferroviárias (R$/TKU)/origem-destino foram utilizados para o cálculo da função custo, $(R\$/TKU)_1$, através da análise de regressão dos dados. A análise de regressão foi feita com a ajuda do MINITAB.

O gráfico dos dados que estabeleceram a função custo ferroviária segue ilustrado na figura 16. A função custo ferroviária fornece a tarifa sem ICMS e sem transbordo, dado que o imposto é estabelecido regionalmente.

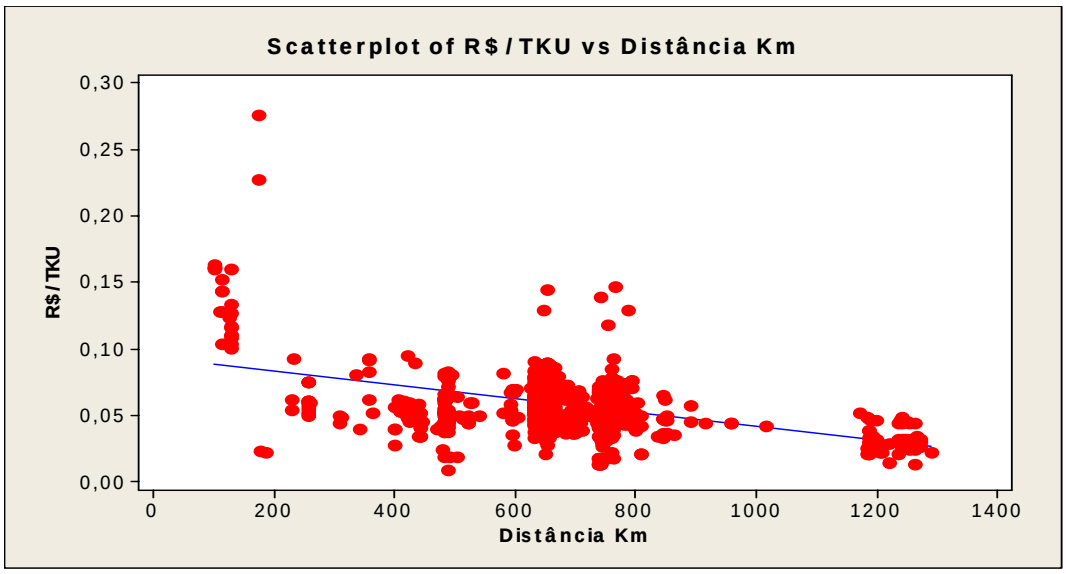

Figura 16 – Fretes ferroviários estabelecidos em 2006. (R$/TKU) x Km

Elaboração: Própria autora. (MINITAB)

A função custo ferroviária, descrita abaixo, foi estabelecida como uma função condicional pelo fato de que tarifas menores do que 0,04 R$/TKU tinham uma probabilidade menor do que 1% de serem aplicadas.

Portanto, estabelecendo x= distância em Km da origem ao destino

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

$R\$/TKU_1 = 0{,}0933 - 0{,}000052\ x$ se $x \leq 1025$ Km

$R\$/TKU_1 = 0{,}04$ se $x > 1025$ Km

7.2.6.1.4
Função Tarifas Rodoviárias

Os dados das bases de custo rodoviárias (R$/TKU)/origem-destino foram utilizados para o cálculo da função custo, $(R\$/TKU)_2$, através da análise de regressão dos dados. A análise de regressão foi feita com a ajuda do MINITAB.

O gráfico dos dados que estabeleceram a função custo rodoviário segue ilustrado na figura 17.

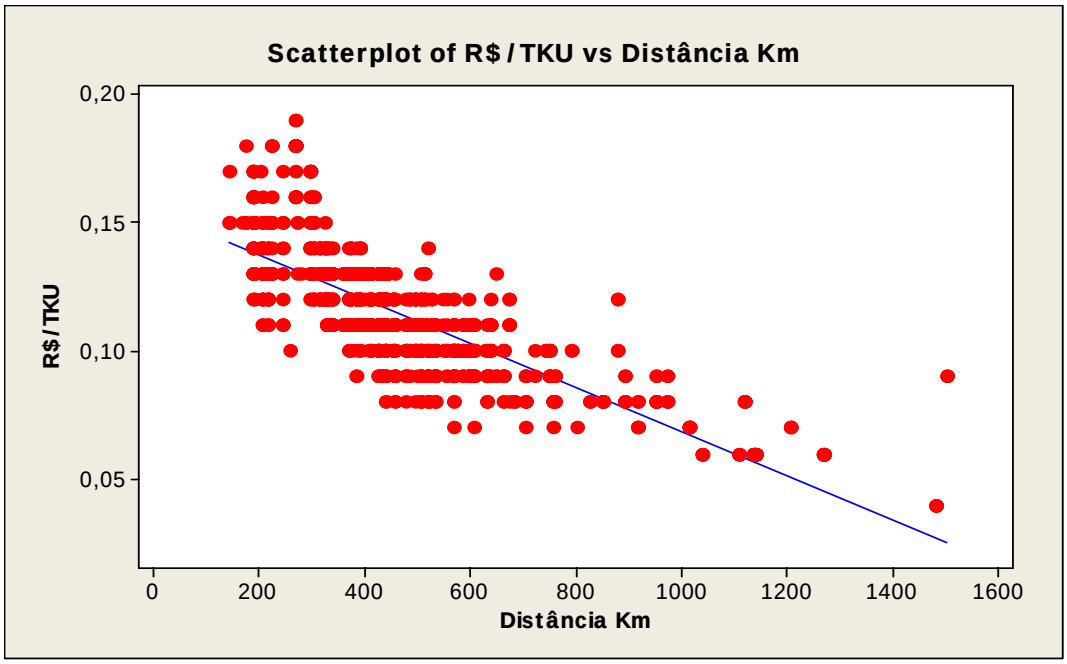

Figura 17 – Fretes rodoviários estabelecidos em 2006 para o transporte de açúcar. (R$/TKU) x Km

A função rodoviária, descrita a seguir, fornece o custo do frete sem o imposto ICMS e sem o custo do pedágio. Para a tarifa condizer com a realidade, os preços dos fretes foram pesquisados na Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (2007) para todas as origens-destinos e acrescentado às tarifas calculadas primeiramente pela função rodoviária. O frete pesquisado foi referente a um caminhão com capacidade de 30 toneladas de 5 eixos duplos. A

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

tabela com os valores das tarifas rodoviárias utilizadas neste trabalho pode ser vista no apêndice na seção 10.2.

Portanto, estabelecendo x= distância em Km da origem ao destino

$R\$/TKU_2 = 0,155 - 0,000086\ x$ se $x \leq 1104$ Km

$R\$/TKU_2 = 0,06$ se $x > 1104$ Km

A função foi estabelecida condicional dado o fato de que tarifas menores do que 0,06 R$/TKU são raramente praticadas.

Dada as funções, os custos das origens-destinos pesquisadas no trabalho foram calculadas.

7.2.6.1.5
Matriz Tarifas Origem-Destino

A matriz de tarifas (R$/TU) origem-destino- Tabela 18- foi estabelecida a partir do cálculo das tarifas (R$/TKU) obtidas pelas funções ferroviárias e rodoviárias, dada as distâncias determinadas no item 7.3.6.1.2, multiplicada pela distância mais o custo de transbordo.

As células sombreadas correspondem a menor tarifa (R$/TU) encontrada para o frete de carregamento de açúcar dada a rota estabelecida no item 7.3.6.1.1 para cada origem-destino.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 18 – Matriz das tarifas (R$/TU) relacionadas as Origens-Destinos

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Ferrovia								
	Rodovia	79	84	98	88	143	34	37	87
	Bimodal					265			
Itapemirim	Ferrovia								
	Rodovia	79	93	107	96	152	18	51	95
	Bimodal					267			
Monte Belo	Ferrovia								
	Rodovia	59	77	70	74	97	70	57	74
	Bimodal	55	119	119	119	155	84	50	119
Santa Helena de Goiás	Ferrovia								
	Rodovia	73	85	99	89	69	82	78	87
	Bimodal	101	166	200	179	140	125	85	165
Ourinhos	Ferrovia	40	38						41
	Rodovia	63	64	73	68	62	97	83	66
	Bimodal			75	54	98			
Santa Adelia	Ferrovia	36	53						57
	Rodovia	66	81	77	80	72	93	82	83
	Bimodal			91	70	101			
Pradópolis	Ferrovia	34	51						
	Rodovia	59	78	71	77	79	61	78	77
	Bimodal			91	93	99			55
Nova Olímpia	Ferrovia								
	Rodovia	130	132	146	136	83	140	149	134
	Bimodal								
Nona Andradina	Ferrovia								
	Rodovia	79	78	72	77	63	127	94	77
	Bimodal								
Maringá	Ferrovia	42	40						
	Rodovia	81	66	75	70	71	117	85	68
	Bimodal			75	55	63			40

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

7.2.6.2

Custos de Transbordo

O transbordo é freqüentemente utilizado no uso do transporte multimodal. Ao passar a carga de um local (ex: caminhão, trem) para outro se faz necessário o uso do transbordo. Geralmente a carga é passada para um armazém e repassada posteriormente para o meio de transporte. No caso do transporte terrestre os preços dos transbordos necessários para cada rota, R$ 2,83 (obtido via entrevista realizada com o gerente da América Latina Logística e com um empresário do ramo de armazéns), já foram somados nas tarifas apresentada no item 7.3.6.1.5 e citados no item 3.4. Para os transbordos realizados dentro do complexo portuário os valores estão inclusos nas tarifas portuárias. No apêndice na seção 10.2 é possível visualizar um resumo das tarifas ferroviárias, rodoviárias, transbordo, e tarifas consolidadas para cada par de origem-destino.

7.2.6.3
Tarifas Portuárias

As tarifas portuárias foram verificadas em entrevistas com funcionários do setor financeiro de cada porto realizadas no ano de 2006. As tarifas, presentes na tabela 19, incluem o serviço de transbordo, armazenagem por 15 dias e serviço de carregamento dos navios.

Tabela 19 – Tarifas portuárias (R$/TU)

PORTO	TARIFA R$/TU
Porto de Santos	25
Porto de Paranaguá	18
Porto de Imbituba	45
Porto Itajaí	31
Porto Murtinho	5
Porto de Vitória	8
Porto do Rio	27
Porto de São Francisco	27

Fonte: Colaboradores portuários (2006)
Elaboração: Própria autora.

7.2.7
Capacidade Logística

O estudo das capacidades logísticas existentes na cadeia do açúcar foi previamente estabelecido no item 6.3, no momento em se verificava a hipótese de incapacidade brasileira de escoar a produção futura de açúcar. Na tabela 20 pode ser visto a capacidade da cadeia para o ano de 2006, no caso a capacidade de escoar pelo navio o açúcar presente nos armazéns. É mister salientar que neste trabalho não foram considerados possíveis investimentos, nem mesmo na infra-estrutura. Caso estes investimentos venham ocorrer, é possível que a capacidade logística de escoamento aumente.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 20 – Gargalo logístico na cadeia de açúcar – Capacidade portuária de escoamento do açúcar

PORTO	CAPACIDADE (mil tu úteis/ano)
Porto de Santos	14.200
Porto de Paranaguá	13.500
Porto de Imbituba	400
Porto de Itajaí	240
Porto de Murtinho	233
Porto de Vitória	2.000
Porto do Rio	4.000
Porto de São Francisco	2.000

Fonte: Visitas e entrevistas com coleta de dados e sites dos Portos (2006)

7.2.8
Alocação dos Fluxos

Sabe-se da existência de inúmeras variáveis que podem vir a influenciar a demanda por um serviço de transporte. Alguns pesquisadores já utilizam métodos que relevam várias variáveis para a tomada de decisão, como o método AHP proposto por Thomas L. Saaty (1991). Neste trabalho, em particular, a variável preço se tornou a declaradamente principal nas escolha do transporte, optando não utilizar tais métodos.

Tal decisão foi adotada no início do trabalho quando entrevistas foram realizadas com empresários da área, incluindo uma com o Presidente da América Latina Logística, a respeito de quais características deveriam ser consideradas na tomada de decisão para o transporte de açúcar. A opinião do entrevistado foi de que características como tempo, disponibilidade e flexibilidade são consideráveis para a tomada de decisão, mas o grande influenciador é o preço. Assim decidiu-se utilizar somente o preço como variável de decisão entre qual meio será transportado o açúcar.

Para a alocação de fluxos foi utilizado um algoritmo de alocação de fluxos denominado “D.Bertsekas” que considera a demanda de cada nó e os custos de cada arco com suas respectivas capacidades. O algoritmo foi utilizado com a ajuda do software Scilab-4.1.

O algoritmo de alocação pode ser encontrado no apêndice da dissertação.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

7.3
Análise dos Resultados

O algoritmo foi aplicado para as todas as safras entre 2007/08 e 2013/14, com restrição de capacidade e sem limite de capacidade.

O interesse em calcular a projeção de demanda com restrição de capacidade da cadeia logística é conhecer a realidade da distribuição da *commoditie* açúcar, podendo utilizar o estudo para montagem de planos de negócio, influenciando diretamente a economia do País.

A necessidade de prever a demanda sem restrição de capacidade é saber qual a demanda potencial para aquela ferrovia caso os limites de capacidade não existissem. Para conseguir tal efeito as tarifas ferroviárias passam a ser então menores ou iguais as tarifas do modo concorrente, e não existe nenhuma restrição de capacidade para a escolha do modo.

A importância de prever a demanda potencial é dar suporte concreto aos investidores da área para tomada de decisão. Sabendo da importância do açúcar fica a critério de tais responsáveis a alocação de recursos para atender a demanda potencial de açúcar.

Em ambas as análises cabe ao investidor alterar em um futuro próximo qualquer variável que esteja inviabilizando o lucro máximo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

7.3.1
Matrizes Resultantes da Previsão de Demanda com Restrição de Capacidade

As tabelas 21 á 27 ilustram a demanda (mil toneladas) a partir da safra 2007/08, seguidas anualmente até a safra 20013/14.

Tabela 21 – Matriz de demanda para safra 2007/08 (mil toneladas)

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						264		
Itapemirim	Rodovia						42		
Monte Belo	Bimodal							273	
Santa Helena de Goiás	Rodovia						818		
Ourinhos	Ferrovia		887						
Santa Adelia	Ferrovia	6.659							
Pradópolis	Ferrovia	5.614							
Pradópolis	Rodovia								
Nova Olímpia	Rodovia					233	116		
Nona Andradina	Rodovia	-	315						
Maringá	Ferrovia		1.358						
Total		**12273**	**2560**	**0**	**0**	**233**	**1240**	**273**	**0**

Tabela 22 – Matriz de demanda para safra 2008/09 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						273		
Itapemirim	Rodovia						44		
Monte Belo	Bimodal							293	
Santa Helena de Goiás	Rodovia						956		
Ourinhos	Ferrovia		942						
Santa Adelia	Ferrovia	7.086							
Pradópolis	Ferrovia	5.965							
Pradópolis	Rodovia								
Nova Olímpia	Rodovia					233	134		
Nona Andradina	Rodovia		336						
Maringá	Ferrovia		1.448						
Total		**13051**	**2726**	**0**	**0**	**233**	**1407**	**293**	**0**

Tabela 23 – Matriz de demanda para safra 2009/10 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						281		
Itapemirim	Rodovia						46		
Monte Belo	Bimodal							313	
Santa Helena de Goiás	Rodovia						1.094		
Ourinhos	Ferrovia		997						
Santa Adelia	Ferrovia	7.512							
Pradópolis	Ferrovia	6.315							
Pradópolis	Rodovia								
Nova Olímpia	Rodovia					233	152		
Nona Andradina	Rodovia		358						
Maringá	Ferrovia		1.538						
Total		**13827**	**2893**	**0**	**0**	**233**	**1573**	**313**	**0**

Tabela 24 – Matriz de demanda para safra 2010/11 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						289		
Itapemirim	Rodovia						48		
Monte Belo	Bimodal							333	
Santa Helena de Goiás	Rodovia						1.233		
Ourinhos	Ferrovia		1.053						
Santa Adelia	Ferrovia	7.936							
Pradópolis	Ferrovia	6.264	140						
Pradópolis	Rodovia						260		
Nova Olímpia	Rodovia					233	170		
Nona Andradina	Rodovia		379						
Maringá	Ferrovia		1.627						
Total		**14200**	**3199**	**0**	**0**	**233**	**2000**	**333**	**0**

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 25 – Matriz de demanda para safra 2011/12 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						297		
Itapemirim	Rodovia						49		
Monte Belo	Bimodal							353	
Santa Helena de Goiás	Rodovia						1.373		
Ourinhos	Ferrovia		1.108						
Santa Adelia	Ferrovia	8.360							
Pradópolis	Ferrovia	5.840	1.078						
Pradópolis	Rodovia						93		
Nova Olímpia	Rodovia					233	188		
Nona Andradina	Rodovia		400						
Maringá	Ferrovia		1.717						
Total		**14200**	**4303**	**0**	**0**	**233**	**2000**	**353**	**0**

Tabela 26 – Matriz de demanda para safra 2012/13 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						305		
Itapemirim	Rodovia						51		
Monte Belo	Bimodal							372	
Santa Helena de Goiás	Rodovia						1.514		
Ourinhos	Ferrovia		1.162						
Santa Adelia	Ferrovia	6.842	1.939						
Pradópolis	Ferrovia	7.358							
Pradópolis	Rodovia								
Nova Olímpia	Rodovia		76			233	130		
Nona Andradina	Rodovia		421						
Maringá	Ferrovia		1.806						
Total		**14200**	**5404**	**0**	**0**	**233**	**2000**	**372**	**0**

Tabela 27 – Matriz de demanda para safra 2013/14 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						313		
Itapemirim	Rodovia						52		
Monte Belo	Bimodal							392	
Santa Helena de Goiás	Rodovia		20				1.635		
Ourinhos	Ferrovia		1.217						
Santa Adelia	Ferrovia	6.497	2.704						
Pradópolis	Ferrovia	7.703							
Pradópolis	Rodovia								
Nova Olímpia	Rodovia		223			233			
Nona Andradina	Rodovia		443						
Maringá	Ferrovia		1.895						
Total		**14200**	**6502**	**0**	**0**	**233**	**2000**	**392**	**0**

Dado os resultados obtidos pode-se verificar a consistência do modelo aplicado nas tabelas 28 e 29 a seguir quando se compara a produção exportada por porto em 2006 (MAPA, 2007) com a projeção de alocação de fluxos para o ano de 2006 através dos dados de produção estabelecidos pela fonte Única (2006).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 28 – Resultado Safra 2006/07

PORTO	Mil TU
SANTOS	13262
PARANAGUÁ	2620
IMBITUBA	124
ITAJAÍ	53
PORTO MURTINHO	46
VITÓRIA - PORTO	197
RIO DE JANEIRO - PORTO	14
SÃO FRANCISCO DO SUL	0
Total Centro- Sul	16316

Fonte: MAPA (2007)

Tabela 29 – Projeção Safra 2006/07

PORTO	Mil TU
SANTOS	12015
PARANAGUÁ	2507
IMBITUBA	0
ITAJAÍ	0
PORTO MURTINHO	233
VITÓRIA - PORTO	874
RIO DE JANEIRO - PORTO	249
SÃO FRANCISCO DO SUL	0
Total Centro- Sul	15878

Fonte: Única (2006)

A variação do total de toneladas de açúcar exportada na região Centro-Sul foi de 2,7 %. A variação do Porto de Santos foi de 10,4% enquanto o Porto de Paranaguá apresentou uma variação de 4,5 %. Dois Portos, entretanto foram muito utilizados na alocação de fluxos pelo modelo e na realidade não exportam quantidade significativa: Porto de Vitória e Porto do Rio de Janeiro. É muito importante que a partir destes dados empresários das áreas possam se questionar se estão maximizando seus lucros, ou se existe realmente uma alternativa melhor de escoamento em lugar das que estão utilizando, dado que o modelo utilizou para alocação de fluxos a característica custo, dado pelo preço do frete terrestre mais tarifas portuárias.

Em todas as distribuições de fluxos o Porto de Santos foi o que mais recebeu carga, seguido pelo Porto de Paranaguá, Porto de Vitória, Porto de Rio de Janeiro e Porto Murtinho.

É relevante salientar que na safra de 2010/11 a capacidade de escoamento do Porto de Santos e do Porto de Vitória se esgota, passando os outros Portos a receber as cargas que seriam destinadas a eles.

As ferrovias que foram contempladas com fluxos podem ser verificadas nas tabelas 30 e 31 abaixo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 30 – Ferrovias contempladas na alocação de fluxos.

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí
Campos de Goytacases	Rodovia				
Itapemirim	Rodovia				
Monte Belo	Bimodal				
Santa Helena de Goiás	Rodovia				
Ourinhos	Ferrovia		Ourinhos-Paranaguá		
Santa Adelia	Ferrovia	Santa Adélia-Bauru Bauru-Santos	Santa Adélia-Bauru Bauru-Paranaguá		
Pradópolis	Ferrovia	Pradópolis-Bauru Bauru-Santos			
Nova Olímpia	Rodovia				
Nona Andradina	Rodovia				
Maringá	Ferrovia		Maringá-Paranaguá		

Tabela 31 – Ferrovias contempladas na alocação de fluxos- Continuação

Origem	Destino	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia				
Itapemirim	Rodovia				
Monte Belo	Bimodal			Monte Belo- Varginha Rodoviário Varginha- Rio Ferroviário	
Santa Helena de Goiás	Rodovia				
Ourinhos	Ferrovia				
Santa Adelia	Ferrovia				
Pradópolis	Ferrovia				
Nova Olímpia	Rodovia				
Nona Andradina	Rodovia				
Maringá	Ferrovia				

7.3.2

Matrizes Resultantes da Previsão de Demanda sem Restrição de Capacidade

As tabelas 32 á 38 ilustram a demanda (mil toneladas) a partir da safra 2007/08, seguidas anualmente.

Tabela 32 – Matriz de demanda para safra 2007/08 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						264		
Itapemirim	Rodovia						42		
Monte Belo	Bimodal							273	
Santa Helena de Goiás	Bimodal					818			
Ourinhos	Ferrovia		887						
Santa Adelia	Ferrovia	6.659							
Pradópolis	Ferrovia	5.614							
Nova Olímpia	Bimodal					349			
Nona Andradina	Bimodal					315			
Maringá	Ferrovia		1.358						
Total		12273	2245	0	0	1482	306	273	0

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 33 – Matriz de demanda para safra 2008/09 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						273		
Itapemirim	Rodovia						44		
Monte Belo	Bimodal							293	
Santa Helena de Goiás	Bimodal					956			
Ourinhos	Ferrovia		942						
Santa Adelia	Ferrovia	7.086							
Pradópolis	Ferrovia	5.965							
Nova Olímpia	Bimodal					367			
Nona Andradina	Bimodal					336			
Maringá	Ferrovia		1.448						
Total		**13051**	**2390**	**0**	**0**	**1659**	**317**	**293**	**0**

Tabela 34 – Matriz de demanda para safra 2009/10 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						281		
Itapemirim	Rodovia						46		
Monte Belo	Bimodal							313	
Santa Helena de Goiás	Bimodal					1.094			
Ourinhos	Ferrovia		997						
Santa Adelia	Ferrovia	7.512							
Pradópolis	Ferrovia	6.315							
Nova Olímpia	Bimodal					385			
Nona Andradina	Bimodal					358			
Maringá	Ferrovia		1.538						
Total		**13827**	**2535**	**0**	**0**	**1837**	**327**	**313**	**0**

Tabela 35 – Matriz de demanda para safra 2010/11 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						289		
Itapemirim	Rodovia						48		
Monte Belo	Bimodal							333	
Santa Helena de Goiás	Bimodal					1.233			
Ourinhos	Ferrovia		1.053						
Santa Adelia	Ferrovia	7.936							
Pradópolis	Ferrovia	6.664							
Nova Olímpia	Bimodal					403			
Nona Andradina	Bimodal					379			
Maringá	Ferrovia		1.627						
Total		**14600**	**2680**	**0**	**0**	**2015**	**337**	**333**	

Tabela 36 – Matriz de demanda para safra 2011/12 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						297		
Itapemirim	Rodovia						49		
Monte Belo	Bimodal							353	
Santa Helena de Goiás	Bimodal					1.373			
Ourinhos	Ferrovia		1.108						
Santa Adelia	Ferrovia	8.360							
Pradópolis	Ferrovia	7.011							
Nova Olímpia	Bimodal					421			
Nona Andradina	Bimodal					400			
Maringá	Ferrovia		1.717						
Total		**15371**	**2825**	**0**	**0**	**2194**	**346**	**353**	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

Tabela 37 – Matriz de demanda para safra 2012/13 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						305		
Itapemirim	Rodovia						51		
Monte Belo	Bimodal							372	
Santa Helena de Goiás	Bimodal					1.514			
Ourinhos	Ferrovia		1.162						
Santa Adelia	Ferrovia	8.781							
Pradópolis	Ferrovia	7.358							
Nova Olímpia	Bimodal					439			
Nona Andradina	Bimodal					421			
Maringá	Ferrovia		1.806						
Total		**16139**	**2968**	**0**	**0**	**2374**	**356**	**372**	**0**

Tabela 38 – Matriz de demanda para safra 2013/14 (mil toneladas);

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio de Janeiro	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia						313		
Itapemirim	Rodovia						52		
Monte Belo	Bimodal							392	
Santa Helena de Goiás	Bimodal					1.655			
Ourinhos	Ferrovia		1.217						
Santa Adelia	Ferrovia	9.201							
Pradópolis	Ferrovia	7.703							
Nova Olímpia	Bimodal					456			
Nona Andradina	Bimodal					443			
Maringá	Ferrovia		1.895						
Total		**16904**	**3112**	**0**	**0**	**2554**	**365**	**392**	**0**

Os resultados foram obtidos desconsiderando os gargalos existentes e alocando toda produção para o uso do modo ferroviário, quando existente. As tarifas ferroviárias foram analisadas com valores menores ou iguais as rodoviárias.

Este caso apresenta a demanda potencial de açúcar para a malha ferroviária da região Centro-Sul e é de suma importância que seja utilizado como instrumento de decisão para pesquisadores e investidores da área.

Percebe-se uma volumosa demanda para o Porto de Santos, que como visto no seção 7.4.1 ultrapassa sua capacidade atual. Outra análise significativa é em relação ao Porto do Rio de Janeiro que pelo modelo recebeu uma quantidade relevante de carga e conforme os dados reais de exportação não escoa sequer 10% desta fatia. Ambos os casos sugerem uma ineficiência no setor, afetando com clareza o setor de transporte, sobrecarregando alguns modais e inutilizando outros, prejudicado diretamente os participantes da cadeia de suprimentos do produto e mais genericamente a economia do País. É valido salientar que para esta conclusão apenas a variável preço foi considerada, outras variáveis podem, entretanto, influenciar na escolha do transporte para o carregamento.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA

As ferrovias que serão utilizadas caso os fluxos sejam distribuídos de acordo com o resultado apresentando pelo modelo podem ser vista na tabela 37 e 38.

Tabela 39 – Ferrovias com fluxos alocados pelo modelo

Origem	Destino	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Imbituba	Porto Itajaí
Campos de Goytacases	Rodovia				
Itapemirim	Rodovia				
Monte Belo	Bimodal				
Santa Helena de Goiás	Bimodal				
Ourinhos	Ferrovia		Ourinhos-Paranaguá		
Santa Adelia	Ferrovia	Santa Adélia-Bauru Bauru-Santos	Santa Adélia-Bauru Bauru-Paranaguá		
Pradópolis	Ferrovia	Pradópolis-Bauru Bauru-Santos	Pradópolis-Bauru Bauru-Paranaguá		
Nova Olímpia	Rodovia				
Nona Andradina	Rodovia				
Maringá	Ferrovia		Maringá-Paranaguá		

Elaboração: Própria autora.

Tabela 40 – Ferrovias com fluxos alocados pelo modelo

Origem	Destino	Porto Murtinho	Porto de Vitória	Porto do Rio	Porto de São Francisco
Campos de Goytacases	Rodovia				
Itapemirim	Rodovia				
Monte Belo	Bimodal			Monte Belo- Varginha Rodoviário Varginha- Rio Ferroviário	
Santa Helena de Goiás	Bimodal	Santa Helena de Goiás-Três Lagoas Rodoviário Três Lagoas-Maracaju Ferroviário Maracaju-Porto Murtinho Rodoviário			
Ourinhos	Ferrovia				
Santa Adelia	Ferrovia				
Pradópolis	Ferrovia				
Nova Olímpia	Rodovia				
Nona Andradina	Rodovia				
Maringá	Ferrovia				

Elaboração: Própria autora.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511114/CA