

ANALISE ECONÔMICA DO TRANSPORTE DE SOJA EM GRÃO NO ESTADO DE MATO GROSSO¹

Nilton Marques de Oliveira

Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa
Prof. do Departamento de Economia da Faculdades Integradas do Planalto Central - FIPLAC
BR 040 Km 16 CEP: 72.800-000, Luziania-GO e-mail: ms43685@hotmail.com e
ms43685@bol.com.br

Heleno do Nascimento Santos, Dr.

Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Informática
CEP: 36571-000, Viçosa-MG e-mail: hns@mail.ufv.br

Elton Pereira das Virgens

Graduando em Engenharia da Produção - Departamento de Engenharia da Produção
CEP: 36571-000, Viçosa-MG e-mail: eg41185@bol.com.br

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho foi identificar e analisar as rodovias na alocação modal ótima que minimizem os custos de transportes entre as áreas de produção e a agroindústria no Estado de Mato Grosso. O modelo teórico proposto foi baseado a partir da teoria de localização da produção agrícola de Von THÜNEN. Utilizou-se como instrumento analítico um modelo de redes capacitadas. A partir de uma solução padrão, simularam-se vários cenários na melhoria da infra-estrutura de transporte da malha rodoviária e na implementação da rede ferroviária. Os principais resultados mostram que a pavimentação das principais rodovias estaduais no Estado produziria efeitos significativos em termos de redução do custo total de distribuição de soja, em relação à solução atual. Com a simulação da ferrovia, o efeito seria maior. Estes resultados podem oferecer subsídios para o governo, no sentido de possibilitar uma melhor percepção quanto aos investimentos em infra-estrutura de transporte.

PALAVRAS CHAVES: Redes capacitadas, transporte rodoviário, soja.

ABSTRACT

The main objective of this work was to identify and analyze highways in the most efficient location, in order to minimize the transportation cost from the production area to the agroindustry in Mato Grosso, Brazil. The theoretical model proposed was based on the agricultural production localization theory, by von Thünen. One model of capacitated network was utilized as analytical instrument. From the analysis of the current situation, several sceneries were simulated for infra-structure improvement of highway transport and for railway implement. The main results show that the principal state highways pavement would decrease the total cost of soybean distribution, in comparison with the current situation. With railway simulation, the effect would be bigger. These results can offer subsidies for the government, in the direction of that they make possible one better perception how much to the investments in transport infrastructure.

KEY WORDS: highway transport, capacitated network, soybean

¹ Baseado na Tese de Mestrado em Economia Aplicada do primeiro autor, no Departamento de Economia Rural -DER/UFV, sendo o segundo, o orientador.

1. INTRODUÇÃO

Desenvolver uma agricultura competitiva exige uma infra-estrutura adequada ao escoamento de sua produção. No Brasil, a agricultura e a agroindústria têm sido afetadas por deficiências dos sistemas de transporte. Segundo MARTINS (1998), os custos de transporte, embora sejam importantes em qualquer ramo de atividade produtiva, tornam-se mais significativos no caso dos produtos agrícolas. A participação dos custos de transporte no preço final dos produtos agrícolas no atacado é mais que duas vezes maior em relação aos produtos manufaturados.

Os serviços de transportes, como os produtos derivados da agricultura e indústria, são bens econômicos de uso intermediário. Assim, os desequilíbrios e as distorções no setor de transportes transmitem-se, com maior ou menor intensidade, a todas as atividades econômicas (BRASIL, 2001).

Para COSTA (2000), o Custo Brasil (ineficiências de infra-estruturas de transporte e tributárias) vem sendo apontado como uma das principais causas de perda de competitividade de soja brasileira frente à americana. Dentro dessas ineficiências, destaca-se o setor de transportes, que se apresenta muito mal dimensionado e bastante precário para as necessidades nacionais. A infra-estrutura de transportes é um importante fator diferenciador dos preços da soja no mercado interno, o que vem prejudicando notadamente as regiões de fronteira que possuem infra-estrutura precária.

Dessa forma, é de suma importância, num primeiro momento, conhecer a infra-estrutura de transporte através dos fluxos de origem e destinos dos produtos, para se avaliar os modais de transporte disponíveis, seus traçados e seus custos para, logo em seguida, propor soluções que minimizem custos e perdas. O Estado de Mato Grosso vem sendo objeto de estudo sob os mais diferentes aspectos e enfoques, tais como estrutura fundiária, distribuição de renda (PEREIRA, 1995) e sustentabilidade da agroindústria da soja (CAMPOS, 2000). Porém, pouca importância tem sido dada à análise de transporte de produtos agrícolas, especialmente ao da soja nesse Estado.

O Estado de Mato Grosso é o centro geodésico² da América do Sul, sendo rota compulsória para a Amazônia, integrando-se à Amazônia Legal, além da região Centro-Oeste. No *ranking* da produção nacional, Mato Grosso é o primeiro produtor de soja e de algodão, segundo de arroz e o quarto de bovinos. Na região Centro Oeste, destaca-se como o segundo produtor de aves, suínos, cana-de-açúcar e o terceiro produtor de milho (Tabela 1).

Tabela 1 - Participação do Estado de Mato Grosso no *ranking* da produção agropecuária, em 2000

Tipo de produtos	Brasil	Centro-Oeste
Soja	1.º	1.º
Algodão herbáceo	1.º	1.º
Arroz	2.º	1.º
Milho	8.º	3.º
Cana-de-açúcar	7.º	2.º
Bovinos	4.º	3.º
Suínos	12.º	2.º
Aves	13.º	2.º

Fonte: AGRIANUAL (2000).

² Geodésico: ponto central de uma superfície. Fonte: Manual do Investidor -2000.

Dos 90 milhões de hectares que formam o Estado, 25 milhões são agricultáveis, dos quais apenas 18% estão sendo aproveitados (MATO GROSSO, 2000).

A economia de Mato Grosso está baseada na produção de produtos primários, tanto para o mercado interno, quanto para o externo, com destaque para os produtos soja, arroz e algodão. Nessas atividades, o Estado ocupa papel importante nessa nova conjuntura da economia brasileira, tanto por sua participação na oferta, quanto por sua rápida resposta aos estímulos de mercado. Nesse caso, aumentos de custos podem converter-se em ameaça à posição competitiva da produção local no mercado brasileiro.

O transporte rodoviário facilita o deslocamento de produto de um lugar para outro e por rotas alternativas, ao passo que as ferrovias e hidrovias se limitam a transportar os grãos de terminal a terminal, necessitando, com isso, complementação de outros meios de transportes (BULHÕES, 1998). Um estudo realizado por LÍCIO e CORBUCCI (1996) constatou que a soja produzida na Chapada dos Parecis, no Mato Grosso, e transportada para os portos de Santos e Paranaguá, utilizando o modal rodoviário, fica entre 35% a 45% mais cara do que seu preço de oferta na Chapada dos Parecis.

A elevação no custo final da soja tem sido motivo de preocupação pelos empresários e produtores agrícolas e a diferença entre os preços de oferta e demanda é, em parte, devida aos custos de transportes e armazenagem.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar e analisar as rodovias na alocação modal ótima que minimizem os custos de transporte entre as áreas de produção e a agroindústria, referente ao fluxo relativo ao ano 2000, no do Estado de Mato Grosso. Especificamente, pretendeu-se quantificar os efeitos sobre o custo total de distribuição de soja à medida que novos trechos (ferrovia) ou melhoria de rodovias já existentes são introduzidos no modelo básico de transporte,

2. METODOLOGIA

2.1 Referencial teórico

O modelo teórico a ser adotado neste trabalho baseia-se na teoria da localização da produção agrícola do economista Von Thünen que, em 1826, realizou as primeiras análises atinentes às relações entre a localização espacial e os padrões de utilização da terra. Em sua teoria, Von Thünen procurou determinar a influência das cidades na produção agrícola, bem como a distribuição espacial das culturas, em função de seu valor, constituindo-se no que se convencionou chamar “anéis de Thünen”. Para explicar seu modelo, pressupõe-se a existência de uma planície uniforme no que diz respeito ao solo, ao transporte e a todos os outros fatores, com um único mercado localizado no centro. Von Thünen (1826), citado por WRIGHT (1980), afirma que os custos de transporte são proporcionais à distância em toda a planície, de modo que as diversas culturas se localizem dentro de faixas marcadas.

Pressupõe, ainda, um preço único para cada produto na cidade (mercado) e custos de transporte proporcionais à distância em toda a superfície. O preço efetivo que o produtor recebe é igual ao preço do produto menos o custo de transporte.

2.2 Área sob estudo

A área selecionada para a realização desta pesquisa foi o Estado de Mato Grosso, considerando as vinte e duas microrregiões homogêneas, de acordo com a divisão do estado adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000). O Estado de Mato Grosso possui uma área de 901.420,7 km², participa com 55,91% da área da região Centro-Oeste (1.612.077,2 km²) e 10,5% do território nacional, sendo Cuiabá a capital do Estado. Limita-se ao norte com os Estados do Amazonas e Pará; a leste com os Estados de Tocantins e Goiás; ao sul pelo Estado de Mato Grosso do Sul; e ao Oeste com o Estado de Rondônia e o

país Bolívia. Subdivide-se o Estado, atualmente, em 142 municípios. Agrupam-se os municípios em cinco mesorregiões e 22 microrregiões homogêneas, para fins estatísticos do IBGE (2000).

O Estado de Mato Grosso produziu , na safra de 1999/2000, cerca de 8,4 milhões de toneladas de soja, o que correspondeu a 56,78% da produção da região Centro-Oeste e a 27% da produção nacional. O Estado lidera a produção nacional desse produto desde a safra de 1996. (IBGE, 2000).

Para este estudo, procedeu-se o zoneamento do Estado, com vistas à identificação de pólos econômicos, pressupondo-se que nestes concentram-se algumas atividades relacionadas à produção, comercialização e armazenagem de produtos agrícolas e às empresas agroindustriais. Para estudos dessa natureza, a identificação de pólos significa concentração das atividades econômicas, maiores produção de soja, população e infra-estrutura de transporte.

Os dados básicos referentes às quantidades de produtos a serem transportados e os fretes associados às modalidades de transporte foram coletados na Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso (SEPLAN), no Sistema de informações de Fretes para Cargas Agrícolas (SIFRECA/ESALQ-USP) e nas empresas de transporte da região, respectivamente.

2.2.1 – Infra-estrutura de transporte

No Estado do Mato Grosso predomina a modalidade de transporte rodoviário, havendo 84.195 km de rodovias, dos quais 3.952 km são federais; 20.243 km são estaduais e 60.000 km são municipais. Desse total, apenas 4.500 km são pavimentados, sendo que 2.711 km (60%) são de jurisdição federal (GEIPOT, 2000). As principais rodovias foram criadas nas décadas de 60 a 80, visando à integração nacional, como é o caso da BR 163 (Cuiabá-Santarém), BR 364 (Cuiabá-Porto Velho e Cuiabá-Campo Grande). O sistema rodoviário total no Estado do Mato Grosso, em 2000, era de 91.155,8 km. Tal sistema é composto por rodovias principais (federais e estaduais), pavimentadas, não-pavimentadas, em pavimentação, em implantação e planejadas, que promovem a interligação entre municípios e as ligações de média e longa distâncias, e rodovias secundárias (municipais/ vicinais), que permitem a integração de áreas de produção com a rede principal (GEIPOT, 2000).

O sistema ferroviário, no Estado, conta com um trecho de Alto Taquari (MT) – Inocência (MS) com 300 km, totalizando 410 km de Alto Taquari a Aparecida do Taboado (MS). No entanto, o Estado foi contemplado no projeto de ferrovia, já iniciado e concedido à empresa FERRONORTE (Ferrovias Norte Brasil S/A), com extensão de 5.228 km.

O sistema Hidroviário completa a infra-estrutura de transporte do Estado; este restringe-se aos rios Paraguai, Araguaia e Teles Pires, correspondendo à Hidrovia Panará-Paraguai, Hidrovia Araguaia-Tocantins e Hidrovia Teles Pires-Tapajós, respectivamente. Para este estudo não foi feita simulação com hidrovia.

2.3 – Modelo Analítico

Nesta pesquisa, o método analítico utilizado é o modelo de redes capacitadas, que tem sido indicado como método mais apropriado para localizar pontos de estrangulamento potenciais e avaliar o impacto econômico de melhoramentos alternativos na eficiência de sistemas de transportes e armazenagem, em regiões de fronteiras agrícolas, conforme observaram Wright e Meyer (1977), citados por VIEIRA (1992). Como opção para a representação de problemas locais, vários autores têm utilizado os modelos de redes capacitadas. Tais modelos permitem considerar as particularidades relevantes de cada caso em estudo e possuem outros importantes atributos. Em WRIGHT (1980), relata-se que BRADLEY (1975) atribui o crescente emprego dos modelos de redes capacitadas a quatro vantagens: a) flexibilidade; b) simplicidade de uso e interpretação; c) rapidez no processamento de dados, e d) maior capacidade para estudo de problemas com maior número de variáveis e restrições do que qualquer outro método de otimização.

Os problemas de transporte são, usualmente, representados por uma rede composta de nós e arcos, reconhecendo-se a interdependência das atividades econômicas entre as regiões. Alguns estudos importantes relacionados a problemas de transporte por meio de rede capacitada têm tido ampla aplicação, entre os quais citam-se: WRIGHT (1980) formula um modelo de redes capacitadas para avaliar a infra-estrutura de transporte e armazenagem de grãos no corredor de exportação de Paranaguá (PR); VIEIRA (1992) faz uma análise econômica de transporte e armazenagem de arroz no Estado do Maranhão (MA), utilizando como metodologia redes capacitadas; GUARIM (1992) analisa a competitividade das áreas de produção tradicional e de expansão de soja no comércio inter-regional brasileiro; o GEIPOT tem utilizado o instrumental para determinar rotas de menor custo e avaliar a infra-estrutura de transporte nos corredores de exportação no Brasil (GEIPOT, 1994 e 1995); OLIVEIRA (1996) utiliza-se do mesmo instrumental, redes capacitadas, para avaliar a competitividade do transporte hidroviário de grãos e farelos na área de influência da Hidrovia Tietê-Paraná; ARBAGE (1996) procedeu estudo semelhante para o transporte de soja em grão no Estado do Rio Grande do Sul, considerando o maior aproveitamento do transporte hidroviário pelo Porto de Cachoeira do Sul, com destino ao Porto de Rio Grande; MARTINS (1998) analisa a racionalização da infra-estrutura de transporte no Estado do Paraná, dando enfoque ao desenvolvimento e à contribuição das ferrovias para a movimentação de grãos e farelo de soja.

2.3.1 – Operacionalização do modelo

A avaliação da modalidade de custo mínimo para o transporte de soja em grão no Estado do Mato Grosso está baseada num modelo de Programação Linear. O objetivo da utilização deste modelo é a obtenção da distribuição modal ótima (padrão) dos fluxos de produto entre os pólos de produção até as agroindústrias instaladas no Estado, de modo a minimizar o custo total de transporte no Estado, dadas as restrições (2), (3) e (4). Para tanto, o processamento do modelo ocorre com o uso do *software LINGO 7.0*, otimizador e linguagem de modelagem (SCHARAGE, 2000). O modelo utilizado foi:

$$\text{Minimizar: } CT = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N C_{ij} X_{ij} \text{ para todo } i \text{ e } j, \text{ de } 1 \text{ a } N \quad (1)$$

sujeito a:

$$L_{ij} \leq X_{ij} \leq U_{ij} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{ji} - \sum_{j=1}^N X_{ij} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, 22 \quad (3)$$

$$X_{ij} \geq 0, \text{ para todos } i(s) \text{ e } j(s). \quad (4)$$

onde:

CT é o custo total de transferência do conjunto de fluxos X_{ij} e incluindo os custos de transporte, de armazenagem e outros custos estabelecidos no modelo; C_{ij} é o custo unitário de transferência da região i para região j , em R\$/t; X_{ij} é a variável de decisão, representando a quantidade transportada do produto da região i para a região j ; U_{ij} é o limite máximo da quantidade que pode ser transferida da região i para a região j ; L_{ij} é o limite mínimo da quantidade que pode ser transferida da região i para a região j .

A função objetivo (1) é formada pelo custo total de transferência (CT).

A restrição (2) indica que a quantidade do produto analisado que se movimenta através da rede deve estar limitada pelos parâmetros U_{ij} e L_{ij} em cada arco.

A restrição (3) indica que o total dos fluxos que chegam a um nó tem de ser igual à soma dos fluxos que saem do mesmo nó, o que constitui o princípio da conservação de fluxo em cada nó da rede.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentam-se os principais resultados obtidos pelos procedimentos metodológicos descritos neste trabalho. É importante lembrar que o modelo básico foi formulado tendo-se por base as condições de infra-estrutura de transporte e agroindústria processadora de soja, existentes no Estado de Mato Grosso, em 2000. A seguir, é feita operacionalização do modelo referente ao fluxo da produção da soja dos pólos produtores para as agroindústrias existentes no Estado. Esse fluxo da produção considera as rodovias existentes e a implantação de novos trechos rodoviários, sejam eles pavimentados ou não. Ainda, nesta parte, é explorado o cenário de inclusão de ferrovia, comparando-se com a situação padrão encontrada no modelo.

A seguir, são apresentados alguns aspectos gerais da solução ótima do modelo básico (solução padrão), seguidos dos resultados das simulações de cenários alternativos. Todos os custos considerados na operacionalização estão em reais, a preços de abril de 2000. Tais custos referem-se a despesas com custo de transporte de soja. O custo total obtido na primeira parte da solução padrão foi de 204.286,6 mil reais. Esse custo apresentou apenas o custo de transporte rodoviário e ferroviário dentro do Estado de Mato Grosso. Na solução padrão, o transporte de soja pela ferrovia foi feito como se a Ferronorte estivesse operando. A simulação do cenário com ferrovia partiu de dois pólos: Sorriso e Campo Novo dos Parecis, ambos para o Pólo de Cuiabá, por onde essa ferrovia passará.

A capacidade de esmagamento de soja em 2000 era de 2,8 milhões de tonelada/ano e o Estado processou apenas 32%. O excedente da produção, cerca de 5,69 milhões t (solução padrão), foi destinado para um nó fantasma. Entre os Pólos que se destacaram na produção de soja (solução padrão), estão o Pólo de Campo Novo dos Parecis, como o principal Pólo produtor, com uma produção de 2,564 milhões toneladas. O Pólo de Sorriso ocupa o segundo lugar, com 2,047 milhões toneladas, o terceiro, Pólo de Rondonópolis, com 943,8 mil toneladas. Esses três Pólos concentram mais de 54% da produção de soja do Estado. Outros pólos importantes que se destacaram na produção de soja, que são incluídos na solução padrão, são os Pólos de Primavera do Leste, Nova Xavantina, General Carneiro e Alto Taquari. O Pólo de Alto Taquari se destaca pela posição logística de escoamento, pois nele está localizado o terminal ferroviário FERRONORTE, que tem ligação direta com os principais portos de exportações (Santos e Paranaguá).

As simulações relativas ao fluxo de transporte foram feitas depois de obtida a solução padrão do modelo básico, através do acréscimo de novos arcos, ou seja, novas rodovias incluídas no modelo ou alterações de alguns parâmetros dos arcos. Para efeito de simulação no modelo, foi considerada uma redução de 50% nos custos de transporte, caso a rodovia incluída no modelo fosse pavimentada, o que abrange a maioria das simulações de transporte. Essa informação da redução de 50% do frete foi dada pelo departamento técnico do DER-MT (Departamento de Estrada e Rodagem do Mato Grosso) e pelas empresas de transporte que operam na região.

Inicialmente, foram feitas 14 simulações de transporte, das quais 13 relativas a rodovias e uma referente à ferrovia. Das 13 simulações com rodovias, oito referem-se a simulações com rodovias a serem pavimentadas, além de uma simulação feita com as principais rodovias na mesma situação, incluída no modelo. Nessas simulações, foram reduzidos 50% do custo de transporte por tonelada e quatro simulações foram feitas com trechos rodoviários não-pavimentados. No caso das simulações de implantação de novos trechos rodoviários, considerou-se que eles terão apenas revestimento primário.

A simulação de ferrovia refere-se à implementação da ferrovia FERRONORTE no trecho que liga os Pólos Alto Taquari a Rondonópolis e Cuiabá. No Pólo de Cuiabá há uma conexão para o Pólo de Campo Novo dos Parecis (Oste do Estado) e outra para o Pólo de Sinop, Norte do Estado. A ferrovia é de extrema importância para o futuro escoamento da produção do Estado, pois fará ligação com os principais portos do país e terá saída estratégica para a Hidrovia do Rio Madeira (Porto Velho), fazendo ligação com o Porto de Santarém no Pará.

Os principais resultados obtidos com as simulações de transporte rodoviários encontram-se sumariados na Tabela 2e na Figura 1. (anexos)

A Figura 1 representa o fluxo da soja no Estado de Mato Grosso e as alternativas de escoamento da produção da soja para fora do Estado. Ao norte, tem-se a possibilidade de escoamento via a BR 163 para o Porto de Santarém no Pará. A noroeste do Estado, através da BR 364, a soja pode ser escoada via processo intermodal, primeiro pelo modal rodoviário até Porto velho-RO e, a partir desse ponto, seguiria via modal hidroviário para o Porto de Itacoatiara-AM. A grande saída da produção da soja no Estado de Mato Grosso se dá pela BR 163, no sul do Estado, passando pelos Pólos de Rondonópolis e Alto Taquari. Neste Pólo está localizado o terminal da Ferronorte, onde a ferrovia encontra-se em funcionamento até o Porto de Santos-SP. Através da BR 163, a soja atinge as principais agroindústrias de esmagamento da soja que se localizam no sul (Paraná) e no sudeste do país (Minas Gerais e São Paulo). As principais rotas acontecem da seguinte forma: a soja sai do Pólo de Sinop para o Pólo de Sorriso e deste para o Pólo de Cuiabá e/ou Rondonópolis; o Pólo de Campo Novo dos Parecis escoar parte da sua produção para as agroindústrias (Cuiabá e Rondonópolis) e outra parte segue via hidrovía para o Porto de Itacoatiara-AM, atingindo o mercado externo. O Pólo de Nova Xavantina escoar sua produção para o Pólo de Barra dos Garças, Primavera do Leste e, em seguida, para o Pólo de Rondonópolis. Nessa cidade, parte da soja é esmagada e processada em farelo de soja e derivados e outra parte é armazenada e transferida, posteriormente, para outras unidades das empresas, localizadas no sul do país.

No cenário 1 apresenta-se o custo total da distribuição de soja da solução padrão, que é de 204.286,6 mil reais. Nos cenários seguintes está cada uma das simulações independentes, cuja variação no custo total é comparada à solução padrão. O cenário 2 refere-se à simulação da rodovia estadual MT 170, que liga o Pólo de Brasnorte ao Pólo de Campo Novo dos Parecis. Essa rodovia possui uma extensão de 183 km e sua localização pode ser visualizada, assim como todas as outras rodovias simuladas, na Figura 1. Nesse cenário, o Pólo de Brasnorte destina sua produção de 161.350 t de soja para o Pólo de Campo Novo dos Parecis. O efeito de tal simulação foi uma redução de R\$ 1.841,0 milhões de reais no custo total de distribuição associado à solução padrão, correspondendo a uma variação percentual de -0,9% em relação à mesma solução. A introdução da MT 435 ligando o Pólo de Pontes e Lacerda ao Pólo de Tangara da Serra teve pouca influência na redução do custo total do modelo (cenário 3), o que aconteceria mesmo sendo tal rodovia pavimentada. Esse trecho possui uma extensão de 431 km e seu efeito no custo total foi uma redução de apenas R\$ 22,4 mil, em relação à solução padrão. Em termos percentuais, teve uma redução -0,01%, a menor de todas as simulações. A produção do Pólo foi baixa, com 2.160 t, sendo sua atividade econômica concentrada na pecuária, constituindo forte produtor de bovino, com grandes frigoríficos instalados na região. A pavimentação beneficiaria, portanto, essa atividade, com melhor integração do comércio regional. Por ser analisado um único produto, no caso a soja, algumas reduções no custo total não apresentaram grande relevância. Porém, a pavimentação e a melhoria na infra-estrutura de transporte irão incrementar a utilização dessas rotas para escoamento de outros produtos como milho, arroz, algodão, transporte de suínos, bovinos, aves, inclusive com um provável incremento no turismo da região.

No cenário 4, introduziu-se no modelo a única rodovia federal, a BR 158, do trecho de Ribeirão Cascalheira ao Pólo de Nova Xavantina, o que proporcionou uma redução no custo total de R\$ 305,2 mil. Tal número, em relação à solução padrão, correspondeu a uma variação percentual de -0,14%. Esse trecho rodoviário possui uma extensão de 231 km e seria uma alternativa de escoamento da produção do Pólo de Ribeirão Cascalheira, para o Sul do estado (Rondonópolis). Um outra alternativa seria o escoamento via Hidrovía Araguaia-Tocantins (a ser concluída no Estado) até o Porto de Itaqui, no Maranhão, utilizando um processo intermodal. A introdução, no modelo, da rodovia MT 130, que liga o Pólo de Paranatinga ao Pólo de Primavera do Leste (cenário 5), reduziu o custo total em R\$ 87,2 mil, correspondendo à segunda menor variação (-0,04%), em relação à solução padrão. Essa rodovia é importante para a integração do interior do Estado. No Pólo de Primavera do Leste, essa rodovia encontra-se asfaltada, constituindo um dos principais produtores de soja do Estado, com mais de 800 mil

toneladas. Parte de sua produção foi destinada para a agroindústria, localizada em Rondonópolis, sul do Estado. O cenário 6 simula a pavimentação da rodovia estadual MT 010, que liga o Pólo de São José do Rio Claro ao Trevo da BR 364, localizada no município de Diamantino-MT. Possui uma extensão de 108 km e, com ela, houve decréscimo no custo total de R\$ 641,5 mil, o que correspondeu a uma variação de -0,31%, em relação à solução padrão.

A inclusão no modelo da rodovia MT 220, que liga o Pólo de Brasnorte ao Pólo de Sinop (cenário 7) e possui uma extensão de 350 km, constitui uma alternativa de fluxo de soja que sai do município de Sinop. Ao invés de a produção de Brasnorte seguir pela MT 170, a Tangará da Serra e, em seguida, acessar a BR 364, uma das principais rodovias de escoamento de grãos para exportação, o produto pode seguir de Sinop, acessando a BR 163 e ir até o Porto de Santarém, no Pará. Um outra alternativa seria o transporte intermodal, indo de rodovia até Sinop e seguindo via ferrovia até o Porto de Santarém no Estado do Pará. O custo total decresceu R\$ 2.337,2 mil com a introdução, no modelo, da MT 220, no trecho de Brasnorte a Sinop. Isso correspondeu a uma variação percentual, em relação à solução padrão, de -1,14%.

O cenário 8 também utilizou a rodovia estadual MT 220; porém, desta vez, o trecho é do Pólo de Brasnorte para o Pólo de Sorriso, com uma extensão maior do que o primeiro trecho. A extensão do percurso é de 428 km; caso essa rodovia fosse pavimentada, haveria uma redução no custo total de R\$ 1.995,85 mil, correspondendo a uma variação de -0,95%. Nota-se que a redução do custo total, neste cenário, foi menor em relação ao cenário 7. Neste caso, seria mais competitivo utilizar a MT 220, que liga Brasnorte a Sinop.

Nesta simulação, considerou-se a inclusão da MT 235 no modelo, ligando os Pólos de Campo Novo dos Parecis ao Pólo de São José do Rio Claro (cenário 9), com uma extensão de 204 km. O trecho apresentaria, caso fosse pavimentado, a maior redução no custo total: R\$ 7.949,5 mil. Entre os cenários analisados no modelo, isso correspondeu a uma variação percentual de -3,89%, a mais importante vista até agora. A produção chegaria até o Pólo de São José do Rio Claro e seguiria pela BR 364 para processamento na agroindústria em Cuiabá. A MT 235 vem se tornando indispensável como rota alternativa de escoamento da produção da região da Chapada dos Parecis, uma área de grande importância com relação à produção de grãos.

No cenário 10, procurou-se avaliar o efeito de melhoria de rodovias sobre o custo total. A melhoria inclui pavimentação das principais rodovias inseridas no modelo, em várias partes do Estado do Mato Grosso e que totalizam 1.092 km. Nesse cenário, estimou-se uma redução no custo total de R\$ 3.320, mil, correspondendo à segunda maior variação percentual, -1,62%, em relação a solução padrão. Entre os principais Pólos que se beneficiariam diretamente com a pavimentação dessas rodovias estão os Pólos de Brasnorte, Campo Novo dos Parecis, Paranatinga, Tangará da Serra, Pontes e Lacerda, São José do Rio Claro, Ribeirão Cascalheira e Nova Xavantina e, entre as principais rodovias que seriam melhoradas, estão a MT 170, MT 435, MT 010, MT 130 e a BR 158.

Nas quatro últimas simulações de rodovias (cenários 11, 12, 13, e 14), procurou-se avaliar o efeito sobre o custo total, sem as devidas pavimentações. Nos cenários 11 e 12, introduziu-se, no modelo, a rodovia MT 220, agora uma estrada de chão, inicialmente de Brasnorte a Sinop e, posteriormente, num trecho maior, de Brasnorte a Sorriso. O trecho inicial possui uma extensão de 350 km e o trecho maior, 428 km. Essa rodovia segue pelo interior, ao norte do Estado, chegando até a BR 163, uma das principais rodovias federais, e corta o Estado de Norte a Sul.

As reduções no custo total nos cenários 11 e 12 foram de R\$ 1.151,6 mil e R\$ 1.466,3 mil, respectivamente, o que corresponde a variações percentuais, em relação à solução padrão, de -0,56 e -0,71%, respectivamente. Mesmo sem a devida pavimentação, a ligação mostrou-se competitiva em relação ao custo total. Nos dois cenários feitos houve redução, mostrando a importância da rodovia na integração no extremo norte do Estado de Mato Grosso.

A introdução no modelo da rodovia MT 100, no trecho de Barra do Garças ao Pólo de Alto Taquari, com uma extensão de 304 km, proporcionou um aumento no custo total de R\$ 5.453,5 mil (cenário 13). Isso correspondeu a uma variação percentual, em relação à solução padrão, de 2,66%. Por outro lado, essa ligação mostra-se interessante, como alternativa para

escoar a produção dos Pólos de Ribeirão Cascalheira, Nova Xavantina, General Carneiro e Barra dos Garças até o terminal ferroviário Ferronorte, localizado no Pólo de Alto Taquari, partindo daí para o Porto de Santos-SP e Porto Paranaguá-PR, num processo intermodal. O terminal ferroviário de Alto Taquari embarcaria mais de 1.449,5 mil toneladas de soja, oriunda desses Pólos.

O último cenário rodoviário, o cenário 14, simulou a inclusão novamente da MT 235, que liga Campo Novo dos Parecis a São José do Rio Claro, sendo que, desta vez, com a rodovia sem pavimentação. Esse cenário foi o que apresentou o maior aumento no custo total, de R\$ 51.336,6 mil, com uma variação percentual de 20%, mostrando ser inviável a utilização dessa rodovia MT 235, atualmente uma estrada de chão. Apresentou um maior custo devido a ser esse Pólo o maior produtor de soja, o que acarretou excessivo fluxo na rodovia. Há que se considerar outro ponto agravante: o período de colheita coincide com o período chuvoso no Estado, ficando a maioria das estradas de chão intransitáveis. Portanto, a MT 235, nessas condições, não seria a melhor alternativa para escoar a produção nesse período.

Na simulação com ferrovia, foi feito apenas um cenário, considerando hipoteticamente a ferrovia Ferronorte operando. O cenário 15 (Tabela 1) refere-se à introdução no modelo do trecho ferroviário de Sorriso (norte do Estado) a Cuiabá, com uma extensão de 450 km. Outra conexão seria do Pólo de Campo Novo dos Parecis à capital do Estado, Cuiabá. Seu efeito no custo total foi uma redução de R\$ 86.862,4 mil, o que correspondeu a uma variação de -42,51%, em relação à solução padrão. No cenário foram considerados como ponto de transbordo os Pólos de Sorriso e Campo Novo dos Parecis, utilizando-se um processo intermodal. A produção dos Pólos de Alta Floresta, Colider e Sinop seguiria via rodoviária até Sorriso e, a partir deste ponto, seguiria pela ferrovia até Cuiabá, para a agroindústria. Na outra conexão, a produção sairia do Pólo de Campo Novo dos Parecis para o Pólo de Cuiabá. O Pólo de Campo Novo dos Parecis receberia a produção via modal rodoviário dos Pólos de Brasnorte, Tangará da Serra, Pontes e Lacerda, para, em seguida, embarcar no modal ferroviário. Nesse cenário, foi considerado o custo de transbordo de R\$ 2,00 a toneladas.

O Pólo de Rondonópolis continuaria recebendo a produção via modal rodoviário dos seguintes Pólos: Primavera do Leste, Paranatinga, General Carneiro, Barra dos Garças, Ribeirão Cascalheira e Nova Xavantina. Como se pode notar, o cenário foi relevante quando se considera redução no custo de transporte.

5. Conclusões

Este estudo teve como objetivo principal identificar e analisar as rodovias na alocação modal ótima que minimizem os custos de transporte na movimentação de soja no Estado de Mato Grosso. O interesse na análise do transporte rodoviário é justificado pela importância da produção estadual no total nacional, visto que o Estado é o principal produtor de soja do país, merecendo atenção na distribuição de sua produção, de modo a se ter uma minimização dos custos de transportes envolvidos.

De forma geral, os maiores efeitos na redução do custo total de distribuição de soja foram observados nas modificações da rede rodoviária que facilitam o escoamento para os principais centros de consumo dentro do Estado e que facilitam também as exportações para outros Estados. Em 2000, o Estado do Mato Grosso produziu 8.486,78 mil toneladas de soja (IBGE, 2000) e o Estado processou apenas 32%, sendo os restantes 68% exportados para outros Estados, bem como para o mercado externo. Nesse contexto, torna-se interessante o estudo da distribuição espacial da produção do Estado, de modo a se ter uma minimização dos custos de transportes envolvidos. A teoria de localização de Von Thunnen, acrescida de Programação Linear - constituiu-se num ferramental bastante apropriado neste estudo. Podem-se destacar algumas contribuições deste estudo. Primeiro, a identificação das principais rodovias, bem como uma melhor compreensão do sistema de transporte no Estado de Mato Grosso, demonstrando que a utilização do modal ferroviário pode ser uma alternativa de uso num futuro próximo, constituindo importante forma de conferir vantagens competitivas à produção agrícola no Estado. Nesse sentido, os agentes de políticas de transportes devem estabelecer parâmetros que

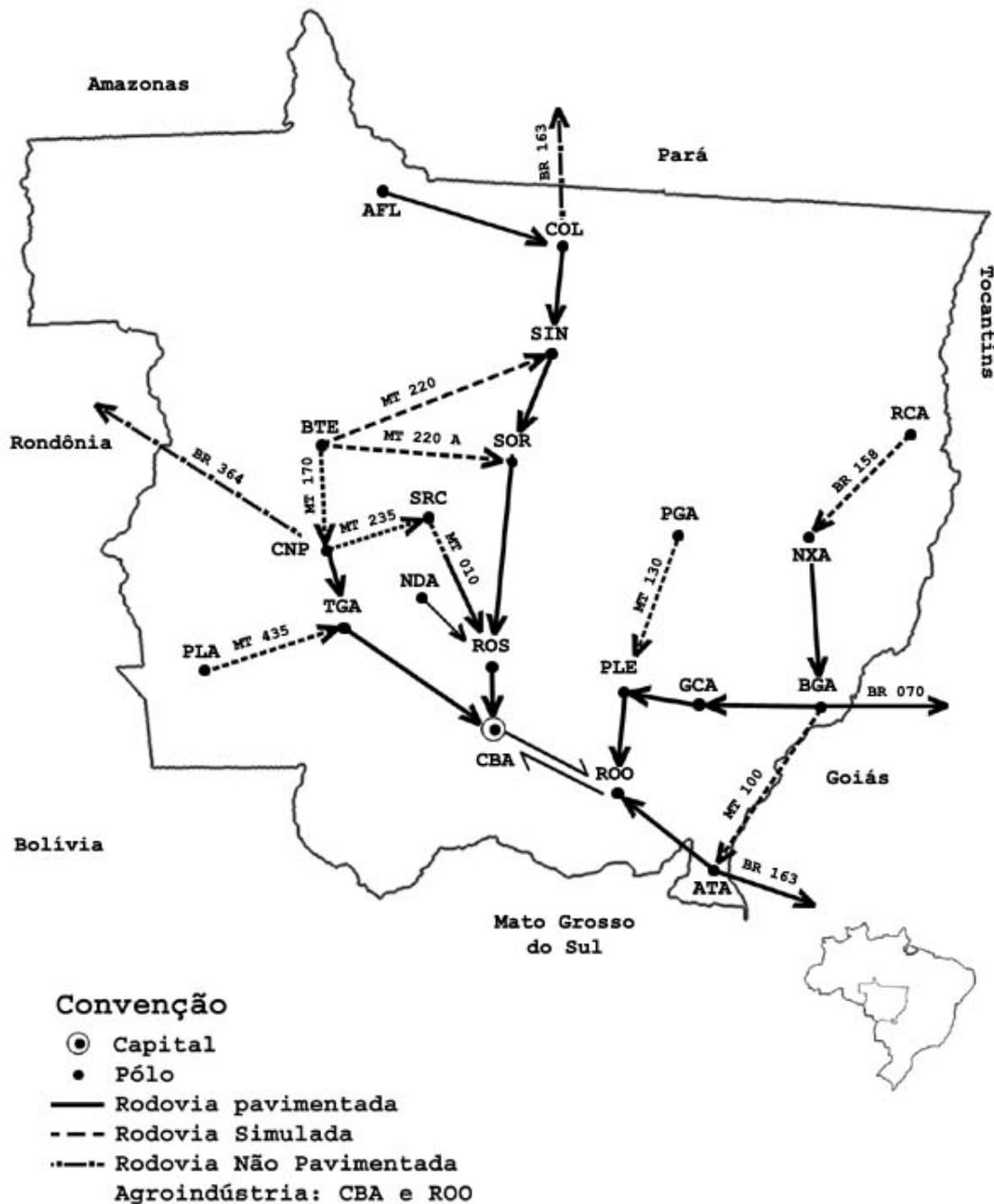
dizem respeito ao aprimoramento dos serviços prestados por esse modal. Também, demonstraram-se quais os principais trechos que devem ter prioridade quanto à pavimentação das rodovias. Há algumas limitações que podem ser listadas para este trabalho, a partir das quais novos estudos poderiam ser formulados. Primeiro, é importante destacar que a análise de problemas relacionados a transporte de grãos é prejudicada quando a delimitação geográfica se restringe a apenas uma região ou Estado, como foi o caso. Dificulta, ainda, a incorporação de novos modais de transporte oferecidos em outros estados que possam interferir nos fluxos, em termos de rotas e de origens e destinos. A segunda limitação diz respeito à distribuição das exportações de soja entre as diversas saídas para outros estados (como Minas Gerais, Paraná, Goiás e São Paulo) do país, bem como para o mercado externo. A terceira limitação foi que, embora o Mato Grosso seja grande produtor de milho, algodão e carne bovina, o estudo considerou apenas a atividade soja. No entanto, tais limitações não invalidam este estudo. Este trabalho suscita algumas pesquisas futuras que venham a utilizar outros produtos agropecuários, dependendo da disponibilidade de dados, e abordem novas simulações. Pode também ser interessante para que estudos de localização, que envolvam grãos no Estado de Mato Grosso considerem sua competitividade em nível internacional, dada a sua vocação agro-exportadora. Para tais estudos, onde a exportação esteja sendo considerada, será preciso levar em conta outros tipos de modais de transporte, tais como hidrovias e ferrovias, bem como os custos de transbordo em diferentes portos, a fim de reduzir os custos de transporte e ganhar competitividade no mercado externo. Assim, estudos que incorporem outros modais de transporte e a localização de novas agroindústrias em outros estados podem contribuir para aperfeiçoar este trabalho.

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

6- Referências Bibliográficas

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2000. 526 p.
- ARBAGE, A.P. Análise econômica do transporte de soja em grãos no Estado do Rio Grande do Sul (o caso do porto de cachoeira do sul). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1996, Sergipe. **Anais...** Brasília: SOBER, 1996. p. 1557-1573.
- BULHÕES, R. **Análise da competição entre os portos de Paranaguá e Santos para movimentação de soja: aplicação de um modelo de equilíbrio espacial.** Piracicaba: ESALQ, 1998. 108 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998.
- CAMPOS, S.C. **Sustentabilidade da agroindústria da soja: a experiência em Mato Grosso no período de 1980-1996.** João Pessoa: UFPB, 2000. 73 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal da Paraíba, 2000.
- COSTA, F.G. **Avaliação do potencial de expansão da soja na Amazônia Legal: uma aplicação do modelo de Von Thünen.** Piracicaba: ESALQ, 2000. 159 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2000.
- GEIPOT. **Corredores de transporte: corredor do Paraná/Santa Catarina.** Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1994. 58 p.
- GEIPOT. **Corredores de transporte: proposta de ações para adequação da infra-estrutura e para racionalização de transporte de grãos agrícolas.** Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1995. 227 p.
- GEIPOT. **Anuário estatístico dos transportes.** Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 2000b. [20 out. 2001]. (<http://www.geipot.gov.br/anuário/2000.htm>).
- GUARIM, I. **Análise da competitividade inter-regional da soja em grão no mercado brasileiro.** Viçosa: UFV, 1992. 116 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1992. 116 p.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil - 2000**. Rio de Janeiro, 2000. v. 52, 795 p.
- LÍCIO, A., CORBUCCI, R. A agricultura e os corredores de transportes multimodais. **Revista de Política Agrícola**, v. 5, n. 2, p. 22-36, 1996.
- MARTINS, R.S. **Racionalização da infra-estrutura de transporte no Estado do Paraná: o desenvolvimento e a contribuição das ferrovias para a movimentação de grãos e farelo de soja**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 215 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1998.
- MATO GROSSO. Governo do Estado de Mato Grosso. Secretaria de Planejamento. **Manual do investidor no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, 2000. 110 p.
- OLIVEIRA, J.C.V.R. **Análise do transporte de soja, milho e farelo de soja na hidrovia Tietê-Paraná**. Piracicaba: ESALQ, 1996. 135 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1996.
- PEREIRA, B.D. **Industrialização da agricultura de Mato Grosso**. Cuiabá: EdUFMT, 1995. 222 p.
- SCHRAGE, L. **LINDO - linear, interactive a ND discrete optimizer**. [04 mar. 2000]. (<http://www.lindo.com>).
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE MATO GROSSO - SEPLAN. **Anuário estatístico do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, 2000.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE FRETES PARA CARGAS AGRÍCOLAS - SIFRECA. **Informe**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. diversos números.
- VIEIRA, W.C. **Análise econômica de transporte e armazenagem de arroz no Estado do Maranhão**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 125 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.
- WRIGHT, C.L. **Análise econômica de transporte e armazenagem de grãos - estudo do corredor de exportação de Paranaguá**. Brasília: GEIPOT, 1980. 189 p.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 1 - Demonstração de cenário e do fluxo da soja no Estado de Mato Grosso, em 2000.

Tabela 2 - Valor da solução ótima e resultados das simulações de transporte para o Estado de Mato Grosso

Simulação de cenários	Cenário	Custo total (R\$ 1.000,00)	Variações nos custos (R\$ 1.000,00)	Variações percentuais nos custos (%)
Solução padrão ou atual	01	204.286,60	(-)	(-)
Pavimentação das rodovias abaixo:				
MT 170 - Pólo de Brasnorte ao Pólo de Campo Novo dos Parecis	02	202.445,60	-1.841,00	(-0,90)
MT 435 - Pólo de Pontes e Lacerda ao Pólo de T. da Serra	03	204.264,20	-22,40	(-0,01)
BR 158 - Pólo de R.Cascalheira ao Pólo de N. Xavantina	04	203.981,40	-305,20	(-0,14)
MT 130 - Pólo de Paranatinga ao Pólo de Primavera do Leste	05	204.199,40	-87,20	(-0,04)
MT 010 - Pólo de São José do Rio Claro ao Trevo da BR 364	06	203.645,10	-641,50	(-0,31)
MT 220 - Pólo de Brasnorte ao Pólo de Sinop	07	203.135,00	-2.337,20	(-1,14)
MT 220 - Pólo de Brasnorte ao Pólo de Sorriso	08	202.330,75	-1.995,850	(-0,95)
MT 235 - Pólo de Campo N. dos Parecis ao Pólo SJR Claro	09	196.337,10	-7.949,50	(-3,89)
Pavimentação das principais rodovias incluídas no modelo	10	202.615,40	-3.320,10	(-1,62)
Rodovias sem pavimentação				
MT 220 - Pólo de Brasnorte ao Pólo de Sinop	11	203.135,00	-1.151,60	(-0,56)
MT 220 - Pólo de Brasnorte ao Pólo de Sorriso	12	202.820,30	-1.466,30	(-0,71)
MT 100 - Pólo de Barra dos Garças ao Pólo de Alto Taquari	13	209.740,10	5.453,50	(2,66)
MT 235 - Pólo de Campo N. dos Parecis ao Pólo SJR Claro	14	255.623,20	51.336,60	(20,00)
Ferrovia				
Ferrovia Ferronorte do Pólo de Sorriso ao Pólo de Cuiabá - e do Pólo de Campo Novo dos Parecis ao Pólo de Cuiabá	15	117.424,20	-86.862,40	(-42,51)

Fonte: Resultados da pesquisa.