

Análise dos Impactos de Investimentos nos Sistemas de Transporte na Logística do Complexo Soja Brasileiro: os casos Ferronorte e Hidrovia do Araguaia-Tocantins

Ricardo S. Martins

* Pós-Doutorando em Economia Regional no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/FACE/UFMG).

* Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).

* Pesquisador do Grupo de Pesquisa em Transporte, Logística e Modelagem de Sistemas (Translog).

José Augusto de Souza

* Mestrando em Desenvolvimento Regional e Agronegócios da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).

Luiz Astoni Kloh

* Economista.

Resumo

Objetiva avaliar a nova configuração geográfica da produção de soja no Brasil, e sua logística, em função de investimentos nos sistemas de transporte em áreas do cerrado brasileiro, a Ferronorte (conclusão até Cuiabá) e Hidrovia Araguaia-Tocantins. Para tanto, foram estruturados modelos lineares de otimização matemática, considerando-se o custo de transporte como variável básica de orientação dos fluxos a serem movimentados entre áreas de produção tradicional e de expansão e os portos. Não encontra dicotomia entre regiões tradicionais e de expansão na produção de soja. Fica evidenciado que a região tradicional, Paraná, tem sua competitividade garantida nos cenários avaliados, enquanto a competição, de fato, ocorrerá dentro da região de expansão. Identifica a dependência do Brasil quanto aos investimentos em outros modais, que não o rodoviário, para um novo equilíbrio no transporte. Quanto aos portos, o modelo sugere que os acréscimos de volumes exportados pelo Brasil devem ser escoados de forma otimizada por Itaqui, não recomendando projetos de expansão dos portos de Santos e Paranaguá. Tais resultados devem ser comparados àqueles produzidos por modelos não-lineares e genéticos, o que contribuiria significativamente para a priorização dos investimentos em infra-estrutura de transportes e na orientação da formação das parcerias público-privadas.

Palavras-chave:

Cerrado brasileiro; Soja; Sistemas de transporte; Modelo de otimização; Logística.

1 – INTRODUÇÃO

A logística pública, ou infra-estrutura econômica, comporta setores caracterizados por externalidades significativamente positivas. São sistemas, como os de transportes, de energia e de telecomunicações, que afetam a competitividade sistêmica da economia, impactando os níveis potenciais de eficiência, de crescimento e de desenvolvimento.

Segundo Rietveld (1989), a análise dos impactos da infra-estrutura sobre o desenvolvimento regional pode ser modelada segundo algumas abordagens: a infra-estrutura enquanto fator de produção, ao lado dos fatores tradicionais capital e trabalho; a infra-estrutura enquanto fator de atração para localização de investimentos, ao melhorar as condições de mobilidade dos fatores; e a infra-estrutura, mais especificamente de transporte, enquanto fator de aumento de fluxos inter-regionais de comércio.

Esta relação está endogeneizada nos modelos econômicos, porém, não necessariamente é priorizada pelos planejadores públicos. No Brasil, os investimentos aplicados na logística pública ao longo de sua história são baixos, considerando-se a característica continental do País, e irregulares, dada a instabilidade dos recursos públicos e do acesso às agências internacionais de financiamento. Por exemplo, tomando o caso dos sistemas de transportes, estes investimentos já atingiram 1,8% do Produto Interno Bruto (PIB) nos anos de 1970, mas, em 2003, não passaram de 0,09%.

Segundo Sousa (2002), os gastos públicos em infra-estrutura provavelmente sejam um dos principais fatores explicativos da localização da indústria brasileira nos anos 1970 e 1980, à frente de outros indicadores convencionais, tais como potencial de mercado, subsídios e níveis educacionais. Este poder de atração gera, em termos de regiões, desequilíbrios que podem ser interpretados também numa perspectiva histórica, a partir de uma relação complexa entre as primeiras atividades econômicas e as interações com as demandas de logística pública nacional.

Recentemente, os sistemas de transportes têm se apresentado como um crescente desafio aos agronegócios brasileiros. Os negócios gerados a partir da produção agropecuária têm passado por uma série de transformações, implicando preocupações com o desenvolvimento e o fortalecimento de forças competitivas, e isso leva as empresas a perseguirem redução de custos logísticos e melhoria na qualidade e eficiência dos serviços de distribuição de seus produtos. Adicionalmente, a produção agrícola ocorre crescentemente no interior do país, distanciando-se dos portos para acessarem os mercados externos. Os agronegócios brasileiros têm expandido sua ocupação para as regiões Norte e Centro-Oeste e enormes áreas do Nordeste.

Em razão desse processo, verifica-se um crescimento da demanda de transportes, sendo esta uma variável muitas vezes decisiva para corroborar a vantagem comparativa da produção, transformando-a em competitividade dos produtos nos mercados. Em algumas situações, o problema logístico pode ser identificado na insuficiência de estruturas de armazenamento nas regiões produtoras e nos portos, causando forte sazonalidade nos fretes e filas de veículos em pontos de destino, tais como nos portos, para carregar e descarregar. Por exemplo, enquanto a produção agrícola cresceu 50% entre as safras de 1998/99 e 2002/2003, a capacidade de armazenagem avançou apenas 5,7%. Sem armazéns, os produtos colhidos têm que ser vendidos rapidamente.

Outra parte desta problemática pode ser identificada na extremada concentração do transporte por rodovias, muitas vezes pela simples indisponibilidade de outros modais. Isso contraria a teoria econômica que, considerando os grandes volumes de cargas, as grandes distâncias a percorrer e os baixos quocientes valor/frete, sinaliza para arranjos logísticos favoráveis aos modais hidro e ferroviário, no caso brasileiro.

Fato é que o Brasil possui cerca de 90 milhões e mais de 150 milhões de hectares aptos à ocupação econômica com agricultura e pecuária, respectivamente. Por razões históricas de nossa ocupação

econômica e, em consequência, pela concentração espacial das atividades econômicas no Centro-Sul brasileiro, reforçadas pelas carências na provisão mais equitativa de infra-estrutura entre regiões, existe um vazio econômico localizado em área das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil, caracterizadas como o cerrado brasileiro, evidenciando condições edafo-climáticas favoráveis para a expansão das culturas de soja e milho, concomitantemente à sensível carência de sistemas de transporte, em quantidade e qualidade, que promovam o acesso dos insumos agrícolas e o escoamento da produção nas condições logísticas requeridas por esses agonegócios. A provisão da infra-estrutura pode ter significativos impactos como propulsora da ocupação econômica das áreas de cerrado no Brasil, considerando-se o quadro atual de extrema carência e as vantagens comparativas das culturas agrícolas na região.

De acordo com Helfand e Rezende (2000), o fato de o Centro-Oeste produzir grãos mais baratos que os Estados do Sudeste e do Sul, vem possibilitando a atração de novas atividades, como a criação e abate de aves e suínos, bem como a produção de carne e leite. Barbosa e Assunção (2001) registram que este processo já é acompanhado pela redistribuição espacial da indústria de esmagamento, com crescimento significativo da participação dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia, com unidades industriais com maior escala de produção, em contraposição ao elevado nível de capacidade ociosa das fábricas localizadas no Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo.

Estes fenômenos são potencializados com a melhoria na acessibilidade proporcionada pelos sistemas de transporte. Considerando-se os sinais de estudos recentes na direção da viabilização dos corredores na região em direção aos portos de Itaqui (MA) e Itacoatiara (AM), como em Caldas *et al.* (2000) e Battisti e Martins (1999), pode-se avaliar, então, o cenário de novas estruturas logísticas em operação na movimentação de soja e farelo nessa área de expansão da produção brasileira, contrapondo-se às operações realizadas nas áreas tradi-

cionais, referentes aos portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR) e São Francisco (SC).

Isto gera alguns questionamentos relativos aos aspectos competitivos dos portos, enquanto área de influência de captação de cargas e mesmo de viabilidade de produção, considerando-se eventuais desequilíbrios nos mercados, por insuficiência de demanda provocada pela oferta adicional das áreas em expansão.

Segundo UNITED... (1995), estudos de previsão de demanda de transporte servem para dimensionar os investimentos, que são de alto valor e inflexíveis na mobilização, para evitar subutilização ou congestionamentos. Os resultados produzidos por estudos dessa natureza podem ser um subsídio crítico para a tomada de decisão dos setores público e privado, respectivamente, quanto à capacidade dos itens da infra-estrutura, considerando-se as vias de transporte e a logística complementar necessárias nas áreas de expansão, bem como os projetos de expansão nas áreas tradicionais, e quanto à decisão de localização e investimentos na logística para escoamento da produção.

1.2 – Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a nova configuração geográfica do complexo soja brasileiro e sua logística, em função de investimentos selecionados nos sistemas de transporte em áreas do cerrado brasileiro, a saber: a Ferronorte (conclusão até Cuiabá) e Hidrovia Araguaia-Tocantins.

São estabelecidos como objetivos específicos:

- a) Discutir os resultados obtidos na perspectiva de utilização dos portos;
- b) Discutir os resultados obtidos na perspectiva de utilização dos modais de transporte;
- c) Discutir os resultados obtidos na perspectiva da concorrência entre regiões produtoras tradicionais (PR) e de expansão (MT, MS, GO, TO, MA e BA);

- d) Realizar análise de sensibilidade dos resultados primários.

2 – METODOLOGIA

Os passos perseguidos na busca de respostas às indagações motivadoras da presente pesquisa seriam, então, a definição dos conceitos e métodos para o tratamento do problema do transporte, a definição da área sob estudo, a modelagem e a especificação das variáveis.

2.1 – Conceitos e Métodos para o Tratamento de Problemas de Transporte

2.1.1 – Conceitos para o tratamento de problemas de transporte

Para o desenvolvimento do estudo proposto, é necessário “recortar” uma determinada área geográfica. Nesse sentido, algumas alternativas são viáveis, conforme Nasser (2000). Porém, o enfoque dado foi o de corredores de transporte (exportação). Corredor agrega a visão de eixos, pólos e *clusters*, numa análise que integra áreas com desenvolvimento local em estágios diferentes, com potenciais diferentes e eventualmente unidos pelas possibilidades de cadeias produtivas comuns.

2.1.2 – Métodos para o tratamento de problemas de transporte

Os problemas de transporte podem ser tratados através de sólidas relações com instrumentais e informações econômicas. Os interesses dessas áreas de conhecimento inter-relacionam-se na estimação de demanda de transporte, por exemplo, considerando-se que os sistemas de transporte têm capacidade operacional limitada e servem às atividades econômicas como principal fonte geradora de fluxos físicos (matérias-primas e produtos).

Para efeito deste estudo, importa estimar os fluxos que serão gerados e os modais demandados, considerando-se o potencial de produção do complexo soja, com relação aos seus grãos, o respecti-

vo nível de exigência operacional dos sistemas de transporte, com interesse específico nos sistemas portuários, e a configuração geográfica da produção resultante no cenário de provisão de infraestrutura em áreas com aptidão técnica para a cultura da soja no cerrado brasileiro.

A identificação da demanda de transporte é um primeiro passo para o planejamento e a intervenção nos sistemas de transporte, para efeito de correção de estrangulamentos e hierarquização de investimentos, por exemplo.

A análise da demanda de transporte implica o processo de relacionar as necessidades de transporte com as atividades econômicas que a geram. Seu principal propósito é a compreensão dos determinantes da demanda de transporte e da maneira pela qual afetam a evolução do volume de tráfego. Segundo UNITED... (1995), os determinantes mais importantes da demanda de transporte são dados a partir dos volumes observados nos locais de produção (oferta) e de consumo (demanda). Por esta razão, previsões de demanda de transporte podem ser derivadas, em boa medida, de informações de agregados econômicos.

Diferentes abordagens são possíveis para a análise da demanda por transporte de carga. A abordagem microeconômica trata o transporte como insumo de produção, quando a firma pode requerer o transporte de certas mercadorias, portanto, transformando-se em consumidora de transporte, ou como uma indústria, ao buscar inter-relações com outros setores econômicos.

Esta análise pode ser suportada por modelos de interação espacial. A sua operacionalização ocorre a partir de excedentes e déficits de mercadorias, associados a pontos do espaço, permitindo identificar possíveis fluxos de carga entre pontos com excesso de oferta e excesso de demanda.

Os problemas de interação espacial são, normalmente, apresentados na forma de programação matemática, por modelos lineares e não-lineares. Os modelos do primeiro tipo implicam relações lineares

res entre funções e argumentos, e são bastante usados para problemas econômicos e regionais que tenham como objetivo, por exemplo, tratar de minimização de custos de transporte (CAIXETA FILHO, 1996), ou matrizes de origem-destino de mercadorias (MARTINS, 1998).

Modelos não-lineares são, também, bastante difundidos para análise de distribuição dos fluxos. Esses modelos trabalham com a hipótese de que fluxos entre zonas mantenham relações não-lineares com algumas características das variáveis e da função correspondente à impedância entre as zonas.

Os problemas de interação espacial podem ser modelados na perspectiva de que, entre os locais de produção e os pontos de consumo, os produtos têm seu preço elevado, à medida que incorpora custos referentes às operações e às transações. Dentre estes, os custos de transportes normalmente são a principal variável que explica a diferença principal entre os preços nas regiões de oferta e de demanda.

Segundo Fellin (1993), a análise econômica que reconhece a interação preço-quantidade pode ser usada para análise espacial e problemas de equilíbrio intertemporal. O problema teórico para explicar o preço de equilíbrio em mercados espacialmente separados pode ser tratado pelo modelo de equilíbrio espacial, elaborado por Samuelson (1952). Os modelos de equilíbrio espacial têm sido usados para estudos em economia agrícola para simular o impacto de novas medidas sobre o setor, além das mudanças nas políticas de transportes.

Portanto, Samuelson (1952) demonstrou que os problemas de equilíbrio espacial entre diferentes mercados podem ser resolvidos pela programação matemática. Através de um modelo de dois mercados espacialmente separados, Samuelson formulou o problema como sendo uma área de maximização sob todas as curvas de excesso de demanda, menos a área de todas as curvas de excesso de suprimento, menos o total de custos de transporte. A maximização de todas essas áreas resulta numa solução competitiva de equilíbrio espacial, isto é, baseado nas áreas resultantes da intersecção das

curvas dessas variáveis. Takayama e Judge (1971) estenderam a formulação de Samuelson (1952), com o desenvolvimento de um algoritmo para solucionar as condições de equilíbrio espacial envolvendo diversas *commodities* transacionadas entre muitas regiões, usando um preço linear dependente e funções de demanda e oferta, chegando nas dimensões espaciais e intertemporais de preço, produção, fator de uso e consumo.

Conforme Waquil (1995), o modelo de equilíbrio espacial é estático e envolve equilíbrio parcial. Além do mais, pressupõe-se que não ocorram mudanças estruturais na oferta e demanda durante a transição das situações, o que implica que quantidades e preços são determinados ao longo das funções de oferta e de demanda.

Algumas das aplicações possíveis de modelos de equilíbrio espacial estão documentadas na literatura para tratar de problemas de alocação ótima de produtos (WAQUIL, 1996), em estudos de competição regional (GUARIM, 1992; BULHÕES, 1998), de distribuição (FULLER; RANDOLPH; KLINEMAN *et al.*, 1985; OJIMA; YAMAKAMI, 2003; CAIXETA FILHO; MACAULAY, 1989) e localização (CANZIANI, 1991; LOPES, 1997; RAMOS, 2001).

2.2 – O Modelo

O modelo matemático para resolver esta espécie de problema por programação linear forma um sistema de expressões lineares, que representam restrições, as quais serão a base para a equação a ser otimizada, denominada “objetivo” (Z). Objetiva-se identificar os valores das variáveis de decisão (x_1, x_2, \dots, x_n) que otimizem Z .

Assim, a forma geral desse modelo de programação linear pode ser colocada matematicamente como

$$\text{Otimizar } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

sujeito às restrições

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_2 \quad (3)$$

$$\vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_m \quad (4)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \quad (5)$$

o que equivale a encontrar $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ que otimize (maximize ou minimize) a função objetivo Z (eq. 1), a partir das restrições 2 a 5.

Dessa maneira, o problema típico de transporte é formulado num modelo que vise determinar os fluxos de produtos entre regiões, produtoras e consumidoras, que minimizam o custo de transporte. Uma vez que o modelo tem restrições de oferta e demanda em cada região, satisfaz-se a condição de equilíbrio espacial (KOO; LARSON, 1985).

Assim, o problema genérico de transporte pode ser formulado como (KANAFANI, 1983)

$$\text{Min } Z = \sum_p \sum_i \sum_j c_{ij} X_{ij}^p \quad (6)$$

sujeito às restrições

$$\sum_j X_{ij}^p \leq S_i^p, \text{ para todo } i, j \quad (7)$$

$$\sum_i X_{ij}^p \geq D_j^p, \text{ para todo } i, j \quad (8)$$

$$X_{ij}^p \geq 0, \text{ para todo } i, j \quad (9)$$

sendo:

Z = função de custo total de transporte;

c_{ij} = custo de transporte entre as regiões i e j , por unidade do produto;

S_i^p = excesso de oferta do produto p na região i ;

D_j^p = excesso de demanda do produto p na região j ;

X_{ij}^p = fluxos do produto p com origem em i e destino em j .

Em termos de modelagem deste estudo, tem-se como função objetivo a minimização dos custos de transporte da safra das regiões produtoras aos portos, com restrições relativas às capacidades operacionais dos sistemas de transporte (portos, ferrovias e hidrovias); aquisições do mercado internacional de 34 milhões de toneladas do mercado brasileiro; e produção excedente nas regiões.

Assim, o modelo utilizado foi minimizar o transporte da safra entre as regiões produtoras e os portos, pelos diversos modais disponíveis, aos respectivos custos:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 [(FR_{ij} \cdot TR_{ij}) + (FF_{ij} \cdot TF_{ij}) + (FI_{ij} \cdot TI_{ij})] \quad (10)$$

sujeito às condições de oferta das regiões produtoras e capacidade operacional dos portos para escoamento das quantidades requeridas no mercado internacional,

$$\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 [(TR_{ij}) + (TF_{ij}) + (TI_{ij})] \leq S_i, \text{ para todo } i, j \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 [(TR_{ij}) + (TF_{ij}) + (TI_{ij})] \geq D_j, \text{ para todo } i, j \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 [(TR_{ij}) + (TF_{ij}) + (TI_{ij})] \geq TT, \text{ para todo } i, j \quad (13)$$

e às capacidades operacionais dos sistemas de transporte (portos, ferrovias e hidrovias)

$$\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 [(TR_{ij}) + (TF_{ij}) + (TI_{ij})] \leq P_j, \text{ para todo } i, j \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 TF_{ij} \leq F_j \text{ para todo } i, j \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 TI_{ij} \leq I_j \text{ para todo } i, j \quad (16)$$

$$TR_{ij}, TF_{ij}, TI_{ij} \geq 0, \text{ para todo } i, j \quad (17)$$

sendo:

Z = função de custo total de transporte do fluxo de grãos;

FR_{ij} = frete rodoviário (em R\$/t) entre as regiões i e j ;

TR_{ij} = quantidade transportada pela modalidade rodoviária (t) entre as regiões i e j ;

FF_{ij} = frete ferroviário (em R\$/t) entre as regiões i e j ;

TF_{ij} = quantidade transportada pela modalidade ferroviária (t) entre as regiões i e j ;

FI_{ij} = frete intermodal (em R\$/t) entre as regiões i e j ;

TI_{ij} = quantidade transportada pela intermodalidade (t) entre as regiões i e j ;

TT = fluxos de soja requeridos pelo mercado internacional;

S_i = excesso de oferta do produto na região i ;

D_j = excesso de demanda do produto na região j ;

P_{ij} = capacidade de operação nos portos;

F_{ij} = capacidade de tráfego nas ferrovias;

I_{ij} = transporte intermodal restringido pela capacidade de tráfego nas hidrovias.

O modelo foi solucionado pelo *software* Lindo (*Linear interactive and discrete optimizer*).

2.3 – Área sob Estudo

Para efeito deste estudo, procede-se ao zoneamento das áreas, com vistas à identificação de pólos econômicos como unidades espaciais básicas, presumindo-se que nestes concentram-se empresas de comercialização de produtos agrícolas e empresas agroindustriais. Para estudos dessa natureza, a iden-

tificação de pólos significa concentração das atividades econômicas, em sentido geral, implicando a geração de fluxos mais consistentes e significativos de transporte.

De acordo com esta identificação, as cidades são hierarquizadas segundo seu alcance espacial na distribuição varejista e na prestação de serviços. Dessa maneira, estabelecem-se as regiões de influência das cidades, hierarquizadas conforme localidades centrais e respectivas áreas de influência. Para a operacionalização deste estudo, os dados referentes aos pólos incluem a localidade e sua respectiva área de influência.

Para fins analíticos dos resultados, as áreas produtoras do país são separadas entre de expansão e tradicionais. As primeiras devem absorver as externalidades positivas da provisão da infraestrutura, considerando-se os investimentos selecionados, enquanto nas áreas tradicionais poderão ser avaliados os impactos do aumento da produção total frente às restrições do mercado comprador e sua posição competitiva no novo cenário de novos produtores.

Então, as áreas são compostas da seguinte forma explicitada no Quadro 1, segundo estados e pólos.

Os investimentos na infra-estrutura foram identificados numa visão de eixos, no projeto intitulado Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento (GEIPOT, 2001) e modelados numa perspectiva de corredores, conforme os objetivos traçados.

Dentro da área de interesse deste trabalho, foram identificados os seguintes eixos prioritários (GEIPOT, 2001):

- a) Eixos do Centro-Oeste: Araguaia-Tocantins e Oeste;
- b) Eixos da Amazônia: Madeira-Amazonas.

Numa abordagem pontual, o Ministério dos Transportes utilizou a metodologia dos corredores, visando identificar investimentos prioritários nos

Estado	Pólos
Áreas tradicionais	
Paraná	Cascavel, Londrina e Ponta Grossa
Áreas de expansão	
Bahia	Barreiras (Oeste)
Goiás	Goiânia (Centro) e Rio Verde (Sudoeste)
Mato Grosso	Campo Novo do Parecis (Oeste), Sorriso (Norte), Primavera do Leste (Leste), Rondonópolis (Sudeste), Nova Xavantina (Centro-Leste)
Mato Grosso do Sul	Chapadão do Sul (Norte), Campo Grande (Centro), Dourados (Sul)
Maranhão/Piauí	Balsas (Sul)
Rondônia	Vilhena (Sul)
Tocantins	Palmas (Centro)

Quadro 1 – Regiões analisadas quanto aos impactos dos investimentos selecionados em transportes

Fonte: Resultados da pesquisa

modais para o aprimoramento das condições de infra-estrutura para atuar como indutores da atividade econômica (GEIPOT, 2001). Nesse enfoque, conforme os propósitos deste estudo, os principais sistemas troncais estruturados dos corredores de desenvolvimento seriam:

- a) Corredor Extremo-Oeste: BR-364, hidrovia Madeira-Amazonas e os portos de Porto Velho, Manaus e Itacoatiara;
- b) Corredor Centro-Norte: BR-163, hidrovia Tocantins-Araguaia, ferrovias Norte-Sul e Carajás e os portos de Vila do Conde, Itaquí, e Terminal de Ponta da Madeira.

Os projetos de investimentos na infra-estrutura de transporte brasileira selecionados, contemplando os sistemas ferroviário, hidroviário e portuário, serão a seguir especificados:

- a) Ferrovia Ferronorte: de acordo com Geipot (2001), o projeto foi concebido a partir da visão estratégica de redução de custos de transporte do Grupo Empresarial Itamarati. A área de influência compreende os estados de Mato Grosso e Rondônia e parte dos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, abrangendo cerca de 140 milhões de hectares, dos quais 65% adequados à pro-

dução de um grande número de culturas agrícolas – atualmente, apenas 10% estão ocupados com essas atividades. A ferrovia deverá atravessar o Centro-Oeste e a Amazônia legal, e terá uma extensão de cerca de 5 mil quilômetros.

- b) Hidrovia Tocantins-Araguaia: de acordo com Geipot (2001), a Hidrovia Tocantins-Araguaia é constituída por dois subsistemas separados por barreiras naturais: subsistema Araguaia-Rio das Mortes e subsistema Tocantins. Sua região de influência pode servir como principal via de integração entre as regiões Centro-Oeste e Norte-Nordeste do Brasil (Mato Grosso, Pará, Tocantins, Goiás, Maranhão e Piauí), pois as atuais ligações são feitas exclusivamente através de rodovias em precárias condições.
- c) Porto de Itaquí: de acordo com Geipot (2001), o Porto de Itaquí localiza-se na baía de São Marcos, em São Luís (MA) e sua área de influência abrange os estados do Maranhão, Tocantins, sudeste do Pará, norte de Goiás e nordeste do Mato Grosso.

2.4 - Especificação dos Dados

As informações necessárias para a implementação do modelo dizem respeito à quantificação da pro-

dução e do consumo, matriz de distâncias das regiões, rotas e utilização de modais, custos e capacidade operacional dos sistemas de transporte (portos, ferrovias e hidrovias), custo e localização de terminais de transbordo e fretes (reais e estimados).

As quantidades produzidas referem-se ao potencial identificado em Geipot (2001) e estão identificados na Tabela 1, segundo as regiões. A produção do Rio Grande do Sul e a respectiva logística (corredor de Rio Grande) não foram contempladas na análise da área tradicional em razão do distanciamento geográfico, não se configurando, assim, como área potencial de concorrência e possibilidade real de utilização do corredor para escoamento da produção do cerrado.

Para a identificação da produção excedente, que é a diferença entre a produção potencial e o consumo industrial, foram distribuídos investimentos em plantas industriais proporcionalmente à produção de soja, tendo como pressuposto que a lo-

calização da indústria acompanha a produção da matéria-prima. A Tabela 2 detalha os excedentes agregados por Estado.

Especificamente no caso do Paraná, a produção do grão e o consumo industrial foram mantidos conforme o que se observa atualmente, sendo que as unidades de beneficiamento consomem anualmente, segundo os pólos: Cascavel, 842.000t; Londrina, 3.000.000 t; e Ponta Grossa, 2.158.000 t.

No que se refere às informações sobre os sistemas de transporte, estas dirão respeito, principalmente, aos custos e condições operacionais dos portos para exportação da soja de Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco do Sul (SC), Rio Grande (RS), Itaquí (MA), Itacoatiara (AM) e Vitória (ES), à identificação de rotas e dos modais atuais e viáveis no novo cenário estudado, e aos valores de frete real, do Sistema de Informações de Fretes para Cargas Agrícolas (Sifreca), e estimados tendo como referência esta base de dados.

Tabela 1 – Produção potencial de soja, segundo regiões e pólos

Estado	Região	Pólo	Produção de soja
Área de expansão			
MT	Oeste de Mato Grosso	Campo Novo do Parecis	7.745,10
MT	Norte de Mato Grosso	Sorriso	5.841,10
MT	Leste de Mato Grosso	Primavera do Leste	4.320,20
MT	Sudeste de Mato Grosso	Rondonópolis	2.949,60
MT	Centro-Leste de Mato Grosso	Nova Xavantina	538,2
GO	Centro de Goiás	Goiânia	1.799,60
GO	Sudoeste de Goiás	Rio Verde	12.878,50
BA	Oeste da Bahia	Barreiras	4.808,70
MA/PI	Sul do Maranhão e do Piauí	Balsas	3.795,00
MS	Norte de Mato Grosso do Sul	Chapadão do Sul	1.421,50
MS	Centro de Mato Grosso do Sul	Campo Grande	1.068,60
MS	Sul de Mato Grosso do Sul	Dourados	3.143,20
TO	Centro de Tocantins	Palmas	2.006,30
RO	Sul de Rondônia	Vilhena	4.511,80
TOTAL			56.827,40
Área tradicional			
PR	Oeste do Paraná	Cascavel	3.435.605
PR	Norte do Paraná	Londrina	5.188.947
PR	Centro do Paraná	Ponta Grossa	2.227.328

Fonte: Geipot (2001)

Tabela 2 – Produção potencial de soja, consumo industrial e excedente exportável, segundo estados

Estado	Produção (t/ano)	Consumo industrial (t/ano)	Excedente exportável (t/ano)
Paraná	10.851.880	6.000.000	4.851.880
Goiás (+DF)	14.678.100	4.200.000	10.478.100
Mato Grosso	21.394.200	6.000.000	15.394.200
Mato Grosso do Sul	5.633.300	3.400.000	2.233.300
Bahia	4.808.700	1.400.000	3.408.700
Tocantins	2.006.300	1.000.000	1.006.300
Rondônia	4.511.000	1.000.000	3.511.000
Maranhão/Piauí	3.795.000	1.000.000	2.795.000
TOTAIS	67.678.480	24.000.000	43.678.480

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 3 – Fretes rodoviários e ferroviários (R\$/t.km) com destino aos portos, segundo regiões

Corredor	Frete Rodoviário			Frete Ferroviário
	500-800 km	800-1.200 km	Acima de 1.200 km	
Paranaguá (PR)	0,10	0,09	0,07	0,05
Santos (SP)	0,11	0,09	0,07	0,06
Tubarão (Vitória–ES)	0,11	0,09	0,07	0,04
São Francisco do Sul (SC)	0,10	0,09	0,07	0,05
Porto Velho (RO)	0,12	0,10	0,09	-
Itaqui (MA)	0,12	0,10	0,09	0,04

Fonte: Elaboração dos autores.

A elaboração dos fretes rodoviários e ferroviários (Tabela 3) foi feita tendo-se por base o Sifreca, amparada por estudos de diferença regional dos fretes no Brasil (Martins *et al.*, 2004). Para fretes rodoviários em distâncias de até 500km, foi consultado o Sifreca, procurando rotas que fossem identificadas com o caso em apreço, da mesma região geográfica.

Os fretes hidroviários foram considerados R\$ 0,04/t.km, tendo-se também por base o Sifreca.

A Tabela 4 detalha as restrições operacionais das ferrovias e hidrovias, considerando-se a utilização do período recente, bem como informações das concessionárias e embarcadores.

Na Tabela 5, podem ser identificados os custos das operações portuárias e as restrições operacionais, também considerando-se a utilização do período recente, bem como informações das concessionárias e embarcadores.

As informações complementam e dão forma final à modelagem, tais como:

- a) Formação dos fretes – foram avaliadas possibilidades técnicas reais de todas as alternativas, tais como rodoviária, ferroviária, hidroviária, rodoferroviária (e vice-versa), rodo-hidroviária, ferro-hidroviária... Por exemplo, quando a soja chega a Porto Velho (RO), tem que embarcar necessariamente apenas pela via hidroviária para atingir o Porto de Itacoatiara, uma vez que outros modais são indisponíveis.
- b) Custo de transbordo (R\$ 4,50/t) – transbordo entre quaisquer modais e dos modais para os navios nos portos;
- c) As rodovias não contam com restrições operacionais.

Tabela 4 – Restrições operacionais das ferrovias e hidrovias (milhões de t/ano)

Corredor	Ferrovia (milhões de t/ano)	Hidrovia (milhões de t/ano)
Paranaguá (PR)	4,5	5,0 (Tietê-Paraná)
Santos (SP)	10,0	5,0 (Tietê-Paraná)
Itaqui (MA)	6,0 (Norte-sul e Carajás)	-
Itacoatiara (AM)	-	5,0 (Madeira)
Tubarão (Vitória – ES)	4,0	5,0 (Tietê-Paraná)
São Francisco do Sul (SC)	1,5	5,0 (Tietê-Paraná)

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 5 – Custo das operações (R\$/t) e capacidade de movimentação nos portos (milhões de t/ano)

Corredor	Custo das operações portuárias (R\$/t)	Capacidade de movimentação (milhões de t/ano)
Paranaguá (PR)	27,00	11,0
Santos (SP)	33,00	15,0
Tubarão (Vitória – ES)	18,00	4,0
São Francisco do Sul (SC)	21,00	2,5
Porto Velho (RO)	15,00	2,0
Itacoatiara (AM)	15,00	2,0
Itaqui (MA)	15,00	10,0

3 – RESULTADOS

Os resultados serão apresentados e discutidos nos grandes grupos de interesse: os fluxos gerados entre origens e portos, com respectivos modais utilizados, a matriz de transporte resultante e a utilização dos portos.

3.1 – Discussão da Competitividade das Regiões

Esta seção contempla a análise do deslocamento de produção de soja entre as regiões produtoras e os portos, tendo os custos de transporte como indicador desta competitividade. A Tabela 6 apresenta os resultados.

Partindo-se de um cenário de participação do Brasil no mercado internacional com 34 milhões de toneladas, foi desenvolvida análise de sensibilidade, com os seguintes cenários: menos otimista de compras internacionais, equivalendo a 27 milhões de t/ano; e mais otimista, de 41 milhões de t/ano. Cabe salientar que, sem os investimentos analisados, o

modelo não encontrou condições para escoar o volume previsto pelo cenário mais otimista.

Os pólos dos estados de Goiás (Goiânia e Rio Verde), do Mato Grosso do Sul (Chapadão do Sul, Campo Grande e Dourados) e os pólos Balsas (MA) e Palmas (TO) não mostraram sensibilidade da produção aos efeitos gerados pelos novos sistemas, em termos de quantidades escoadas. Tampouco foram sensíveis às alterações simuladas da demanda internacional, demonstrando, assim, extrema competitividade.

Para o Estado de Goiás, a região produtora de Goiânia sofre alteração somente no porto de destino, passando a operar com Santos, mantendo o mesmo modal e volume. Com relação à região produtora de Rio Verde, sem os investimentos avaliados, utilizava somente a alternativa rodoviária de escoamento para o Porto de Santos, e passa a operar com três rotas alternativas: Vitória, intermodal rododiferroviário, Santos intermodal rododiferro-hidroviário, e Santos, modal rodoviário, sendo este últi-

Tabela 6 – Produção de soja escoada (t), segundo as regiões produtoras, nos diversos cenários

Pólos	Cenário 27 milhões t		Cenário 34 milhões t		Cenário 41 milhões t c/inv
	s/inv.	27 t c/inv.	s/inv.	34 t c/inv.	
Campo Novo Parecis	-	-	3.638.530	-	5.572.990
Sorriso	-	-	-	1.638.530	3.035.540
Primavera do Leste	3.108.600	3.108.600	3.108.600	3.108.600	3.108.600
Rondonópolis	2.122.390	2.122.390	2.122.390	2.122.390	2.122.390
Nova Xavantina	-	-	387.260	387.260	387.260
Goiânia	1.284.600	1.284.600	1.284.600	1.284.600	1.284.600
Rio Verde	9.193.440	9.193.440	9.193.440	9.193.440	9.193.440
Barreiras	404.490	404.490	3.408.700	3.408.700	3.408.700
Balsas	2.795.000	2.795.000	2.795.000	2.795.000	2.795.000
Chapadão do Sul	563.560	563.560	563.560	563.560	563.560
Campo Grande	423.610	423.610	423.610	423.610	423.610
Dourados	1.246.130	1.246.130	1.246.130	1.246.130	1.246.130
Palmas	1.006.300	1.006.300	1.006.300	1.006.300	1.006.300
Vilhena	-	-	-	2.000.000	2.000.000
Cascavel	2.593.605	2.593.605	2.563.605	2.563.605	2.563.605
Londrina	2.188.947	2.188.947	2.188.947	2.188.947	2.188.947
Ponta Grossa	69.328	69.328	69.328	69.328	69.328

Fonte: Resultados da pesquisa

mo complementar à restrição hidroviária de 5.000.000t. Desta forma, na hipótese de expansão da capacidade de escoamento hidroviária, o modal rodoviário deixaria de se apresentar como opção viável para essa região de origem.

Para o Estado do Mato Grosso do Sul, observa-se que a região produtora de Campo Grande utiliza o mesmo modal e o porto de Santos em qualquer cenário. Já para a região de Dourados, observa-se alteração nas rotas, excluindo-se o modal rodoviário após o investimento, aumentando-se o volume transportado tendo como destino o porto de São Francisco do Sul, via modal rodoviário, com transbordo em Cascavel (PR).

Para a região produtora de Balsas (MA), foi acrescida uma nova rota alternativa. Sem investimentos, transportava-se somente via intermodal rodoviário. Após o investimento implantado, passa a operar o modal rodoviário como opção alternativa, em razão da restrição da capacidade de escoamento via ferroviária, que foi limitada em virtude da inclusão de novas regiões usuárias deste modal, como por exemplo, Barreiras (BA).

Para o Estado de Tocantins, a região produtora de Palmas registrou alteração no modal utilizado com destino a Itaquí, passando de rodoviário para hidroviário. Observa-se, neste caso, uma sensível queda do frete, de aproximadamente 50% no custo tonelada transportada.

A produção de Barreiras (BA) também não foi sensível aos efeitos gerados pelos novos sistemas, sendo sensível apenas às alterações simuladas da demanda internacional. Apenas registrou-se alteração de rotas e sistemas, com economias de custos: sem os investimentos implementados, utilizava duas rotas alternativas, com destino ao porto de Vitória e porto de Itaquí, ambas pelo modal rodoviário; com a implementação dos investimentos, a rota indicada passa a ser via intermodal rodoviário-hidroviário, com destino ao porto de Itaquí.

Já os pólos localizados no Estado do Mato Grosso tiveram reações bastante diversificadas. Enquanto a posição competitiva dos pólos Rondonópolis e Primavera do Leste não demonstraram sofrer impactos dos investimentos em transporte, o

pólo Sorriso teria seus potenciais sendo efetivados apenas com nova oferta de infra-estrutura. Já Campo Novo de Parecis e Nova Xavantina demonstraram sensibilidade aos volumes exportados.

Observa-se ainda que o porto de Santos ganha competitividade em detrimento ao porto de Paranaguá, que não se apresenta como opção de rota ideal para escoamento da produção mato-grossense. A região de Primavera do Leste, que, antes dos investimentos, apresentava duas rotas alternativas com destino a Paranaguá e Santos, passa a apresentar somente a segunda alternativa após a realização dos investimentos selecionados.

Por fim, dentro da área de expansão, os investimentos na infra-estrutura e os cenários da demanda internacional impactaram a competitividade da produção ocorrida em Vilhena (RO). Neste caso, observando-se como restrição à expansão das exportações da região a capacidade limitada do porto de Itacoatiara de 2.000.000t.

Na região tradicional, o Estado do Paraná, observou-se que os investimentos não surtiram efeito

na sua área de abrangência, mantendo-se constantes os volumes e modais utilizados (ferroviário), apenas direcionando parte dos fluxos de Paranaguá para o Porto de São Francisco do Sul

3.2 – Matriz de Transportes

Pela matriz de transporte otimizada resultante (Gráfico 1), pode-se identificar a dependência do Brasil quanto aos investimentos em outros modais, que não o rodoviário, para um novo equilíbrio no transporte. À medida que os investimentos fossem implementados e o Brasil aumentasse as vendas externas de soja em grão, o transporte intermodal avançaria significativamente e, juntamente com o modal ferroviário, quebraria o predomínio histórico do transporte rodoviário na movimentação acima de 34 milhões de toneladas do produto.

A concorrência efetiva entre os modais ocorreria, então, entre o rodoviário e o intermodal, com participação da hidrovía do Araguaia. Apesar do grande potencial de contribuição da hidrovía, segundo Almeida (2004), embora instalada desde 1998, atualmente, a infra-estrutura operacional en-

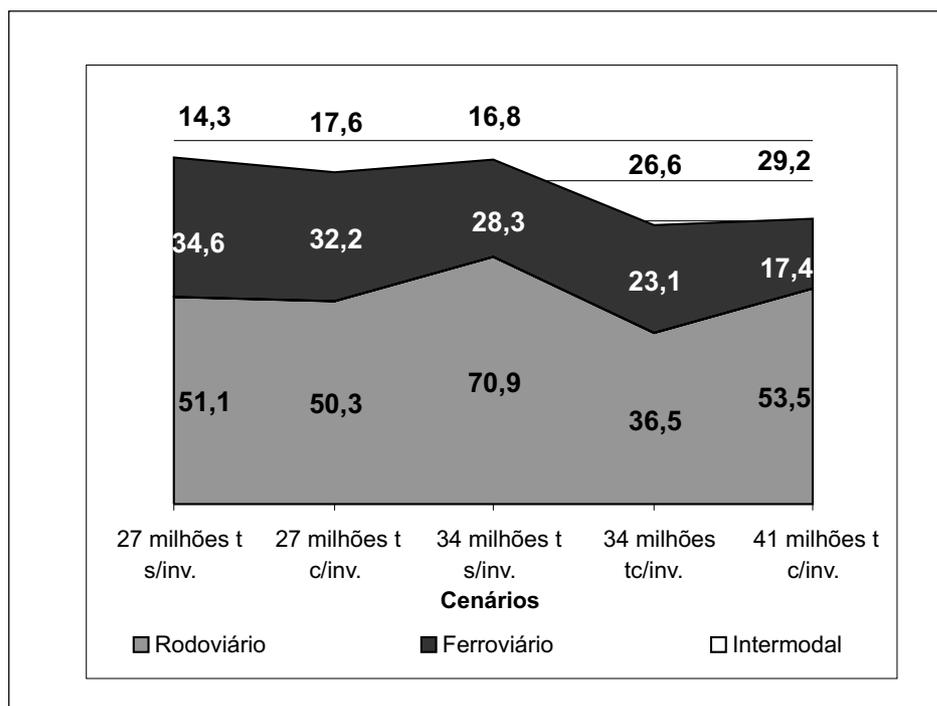


Gráfico 1 – Matriz de transporte de soja (em TKU), segundo os cenários
Fonte: Resultados da pesquisa

contra-se bastante deteriorada. Ou seja, a hidrovía poderia já estar, inclusive, operando parcialmente de forma mais satisfatória, mas a falta de terminais, embarcações e eclusas tem limitado a contribuição efetiva à competitividade de sua região de abrangência.

Na matriz de transporte otimizada resultante, chama a atenção, também, a perda de participação do modal ferroviário com o avanço das quantidades movimentadas, atingindo um nível significativamente baixo quanto às expectativas dos órgãos públicos e do mercado.

Pode-se compreender este nível de participação, ao se observar que o transporte de soja pelas ferrovias brasileiras não atinge 10% do transporte ferroviário total (31,9 milhões de toneladas em 345,0 milhões de toneladas em 2003), que tem o predomínio da movimentação de minérios (202 milhões de toneladas). Faltam projetos que integrem áreas produtoras e portos, bem como a solução de outros problemas de relevância, identificados por Martins (2004), tais como:

- a) Operacionais – baixa capilaridade da malha, capacidade estagnada, dificuldade de operacionalizar o direito de tráfego mútuo de passagem, escassez e falta de regularidade na disponibilidade de material rodante, em geral, locomotivas e vagões;
- b) Gerenciais – confiabilidade nos serviços, alto risco de contaminação com resíduos de produtos transgênicos, em função de não haver a adequada limpeza dos vagões, ausência de política transparente de preço, fazendo com que os fretes acompanhem valores do mercado rodoviário, trabalhando-se na margem do frete-motorista, tendo sido registrada expressiva elevação dos valores nos últimos cinco anos.

O Gráfico 2 contextualiza os impactos da implantação dos investimentos estudados, como resultados de fluxos otimizados. Para a exportação de 27 milhões de toneladas, seria possível uma economia em fretes da ordem de 4,6%. À medida que atingisse 34 milhões de toneladas de compras inter-

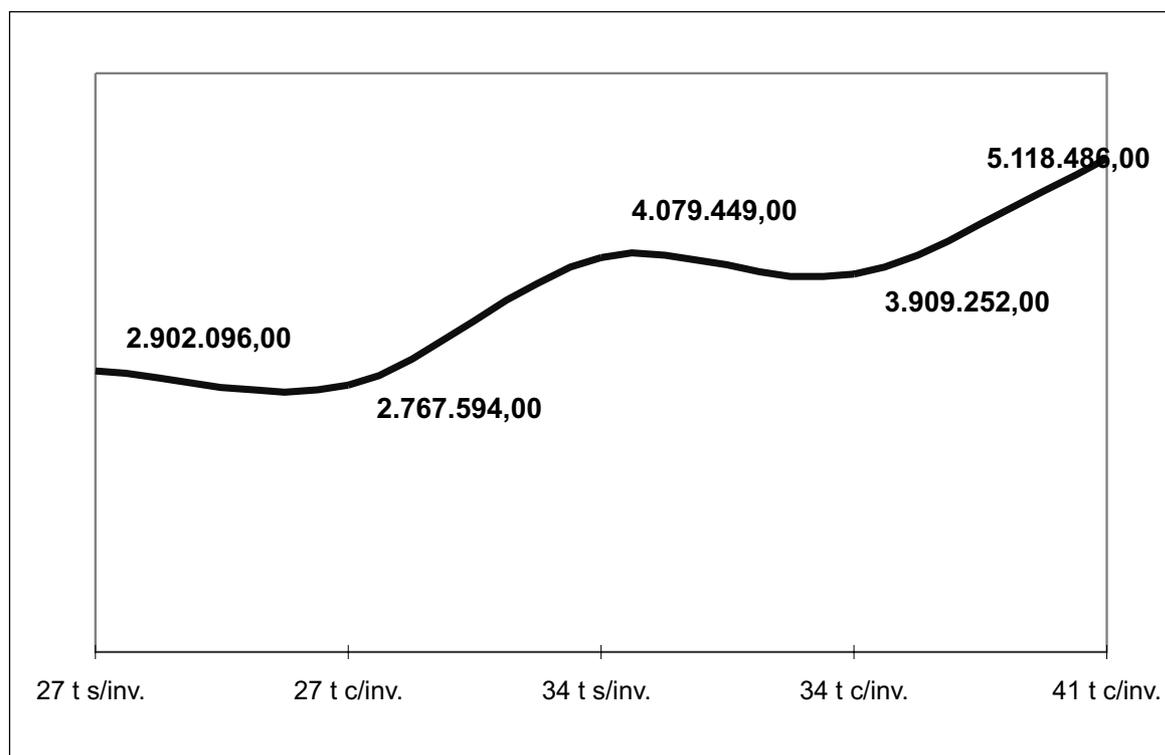


Gráfico 2 – Custos totais de transporte, segundo os cenários

Fonte: Resultados da pesquisa

nacionais, a economia poderia atingir 4,3%, ou cerca R\$ 173 milhões/ano.

Neste caso, comparando-se com o efetivado praticado, os percentuais são significativamente superiores.

3.3 – Utilização dos Portos

A implantação dos investimentos na infra-estrutura pelo interior do país impacta indiretamente nos portos a serem utilizados, numa perspectiva de fluxos otimizados. Assim, destaca-se que o Corredor Vitória é extremamente competitivo dentro das áreas de expansão da soja no Brasil, enquanto que São Francisco do Sul (SC) não sente efeitos.

O Gráfico 3 ilustra os resultados para os cenários elaborados. A exportação de 27 milhões de toneladas implica um nível de ociosidade de 17,5 milhões de toneladas, com ocorrência em Itacoatiara, em Itaqui, por falta de carga na região de abrangência – Santos e, principalmente, Paranaguá – com mais de 50% de ociosidade. Os investimentos na infra-estrutura não implicariam reorientação de cargas entre os portos.

À medida que os volumes exportados atingem a 34 milhões de toneladas, o nível de ociosidade cai para 10,5 milhões de toneladas, com ocorrência em Itaqui e Paranaguá. Para este cenário, Santos teria plena utilização de capacidade. Os investimentos na infra-estrutura implicam, por um lado, plena utilização de Itacoatiara, e por outro, orientação de cargas para Itaqui, que inicialmente eram destinadas a Santos e Paranaguá. Itaqui reduz ociosidade, enquanto Paranaguá aumenta, e Santos passa a operar abaixo do limite máximo. Chama-se a atenção para o fato de que Paranaguá é “beneficiário” da falta dos investimentos, sendo bastante sensível às outras alternativas portuárias.

Para a exportação de 41 milhões de toneladas, todos os portos seriam utilizados no limite da capacidade, à exceção de Itaqui (falta carga) e São Francisco do Sul (SC), pela posição geográfica.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a nova configuração geográfica do complexo soja brasileiro e sua logística, em função de investimentos selecionados nos sistemas de transporte em áreas

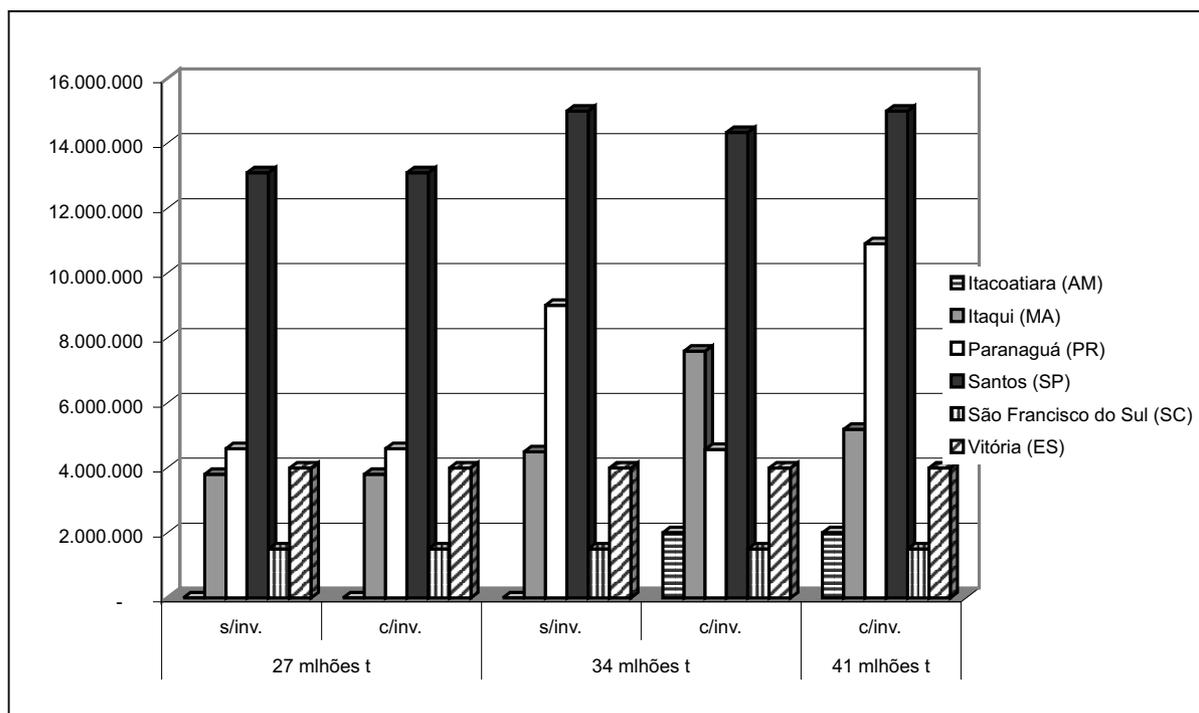


Gráfico 3 – Utilização estimada dos portos, segundo os cenários

Fonte: Resultados da pesquisa

do cerrado brasileiro, a Ferronorte (conclusão até Cuiabá) e Hidrovia Araguaia-Tocantins.

Tal preocupação refere-se às graves deficiências na logística pública da área de cerca de 90 milhões de hectares disponíveis e aptas para a ocupação por culturas como soja e milho, ao mesmo tempo em que são acenadas novas opções e investimentos em estruturas portuárias, de elevado montante de capital.

Não foi possível encontrar uma dicotomia entre regiões tradicionais e de expansão na produção de soja. Ficou evidenciado, sim, que a região tradicional, Paraná, tem sua competitividade garantida nos cenários avaliados, enquanto a competição, de fato, ocorrerá dentro da região de expansão.

Como efeito na matriz de transporte otimizada para os cenários, pôde-se identificar a dependência do Brasil quanto aos investimentos em outros modais, que não o rodoviário, para um novo equilíbrio no transporte.

Na ponta desses efeitos, a implantação dos investimentos na infra-estrutura pelo interior do país impacta indiretamente nos portos a serem utilizados, principalmente direcionando cargas de Santos e Paranaguá para Itaquí. Ou seja, o modelo sugere que os acréscimos de volumes exportados pelo Brasil devem ser escoados de forma otimizada por Itaquí, não recomendando projetos de expansão dos portos de Santos e Paranaguá para demandas de grãos agrícolas.

Além do mais, destaca a posição extremamente competitiva do Corredor Vitória. Sinaliza-se para a recomendação de investimentos estratégicos no Porto de Vitória, em caso da possibilidade de expansão de capacidade, bem como soluções logísticas para a concretização da utilização do Porto de Sepetiba (RJ), relativamente próximo de Vitória e em área bem servida por ferrovias. São Francisco do Sul (SC), porém não sente efeitos.

Obviamente que os resultados dos modelos de otimização muitas vezes estão distanciados das práticas do mercado, haja vista toda a rede logística implantada pelos embarcadores. Porém, são, de

fato, um sinalizador para uma aplicação dos recursos, em sua maioria, públicos de forma racional e otimizada buscando, antecipar o potencial de economias, como respostas aos cenários de demanda.

Outra restrição da aplicabilidade prática dos resultados pode estar no volume bastante significativo de transporte intermodal, que pouco é verificado atualmente no país. Estas iniciativas ainda esbarram em questões infra-estruturais e de regulamentação, tais como: eficiência dos portos, terminais para integração entre os modais e regulamentação plena da operação de transportes por mais de um modal (Operador de Transporte Multimodal), nos aspectos seguro e questão tributária entre os Estados.

Vistos de outro ângulo, os resultados evidenciam os benefícios do transporte intermodal. É preciso não esquecer que em tempos de busca crescente por reduções nos custos logísticos e por maior confiabilidade no serviço prestado, a intermodalidade no Brasil nasce como expressiva oportunidade para as empresas tornarem-se mais competitivas, visto que o modal rodoviário predomina na matriz de transporte do país, mesmo para produtos/trechos onde não é teoricamente o mais competitivo, dadas as longas distâncias. Daí, a necessidade da mobilização de empresas usuárias do sistema de transportes no Brasil, na busca de soluções que priorizem eliminar tais entraves, que se converterão em benefícios às mesmas.

Por outro lado, cabe salientar que tais resultados devem ser comparados àqueles produzidos por modelos não-lineares e genéticos, o que contribuiria significativamente para a priorização dos investimentos em infra-estrutura de transportes e na orientação da formação das parcerias público-privadas.

Abstract

The general purpose of this research was to evaluate the new geographic configuration of the production of soybean in Brazil, and its logistics, with respect of investments in the transportation systems in areas of the Brazilian open pasture(savannah), the

Ferronorte (conclusion till Cuiabá) and Araguaia-Tocantins waterway. For this, linear models of mathematical optimization had been structuralized, considering the cost of transport as a basic variable of orientation of the flows to be moving between traditional and expansion production areas and the ports, that have these areas as influence regions. It was not possible to find a dichotomy between traditional and expansion regions in the soybean production. It was evidenced that the traditional region, Paraná, have its competitiveness guaranteed in the evaluated scenarios, while the competition, in fact, will occur inside of the expansion region. It identifies the dependence of Brazil about the investments in other modal ones, that the road, for a new balance in the transport. About the ports, the model suggests that the additions of volumes exported for Brazil must be drained in an optimized form for Itaqui, not recommending projects of expansion of the ports Santos and Paranaguá. Such results must be compared to those produced by nonlinear and genetic models, what it would contribute significantly for the priority of the investments in infra-structure of transports and the orientation of the formation of the public-private partnerships.

Key words:

Brazilian savannah; Soybean; Transportation systems; Optimization model; Logistics.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. **Hidrovia Tocantins-Araguaia:** importância e impactos econômicos, sociais e ambientais segundo a percepção dos agentes econômicos locais. 2004. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARBOSA, M. Z.; ASSUNÇÃO, R. Ocupação territorial da produção e da agroindústria da soja no Brasil, nas décadas de 80 e 90. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 11, p. 7-16, nov. 2001.

BATTISTI, S.; MARTINS, R. S. Investimentos

na infra-estrutura nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste e repercussões para a logística do sistema agroindustrial da soja no Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 388 - 405, 1999.

BULHÕES, R. **Análise da competição entre os portos de Paranaguá e Santos para a movimentação de soja:** aplicação de um modelo de equilíbrio espacial. 1998. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CAIXETA FILHO, J. V. Transporte de produtos agrícolas: sobre o problema das perdas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 34, n. 3-4, p. 173-199, 1996.

_____; MACAULAY, T. G. A utilização de modelos de equilíbrio espacial para a avaliação econômica de políticas agrícolas: estudo de caso australiano. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 27., 1989, São Paulo. **Anais ...**, São Paulo: Sober, 1989. p. 232-245.

CALDAS, M. A. F. *et al.* Modelagem da cadeia logística de abastecimento da soja: uma análise do fluxo de soja pelos corredores de exportação. *In*: **Engenharia de tráfego e transportes 2000:** avanços para uma era de mudanças. Rio de Janeiro: ANPET, 2000.

CANZIANI, J. R. F. **Simulação sobre a implantação da indústria de suco concentrado de laranja no Estado do Paraná.** 1991. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

FELLIN, L. R. **International corn and soybean transportation system:** quadratic programming models. 1993. 134 p. Tese (Doutorado) - Texas A&M University, Texas, 1993.

FULLER, S.; RANDOLPH, P.; KLINEMAN,

D. Optimal subindustry marketing organization: a network flow model. *In*: KOO, W. W.; LARSON, D. W. **Transportation models for agricultural products**. Boulder: Westview Press, 1985. Cap. 7.

GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Corredores estratégicos de desenvolvimento: alternativas para escoamento de soja para exportação**. Brasília, 2001.

GUARIM, I. **Análise da competitividade inter-regional da soja em grão no mercado brasileiro**. 1992. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

HELFAND, S. T.; REZENDE, G. C. **Padrões regionais de crescimento da produção de grãos no Brasil e o papel da região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: IPEA, 2000. (Texto para Discussão, 731).

KANAFANI, A. K. **Transportation demand analysis**. Berkeley: Graw-Hill, 1983.

KOO, W. W.; LARSON, D. W. **Transportation models for agricultural products**. Boulder: Westview, 1985. Cap. 1.

LOPES, R. L. **Suinocultura no Estado de Goiás: aplicação de um modelo de localização**. 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1997.

MARTINS, R. S. **Logística agroindustrial paranaense: estudo dos fretes**. Toledo: Fundação Araucária, 2004. (Relatório final de pesquisa, Conv. 016/2003).

_____. **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**. 1998. Tese (Doutorado) - Escola Superior de

Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

_____. *et al.* Mercado de fretes rodoviários e a competitividade do corredor de exportação de Paranaguá no Centro-Sul Brasileiro para produtos do agronegócio *In*: SEMINÁRIO ITINERANTE SOBRE A ECONOMIA PARANAENSE, 2., Curitiba, 2004. **Anais...**, Curitiba, 2004.

NASSER, B. Economia regional, desigualdade regional no Brasil e o estudo dos eixos nacionais de desenvolvimento. **Revista do BNDES**, v. 7, n. 14, p. 145-178, dez. 2000.

OJIMA, A. L. R. O.; YAMAKAMI, A. Analysis of the logistical movement and competitiveness of soybean in the Brazilian center-north. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRI-FOOD CHAIN/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 4., Ribeirão Preto, 2003. **Proceedings of...** Ribeirão Preto, 2003.

RAMOS, S. Y. **Avaliação da localização de packing-houses no Estado de São Paulo: o caso da laranja de mesa**. 2001. 132 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

RIETVELD, P. Infrastructure and regional development: a survey of multiregional economic models. **The Annals of Regional Science**, Washington, n. 23, p. 255-74, 1989.

SAMUELSON, P.A. Spatial price equilibrium and linear program. **American Economic Review**, n. 42, p. 283-303, 1952.

SOUSA, F. L. A localização da indústria de transformação brasileira nas últimas três décadas. *In*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 2., São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: ABER, 2002.

TAKAYAMA, T.; JUDGE, G. G. **Spatial and temporal price and allocation models**. Amsterdam: North Holland, 1971.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Transportation. **Characteristics and changes in freight transportation demand**: a guidebook for planners and policy analysts. Washington, 1995. (National Cooperative Highway Research Program, Project 8-30).

WAQUIL, P. D. **Primal-dual spacial equilibrium model with intermediate products**: application to the agricultural sector in the MERCOSUR. 1995. 249 f. Tese (PhD.) - University of Wisconsin, Madison, 1995.

WAQUIL, P. D. Alocação ótima de produtos agropecuários no Mercosul: modelo de equilíbrio espacial com produtos intermediários. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, n. 1-2, v. 34, 1996.

Recebido para publicação em 11.FEV.2005.