

TRANSPORTE DE SOJA DO ESTADO DO MATO GROSSO PARA EXPORTAÇÃO: UMA APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR¹

Andréa Leda Ramos de Oliveira Ojima²

RESUMO: A proposta deste artigo é estimar os fluxos das principais alternativas para a exportação da soja mato-grossense. As estimativas foram feitas através da aplicação de um modelo matemático baseado no instrumental associado às matrizes origem-destino, e avaliaram-se três cenários. Como principais resultados, o modelo indicou que as opções intermodais deveriam ser utilizadas para o escoamento da soja, em especial a rota rodo-hidroviária via porto de Santarém, que deteve 60% das exportações, seguida pela opção rodo-ferroviária via porto de Santos, com 21%. Este artigo também aponta que a iniciativa de novos estudos nesse sentido poderá trazer benefícios para a racionalização da infra-estrutura de transporte, assim como sobre as potencialidades do setor.

Palavras-chave: matriz origem-destino, logística, pesquisa operacional.

TRANSPORTATION OF EXPORT-BOUND SOYBEAN FROM THE STATE OF MATO GROSSO: AN APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING

ABSTRACT: The purpose of this paper is to estimate Mato Grosso state's soybean flows for the main modes of exportation. The estimates were made through the application of a mathematical model based on the instrumental associated to origin-destination matrices. Three scenarios were evaluated. As main results, the model indicated that the intermodal options should be used for soybean transportation, specially the highway-waterway route to the Port of Santarém, which is responsible for 60% of the exportations, followed by the highway-railway route to the Port of Santos, which represents 21% of the exports. This paper also shows that the new studies in this direction can benefit the rationalization of the transportation infrastructure, as well as, increase the potentialities of the sector.

Key-words: origin-destination matrix, logistics, operational research.

JEL Classification: C61, R40.

¹Cadastrado no SIGA, NRP 1867. Registrado no CCTC, ASP-11/2006.

²Engenheira Agrônoma, Mestre, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: andrea@iea.sp.gov.br).

1 - INTRODUÇÃO

A produção e a exportação de grãos brasileiros, especificamente de soja, vêm ocupando posição de destaque no cenário do agronegócio mundial. De acordo com os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2006), o Brasil, na safra 2004/05, foi responsável por 24% da produção mundial e 34% das exportações no mercado internacional.

O processo de crescimento das exportações das *commodities* agrícolas brasileiras tem gerado impactos positivos, ao mesmo tempo em que revela uma série de fragilidades logísticas do País.

As fragilidades - representadas pelas condições precárias das rodovias, pela baixa eficiência e falta de capacidade das ferrovias e pela desorganização e excesso de burocracia dos portos - tiveram como resultado o aumento das filas de caminhões nos principais portos, longas esperas de navios para atracação e o não-cumprimento dos prazos de entrega ao exterior. Tudo isso resultou no aumento dos custos e na redução da competitividade dos produtos brasileiros no exterior (FLEURY, 2005).

O principal Estado produtor de soja é o Mato Grosso, que responde por 34% da produção brasileira (IBGE, 2006) e por cerca de 26% das exportações do produto (SECEX, 2006). O Estado apresenta um elevado potencial agrícola, captando divisas no mercado internacional e desfrutando de elevadas taxas de crescimento anuais da produção. Entretanto, uma das principais barreiras encontradas está ligada à estrutura logística para o escoamento da safra.

A baixa capacidade de armazenamento e a predominância do modal rodoviário no transporte, somado às precariedades das rodovias no Estado, oneram a movimentação da soja e dos demais produtos.

Nesse sentido, identificar as principais alternativas para o escoamento da soja mato-grossense pode fornecer subsídios que auxiliem as decisões estratégicas para escolha das rotas logísticas.

Assim, o objetivo deste trabalho é a aplicação de um modelo matemático baseado no instrumental associado às matrizes origem-destino para estimar os fluxos de exportação da soja do Estado do Mato Grosso.

Primeiramente, será estimado o custo total de movimentação da soja dos municípios produtores aos portos. Em segundo lugar, formular-se-á um modelo matemático para identificar as rotas logísticas que impliquem em um menor custo para soja. Por fim, será criado um cenário que envolva apenas as alternativas intermodais, avaliando-se o impacto no escoamento da soja mato-grossense para exportação.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

A partir de 1994, com o plano Real, a agricultura passou a figurar ainda mais entre os setores econômicos mais estratégicos para a consolidação do programa de estabilização econômica. Considerando-se alguns aspectos do agronegócio, como a elevada participação do PIB, a importância na pauta de exportações e a contribuição para o controle da inflação, evidencia-se a importância da agricultura brasileira para impulsionar o desempenho da economia (PESSOA, 2005).

O complexo soja, isto é, grão-farelo-óleo, constitui-se numa das mais importantes *commodities* nacionais. Ressalta-se que a soja, nas últimas safras, tem sido responsável por aproximadamente 15% do valor da produção brasileira, sendo um dos principais produtos que geram divisas para o País, sem considerar os ganhos pelos derivados (farelo e óleo) (TSUNECHIRO, 2004).

Para Tavares (2005), as novas fronteiras agrícolas dispostas no cerrado farão com que o fluxo de produtos entre esses pontos e as plataformas exportadoras sejam intensificadas, o que irá gerar a necessidade do apoio de infra-estrutura para essa movimentação, caso contrário, as despesas de transporte farão com que o produto brasileiro perca sua competitividade no mercado internacional.

O sistema rodoviário brasileiro há muito tempo sofre com a carência de investimentos públicos. Além disso, as empresas de transporte de cargas perderam sua margem de lucro principalmente devido aos produtos de baixa especificidade, o que acarretou deterioramento dos equipamentos e manutenção precária. Apesar deste cenário, vale salientar que esse

modal é o único que permite o transporte “ponto-a-ponto”, e por isso a estrutura física destes deve ser a melhor possível (CAIXETA FILHO, 2000/2001).

De acordo com Oliveira e Caixeta Filho (1997), o transporte hidroviário apresenta vantagens quando comparados aos outros sistemas, principalmente devido ao baixo valor de seu frete. Porém, essa modalidade deve estar conjugada com outras para que os pontos de origem e destino possam ser atendidos. Dessa maneira, as alternativas intermodais devem ser consideradas, apresentando-se como uma maneira mais real de tratar os problemas de transporte de produtos agrícolas.

Segundo Oliveira e Caixeta Filho (1996), a vantagem do sistema de hidroviário de transporte dos Estados Unidos, intensamente utilizado, é possuir alta conectividade, sendo que os principais trechos navegáveis estão posicionados de maneira estratégica em relação às zonas produtoras de soja e milho, fatores que não são presentes no caso do Brasil.

Para prever a resposta dos mercados e quantificar os potenciais impactos advindos das mudanças nas políticas comerciais, pode-se utilizar modelos e simulações de cenários que levem em conta as mudanças nas variáveis econômicas de interesse (QUIROGA e CASTILLO, 2005).

O referencial teórico utilizado neste estudo está associado às matrizes de origem-destino. A maior parte dos estudos que utilizam a matriz origem-destino é aplicada para a minimização do custo de transferência de diversos produtos. Santos; Caixeta Filho; Martins (2003) utilizaram o ferramental para estimar os fluxos do algodão em caroço produzido no Estado do Paraná, na safra 1999/2000. Enquanto Figueiredo; Leite; Caixeta Filho (2005) identificaram as melhores alternativas para o escoamento do algodão do Estado do Mato Grosso.

Martins e Caixeta Filho (1998) utilizaram um modelo de origem-destino para a racionalização do uso da infra-estrutura de transporte na comercialização da soja e do farelo no Estado do Paraná com base nos fretes. Os resultados obtidos sinalizaram para o incremento muito significativo na utilização das ferrovias.

Na tabela 1, a forma geral de uma matriz origem-destino é apresentada. As linhas e colunas re-

presentam cada uma das y regiões envolvidas. Os elementos T_{ij} representam as quantidades (produtos ou viagens) originados na região i e destinados à região j . Dessa forma, T_{ij} é o fluxo originado na zona i com destino a j , já O_i é o total de fluxo originado na região i , enquanto D_j é o total de fluxo destinado à região j . O valor T é o fluxo agregado do produto entre as origens e destinos considerados. Os elementos da diagonal principal correspondem aos fluxos intra-regionais, e os demais representam fluxos inter-regionais (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1995).

De acordo com Bovy e Stern (1990), um ponto relevante para a construção de uma matriz origem-destino é a delimitação da área de estudo, determinando assim as regiões de origem e destino.

Kawamoto (1994) ressalta que a falta de informações sobre origens e destinos no planejamento de transporte pode ocasionar uma operação ineficiente do sistema, uma irracionalidade de custo e uma oferta insuficiente de transporte.

A relevância da identificação dos fluxos de um produto entre origem e destino é reforçada em GEIPOT (1997), que estimou as rotas de comercialização da soja, afirmando que, na avaliação de um sistema de transportes, são imprescindíveis dados de volume e configuração do tráfego entre origens e destinos.

Para Hamerslag e Immers (1988), a matriz origem-destino é um instrumental adequado para estudos relacionados a transportes, dentre eles, programação e planejamento, avaliação das alternativas de escoamento e simulação de fluxos de tráfego. Nesse sentido, constitui-se como uma ferramenta indicada para o tipo de estudo aqui proposto.

3 - METODOLOGIA

Neste artigo, a racionalização do transporte da soja para exportação é feita através da aplicação de um modelo matemático baseado no instrumental associado às matrizes origem-destino.

Para isso, utilizou-se de fonte primária para o levantamento de dados referentes aos fretes rodoviários, que foram fornecidos pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), enquanto os dados referentes ao

Tabela 1 - Forma Geral de uma Matriz Origem-Destino

Origens	Destinos							$\sum_j T_{ij} = T$
	1	2	3	...	j	...	y	
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	...	T_{1j}	...	T_{1y}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	...	T_{2j}	...	T_{2y}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	...	T_{3j}	...	T_{3y}	O_3
.
.
.
I	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	...	T_{ij}	...	T_{iy}	O_i
.
.
.
Y	T_{y1}	T_{y2}	T_{y3}	...	T_{yj}	...	T_{yy}	O_y
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	...	D_j	...	D_y	$\sum_i T_{ij} = T$

Fonte: Martins; Caixeta Filho (1998).

transbordo³ e à tarifa portuária de todos os portos analisados foram fornecidos pela Brasil Ferrovias. Foram utilizadas, ainda, fontes secundárias para o levantamento dos demais dados, sendo elas, Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE), para produção; Sistema de Informações de Fretes (SIFRECA), para fretes ferroviários e hidroviários; e a Secretária de Comércio Exterior (SECEX), para exportação.

Para quantificação da oferta de soja no Mato Grosso, utilizou-se os dados de produção de 2004 do IBGE. Foram considerados 23 municípios, responsáveis por 80,6% da produção estadual. No entanto, como o estudo tem como finalidade os fluxos de exportação, e tal informação em nível municipal não é disponível, adotou-se o coeficiente de participação de cada município na produção total do Estado sobre o volume de exportação total do Estado, obtendo-se uma estimativa das exportações por município.

³Operação de transporte que consiste na transferência da carga de um modal a outro; pode também ocorrer na mudança de um veículo a outro.

Na quantificação da demanda, considerou-se o volume das exportações do Estado do Mato Grosso através dos principais portos, ou seja, daqueles que nos últimos anos vem apresentando destaque nas saídas da soja do Estado, sendo eles: Santos, Estado de São Paulo; Paranaguá, Estado do Paraná; São Francisco do Sul, Estado de Santa Catarina; Vitória, Estado do Espírito Santo; e Santarém, Estado do Pará.

Para o custo total de transporte, considerou-se o frete praticado, acrescido da tarifa portuária de cada porto e da taxa de transbordo para opções intermodais.

Os fretes rodoviários foram estimados por meio de uma equação linear baseada nas distâncias e nos fretes praticados entre os pontos de origem no Mato Grosso e os de recepção com diversos destinos. O comportamento do frete (variável de resposta) foi analisado por meio de um modelo de regressão linear múltipla⁴, utilizando um banco de dados de

⁴Para mais informações sobre regressão linear múltipla, consultar Wooldridge, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**, São Paulo: Thomson, 2005.

fretes rodoviários praticados em 2004 fornecidos pela CVRD. Desse modo, para o modal rodoviário, partiu-se da hipótese de existir um comportamento diferenciado para fretes com distâncias de até 500 quilômetros e superiores (variáveis explicativas).

Assim, para o modal rodoviário, tem-se:

$$Y = \beta X + \varepsilon \quad (1)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \delta X + \beta_2 (1 - \delta) X + \varepsilon \quad (2)$$

$$\text{onde: } \delta = \begin{cases} 1 & \text{se distância} \geq 500 \\ 0 & \text{se distância} < 500 \end{cases}$$

Em que:

Y - frete em RS/t.

X - distância em km.

β - Coeficiente de regressão.

δ - variável binária.

ε - erro aleatório.

O modelo linear de custo foi implementado no programa estatístico SAS (2006).

Os fretes ferroviários e hidroviários tiveram como base os dados do SIFRECA, enquanto os dados referentes ao transbordo e as tarifas portuárias para todos os portos analisados foram fornecidos pela Brasil Ferrovias.

Uma vez obtidas as informações descritas acima, foram construídos três cenários. O cenário 1, que considerou a hipótese em que os fluxos dos 23 municípios exportadores de soja no Estado do Mato Grosso utilizariam apenas o modal rodoviário para o escoamento da safra e, ainda, teriam como destino os três principais portos, sendo eles: Santos, Paranaguá e São Francisco.

Cenário 1

$$\begin{aligned} \text{Min} Z &= \sum_{i=1}^{23} \sum_{j=1}^3 C_{ij} X_{ij} \\ \text{s.a} \\ \sum_{j=1}^3 X_{ij} &\geq O_i, \text{ para todo } i \\ \sum_{i=1}^{23} X_{ij} &\leq D_j, \text{ para todo } j \end{aligned} \quad (3)$$

onde:

$$C_{ij} = F_{ij} + P_j$$

em que:

Z = Valor da função objetivo.

C_{ij} = Custo total de transporte entre o município de origem i e o porto de destino j .

F_{ij} = Custo do frete entre o município de origem i e o porto de destino j .

P_j = Custo portuário do porto de destino j .

X_{ij} = Quantidade exportada de soja entre o município de origem i e o porto de destino j .

O_i = Quantidade exportada de soja pelo município i .

D_j = Quantidade exportada pelo porto j .

No cenário 2, considerou-se o cenário 1 com a adição da opção rodoviária até o porto de Santarém através da conclusão da pavimentação da BR-163, importante rodovia que liga o Estado do Mato Grosso à Região Norte do País, proporcionando outra alternativa para escoamento da soja ao porto com custos de transporte reduzidos, assim como distâncias e fretes marítimos ao mercado chinês e europeu mais competitivos.

No cenário 3, consideram-se as mesmas origens com destino aos Portos de Santos, Paranaguá, São Francisco, Vitória e Santarém utilizando-se apenas as opções intermodais.

No caso de Santos, Paranaguá, São Francisco e Vitória, a opção utilizada foi a rodo-ferroviária, através da Ferronorte, da América Latina Logística (ALL) e da CVRD. Enquanto para Santarém a opção rodo-hidroviária foi adotada através da Hidrovia do Madeira.

Cenário 3

$$\begin{aligned} \text{Min} Z &= \sum_{i=1}^{23} \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij} \\ \text{s.a} \\ \sum_{j=1}^5 X_{ij} &\geq O_i, \text{ para todo } i \\ \sum_{i=1}^{23} X_{ij} &\leq D_j, \text{ para todo } j \end{aligned} \quad (4)$$

onde:

$$C_{ij} = CR + CM + T + P_j$$

em que:

Z = Valor da função objetivo.

C_{ij} = Custo total de transporte entre o município de origem i e o porto de destino j .

CR = Custo do frete rodoviário entre o município de origem i e o terminal ferroviário ou hidroviário.

CM = Custo do frete entre o terminal ferroviário ou hidroviário e o porto de destino j .

T = Custo de transbordo do modal rodoviário para o modal ferroviário ou hidroviário.

P_j = Custo portuário do porto de destino j .

X_{ij} = Quantidade exportada de soja entre o município de origem i e o porto de destino j .

O_i = Quantidade exportada de soja pelo município i .

D_j = Quantidade exportada pelo porto j .

O processamento das informações para o modelo de movimentação de soja no Estado Mato Grosso foi feito utilizando-se o programa computacional General Algebraic Modeling System (GAMS) (BROOK; KENDRICK; MEERRAUS, 1995).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fretes rodoviários foram estimados através de uma equação linear com base nas distâncias e nos fretes praticados entre diferentes origens do Mato Grosso e diversos destinos no território nacional. As estimativas estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Estatísticas Resultantes para o Modal Rodoviário

Variáveis	Coefficiente	Teste T
Intercepto	23,2423	21,95 ³
$\delta = 0^1$	0,0259	2,89 ³
$\delta = 1^2$	0,0616	94,48 ³

¹ Distâncias até 500km.

² Distâncias superiores à 500km.

³ Significativo a 0,1%.

$R^2 = 0,7516$

$N = 3.432$

Fonte: Dados da pesquisa.

Na composição do frete, uma parcela fixa é representada pelo intercepto. O comportamento dos preços mostrou-se diferenciado, apresentando um coefi-

ciente com peso maior para distâncias superiores a 500km e peso menor para distâncias de até 500km.

Os resultados dos fluxos de exportação do cenário 1 são mostrados na tabela 3. Nesse caso, considerou-se a saída por três portos (Santos, Paranaguá e São Francisco) utilizando-se apenas o modal rodoviário.

Tabela 3 - Fluxos de Origem e Destino para Soja para o Cenário 1, Estado do Mato Grosso, 2004 (em t)

Município	Porto de Santos
Sorriso	727.155,53
Sapezal	411.393,46
Campo Novo do Parecis	379.007,61
Nova Mutum	368.600,29
Primavera do Leste	317.341,63
Diamantino	315.236,13
Tapurah	310.056,37
Lucas do Rio Verde	227.496,49
Itiquira	215.589,73
Campos de Júlio	214.873,40
Nova Ubiratã	207.981,85
Campo Verde	184.842,89
Brasnorte	146.497,21
Santa Rita do Trivelato	142.567,06
Santo Antônio do Leste	133.737,14
Sinop	104.842,08
Canarana	100.665,98
Querência	95.109,32
Alto Garças	93.920,45
Rondonópolis	90.841,89
Novo São Joaquim	88.760,51
São José do Rio Claro	86.313,00
Alto Taquari	79.085,46
Total	5.041.915,48

Fonte: Dados da pesquisa.

A dinâmica da exportação mato-grossense foi de utilizar o porto de Santos para o escoamento, dado que as distâncias, e conseqüentemente o custo do frete, são menores para esse destino. Apesar do porto de Santos apresentar a maior tarifa portuária dos portos em questão, esse fator não foi o principal determinante neste cenário (Tabela 3).

No cenário 2, foi incluída a opção rodoviária via BR-163 para o porto de Santarém, sendo uma alternativa para o escoamento pela Região Norte do País, possibilitando, além do uso da infra-estrutura portuária dessa região, distâncias e tarifas marítimas

menores com destino aos mercados europeu e chinês.

Esta alternativa mostrou-se eficiente para os municípios ao norte do Estado, em que as distâncias até Santarém são menores. Vale destacar que, neste caso, as tarifas portuárias também são menores em relação ao Porto de Santos, aproximadamente 30% (Tabela 4).

O volume exportado por Santarém representou 72% das exportações mato-grossenses; do total de 23 municípios, 13 tiveram como destino esta alternativa. A minimização da solução ótima foi melhorada em 8% com relação ao cenário 1.

No cenário 3, considerou-se as mesmas origens com destino aos portos de Santos, Paranaguá, São Francisco, Vitória e Santarém utilizando apenas as opções intermodais. Para Santos, a opção utilizada foi a rodo-ferroviária via Ferronorte o terminal de embarque considerado foi Alto Araguaia (MT), com destino a Santos.

Para os portos de Paranaguá e São Francisco, a opção foi a rodo-ferroviária via ALL, com terminal

de embarque em Londrina, Estado do Paraná. A rota utilizada para o Porto de Vitória também foi a rodo-ferroviária, com embarque em Araguari, Estado de Minas Gerais, via CVRD.

Enquanto a opção intermodal para Santarém foi a rodo-hidroviária através da Hidrovia do Madeira, o terminal de embarque foi Porto Velho, Estado de Rondônia.

A dinâmica das exportações no cenário 3 mostrou-se como a mais viável, isto porque, com exceção do porto de São Francisco do Sul, todos os demais portos foram utilizados através das opções intermodais. O destaque foi para o porto de Santarém, que deteve 60% das exportações, seguido pelo porto de Santos (21%), porto de Paranaguá (14%) e porto de Vitória (5%) (Tabela 5).

Nesta opção, verificou-se que o resultado ótimo do modelo foi minimizado em 13% quando comparado ao obtido no cenário 1, sendo um indicativo dos ganhos gerados pela adoção da intermodalidade.

Tabela 4 - Fluxos de Origem e Destino para Soja para o Cenário 2, Estado do Mato Grosso, 2004
(em t)

Município	Porto de Santos	Porto de Santarém	Total
Sorriso	-	727.155,53	727.155,53
Sapezal	-	411.393,46	411.393,46
Campo Novo do Parecis	-	379.007,61	379.007,61
Nova Mutum	-	368.600,29	368.600,29
Primavera do Leste	317.341,63	-	317.341,63
Diamantino	-	315.236,13	315.236,13
Tapurah	-	310.056,37	310.056,37
Lucas do Rio Verde	-	227.496,49	227.496,49
Itiquira	215.589,73	-	215.589,73
Campos de Júlio	-	214.873,40	214.873,40
Nova Ubiratã	-	207.981,85	207.981,85
Campo Verde	184.842,89	-	184.842,89
Brasnorte	-	146.497,21	146.497,21
Santa Rita do Trivelato	-	142.567,06	142.567,06
Santo Antônio do Leste	133.737,14	-	133.737,14
Sinop	-	104.842,08	104.842,08
Canarana	100.665,98	-	100.665,98
Querência	95.109,32	-	95.109,32
Alto Garças	93.920,45	-	93.920,45
Rondonópolis	90.841,89	-	90.841,89
Novo São Joaquim	88.760,51	-	88.760,51
São José do Rio Claro	-	86.313,00	86.313,00
Alto Taquari	79.085,46	-	79.085,46
Total	1.399.895,00	3.642.020,48	5.041.915,48

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 5 - Fluxos de Origem e Destino para Soja para o Cenário 3, Estado do Mato Grosso, 2004
(em t)

Município	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Porto de Vitória	Porto de Santarém	Total
Sorriso	-	-	-	727.155,53	727.155,53
Sapezal	-	411.393,46	-	-	411.393,46
Campo Novo do Parecis	-	-	-	379.007,61	379.007,61
Nova Mutum	-	-	-	368.600,29	368.600,29
Primavera do Leste	317.341,63	-	-	-	317.341,63
Diamantino	-	-	-	315.236,13	315.236,13
Tapurah	-	-	-	310.056,37	310.056,37
Lucas do Rio Verde	-	-	-	227.496,49	227.496,49
Itiquira	215.589,73	-	-	-	215.589,73
Campos de Júlio	-	-	-	214.873,40	214.873,40
Nova Ubiratã	-	207.981,85	-	-	207.981,85
Campo Verde	184.842,89	-	-	-	184.842,89
Brasnorte	-	-	-	146.497,21	146.497,21
Santa Rita do Trivelato	-	-	-	142.567,06	142.567,06
Santo Antônio do Leste	-	-	133.737,14	-	133.737,14
Sinop	-	-	-	104.842,08	104.842,08
Canarana	-	-	100.665,98	-	100.665,98
Querência	-	95.109,32	-	-	95.109,32
Alto Garças	93.920,45	-	-	-	93.920,45
Rondonópolis	90.841,89	-	-	-	90.841,89
Novo São Joaquim	88.760,51	-	-	-	88.760,51
São José do Rio Claro	-	-	-	86.313,00	86.313,00
Alto Taquari	79.085,46	-	-	-	79.085,46
Total	1.070.382,56	714.484,63	234.403,12	3.022.645,17	5.041.915,48

Fonte: Dados da pesquisa.

Os cenários foram assim divididos na tentativa de verificar o comportamento das saídas da soja do Estado do Mato Grosso utilizando-se apenas o modal rodoviário *versus* as opções intermodais.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações ocorridas na sojicultura, sobretudo na distribuição espacial, apontam para uma necessidade de estudos que tenham como objetivo otimizar o uso racional da estrutura logística disponível na tentativa de redução dos custos, proporcionando o aumento da competitividade da soja no cenário mundial.

O modelo matemático baseado no instrumental associado às matrizes origem-destino utilizado mostrou-se adequado aos objetivos propostos.

Assim, foi possível analisar o comportamento do escoamento da soja através do modal rodoviário em relação as opções intermodais. Nesse sentido, os resultados obtidos indicaram que as opções intermodais ofereceram um custo menor, minimizando o resultado do modelo em 13% quando comparado aos resultados do cenário 1.

As opções intermodais representaram ganhos ao escoamento. Assim, além de nortear os investimentos no setor dos transportes, pôde contribuir para redução dos custos, uma vez que os custos com transporte ferroviário e hidroviário são menores que os custos rodoviários. Ocorre, portanto, uma tendência de se substituir o transporte rodoviário de longa distância por transportes alternativos, o que deve implicar em aumento da competitividade da soja no mercado internacional de grãos, assim como na sua participação

nas exportações mundiais.

Contudo, espera-se que este artigo possa estimular outros estudos que visem estimar matrizes de origem-destino para outros produtos agrícolas, inclusive em outros estados, ou ainda que tenham abrangência em todo território nacional. O sucesso dessas iniciativas pode trazer benefícios sobre a racionalização da infra-estrutura de transporte, assim como sobre as potencialidades do setor.

LITERATURA CITADA

- BOVY, P. H. L.; STERN, E. **Route choice: wayfinding in transport networks**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. cap. 6.
- BROOKE, A.; KENDRICK, D.; MEERRAUS, A. **GAMS: a user's guide, release 2.25**. [S.l.]: The Scientific Press, 1995. 289 p.
- CAIXETA FILHO, J. V. Logística e transporte no agronegócio brasileiro. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v. 170, p. 3-5, dez. 2000/jan. 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES - GEIPOT. **Corredores de transportes: proposta de ações para adequação da infra-estrutura e racionalização do transporte de grãos agrícolas**. Brasília, 1997.
- FIGUEIREDO, M. G.; LEITE, S. C. F.; CAIXETA FILHO, J. V. Fluxos de algodão em pluma para exportação no estado do Mato Grosso: uma aplicação de programação linear. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais ...** Ribeirão Preto: SOBER, 2005. CD-ROM.
- FLEURY, P. F. **A infra-estrutura e os desafios logísticos das exportações brasileiras**. 2005. Disponível em: <<http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>>. Acesso em: 1 nov. 2005.
- HAMERSLAG, R.; IMMERS, B. H. Estimation of trip matrices: shortcomings and possibilities for improvement. **Transportation Research Record**, n. 1203, p. 27-39, 1988.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=10>>. Acesso: 5 jan. 2006.
- KAWAMOTO, E. Verificação da matriz ponto-de-origem/ponto-de-destino de uma linha de transporte coletivo obtida a partir de dados de embarque e desembarque. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 8., 1994, Recife. **Anais ...** Recife: ANPET, 1994. v. 2, p. 41-49.
- MARTINS, R. S.; CAIXETA FILHO, J. V. Matrizes de origem-destino como estimativa de fluxos de produtos agrícolas: o caso de grãos e farelo de soja no Estado do Paraná. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., 1998, Poços de Caldas. **Anais ...** Brasília: SOBER, 1998. v. 1, p. 931-944.
- OLIVEIRA, J. C. V.; CAIXETA FILHO, J. V. Análise das alternativas de rotas disponíveis para a movimentação de grãos e farelos através da Hidrovia Tietê-Paraná. **Economia Aplicada**, v. 1, n. 4, p. 683-708, out./dez. 1997.
- _____; _____. Hidrovias: porque os EUA transportam grãos a custos mais baixos. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v. 122, p. 10-12, dez.1996.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling transport**. 2nd. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1995.
- PESSOA, A. **Agricultura**. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br/cdbrazil/itamaraty/web/port/economia/agric/apresent/apresent.htm>>. Acesso em: 1 nov. 2005.
- QUIROGA, R. G.; CASTILLO, R. M. Implicaciones de la integración de México a bloques comerciales en el mercado mundial del espárrago. **Documentos de Trabajo en Análisis Económico**, v. 4, n. 11, jul. 2005.
- SANTOS, C. V. DOS; CAIXETA FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. Modelagem para estimativas de fluxos de algodão em caroço no estado do Paraná. In: ECOPAR., 2., 2003, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM-UEL-UEPG-UNIOESTE-IPARDES, 2003. p. 764-778.

Recebido em 14/03/06. Liberado para publicação em 12/09/06.