



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELLECTUAL DA UNICAMP**

Versão do arquivo anexado / Version of attached file:

Versão do Editor / Published Version

Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:

Não tem

DOI: 0

Direitos autorais / Publisher's copyright statement:

©2014 by Talleres de Impresos Omar. All rights reserved.

DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>

Avaliação da rede de armazenagem para a soja do Estado do Mato Grosso: aplicação de um modelo de localização

Analysis of warehousing network for Mato Grosso's soybeans: applying a localization model

Calistênia Santana MASCARENHAS [1](#), Andréa Leda Ramos de OLIVEIRA [2](#); Bruna Fernanda Ribeiro LOPES [3](#); Jamile de Campos COLETI [4](#)

Recibido: 24/07/14 • Aprobado: 18/09/14

Contenido

[1. Introdução](#)

[2. Revisão de Literatura](#)

[3. Metodologia](#)

[4. Resultados e Discussão](#)

[5. Considerações Finais](#)

[6. Referências Bibliográficas](#)

RESUMO:

O Brasil é responsável por cerca de 30% da produção mundial de soja e ocupa a posição de maior exportador. Em termos regionais, a região Centro-Oeste é a maior produtora do grão e o Estado do Mato Grosso configura-se como maior produtor. A última safra brasileira foi considerada safra recorde, porém, a infraestrutura logística disponível não se mostra adequada para escoar a produção de forma adequada. As ineficiências de transporte e armazenagem implicam perdas concorrenciais da soja brasileira no mercado internacional. Dessa forma, o objetivo deste estudo é encontrar o ponto ótimo para a instalação de armazéns no estado de Mato Grosso, a partir da teoria de localização e utilizando programação linear inteira mista. Os resultados obtidos demonstram que a localização ótima dos armazéns demanda nova reestruturação e aumento da capacidade estática. Em grande medida, existe forte dependência com as características da região produtora, além dos custos de frete e a distância percorrida aos portos de exportação.

Palavras-chave: teoria da localização, programação linear inteira mista, otimização.

ABSTRACT:

Brazil is responsible for 30% of soybeans world production and holds the position as biggest exporter. Regionally, the Midwest region is the largest producer of the grain and the State of Mato Grosso appears as a major producer. The last harvest was considered record crop, however, the available logistics infrastructure is not adequate to face the demand of domestic production. The inefficiencies of transport and storage imply competitive losses of Brazilian soy in the international market. Thus, the aim of this paper is to find best location of warehouses in the State of Mato Grosso, from the location theory and using mixed integer linear programming. The results show that the optimal location of warehouses demands further restructuring and increased static capacity. In addition, there is a strong dependency on the producing region, besides the freight cost and distance to export ports.

Keywords: location theory, mixed integer linear programming, optimization.

1. Introdução

Diversos produtos do agronegócio têm demonstrado grande eficiência na economia brasileira, em especial: soja e derivados, açúcar e álcool, suco de laranja, café e carnes. Parte dessa eficiência deve-se às inúmeras transformações que têm ocorrido na agropecuária brasileira, com destaque para os avanços tecnológicos e os investimentos em pesquisas, que levaram a elevados ganhos de produtividade (GASQUES et al., 2010).

A cadeia produtiva da soja é um dos segmentos que colaboram para posição de destaque do agronegócio brasileiro. Segundo o último relatório da *United States Department of Agriculture* (USDA, 2014), o Brasil é o segundo maior produtor e primeiro exportador do grão, superando os Estados Unidos na safra 2013/14, o que evidencia o papel de destaque da soja na economia brasileira, seja em termos de geração de divisas ou para a manutenção da balança comercial superavitária.

O processo de crescimento das exportações das commodities agrícolas brasileiras e a expansão das novas fronteiras, promovido por meio de novas tecnologias gerou impactos positivos, mas também revela uma série de deficiências logísticas do País. Tais deficiências – representadas pelas condições precárias das rodovias, pela baixa eficiência das ferrovias e pela desorganização e excesso de burocracia dos portos – tiveram como resultado o aumento das filas de caminhões nos principais portos de exportação, longas esperas de navios para a atracação e o não cumprimento dos prazos de entrega ao mercado internacional. Tudo isso resultou no aumento dos custos e na redução da competitividade dos produtos brasileiros no exterior (FLEURY, 2000; OLIVEIRA; SILVEIRA, 2013).

O aproveitamento do potencial de expansão da produção de grãos depende do estabelecimento de um sistema eficiente de transporte. Esse deverá comportar volumes maiores a custos menores, permitindo que o setor de grãos aumente a sua contribuição no abastecimento interno de alimentos e mantenha sua posição no mercado internacional (WRIGHT, 1980).

Conforme Oliveira (2011), a questão do escoamento da safra brasileira é fator fundamental que afeta diretamente a comercialização, formação de preços e a própria competitividade do setor. Assim, a infraestrutura logística deve ter capacidade de movimentar e armazenar de modo eficiente toda a produção agrícola nacional.

Em relação à matriz de transportes, a realidade brasileira está longe do que é proposto na teoria. O ideal seria que países com grandes extensões utilizassem o modal ferroviário para transportar a longas distâncias, muito diferente do que é praticado. Segundo dados da CNT (2013), o modal predominante no Brasil é o rodoviário, responsável por cerca de 61% da carga transportada.

Quando se analisa a questão logística brasileira, percebe-se que, além do sistema de transporte, a infraestrutura de armazenagem também não tem acompanhado o ritmo de crescimento da produção agrícola.

A capacidade de armazenar, de forma adequada, a safra agrícola é essencial para a cadeia logística. Considerando a finalidade clássica do armazenamento quanto a manutenção da qualidade das matérias-primas, no agronegócio esta função se amplia. Isso porque uma rede adequada é capaz de promover a venda do produto em melhores épocas do ano (melhores preços e menores custos com transporte), evitando o chamado "rush de vendas", e impede o congestionamento durante o escoamento da produção em períodos de safra, especialmente nos portos.

Dessa maneira, o objetivo do trabalho é avaliar a localização da rede de armazenagem do Estado do Mato Grosso e, num segundo momento, indicar uma distribuição ótima para os armazéns. Para tanto, é utilizado um modelo de programação linear inteira mista para otimização da armazenagem, a fim de encontrar o ponto ótimo para a instalação de armazéns.

Na seção dois é apresentada uma breve revisão referente a dinâmica da soja brasileira e características gerais da teoria de localização. Na seção três é apresentada a metodologia utilizada no presente estudo. Na seção quatro são apresentados os resultados obtidos para a otimização da rede de armazenagem do Estado do Mato Grosso e, por fim, na seção cinco é feita uma breve conclusão.

2. Revisão de Literatura

O complexo da soja (grão-farelo-óleo) é a principal cadeia agroindustrial que mais gera fluxos positivos para exportação no Brasil, exigindo que a infraestrutura logística esteja preparada para atender sua demanda. O Brasil é responsável por cerca de 30% da produção mundial de soja, com uma estimativa de 91 milhões de toneladas para a safra 2014/15. Quanto às exportações, o Brasil deverá liderar o ranking mundial, responsável por 40% dos fluxos comerciais realizados no mundo, com previsão de 45 milhões de toneladas (USDA, 2014).

Em termos regionais de produção, o destaque fica para a região Centro-oeste brasileira. Esta concentração produtiva foi fruto de pesquisas que buscavam expandir a área plantada, que até então era apenas produzido na região Sul. Uma série de tecnologias foi desenvolvida até que o solo e clima do cerrado se tornassem aptos a receber a cultura. Com a quebra desta barreira produtiva, a soja acabou conquistando novas fronteiras agrícolas e passou a ser produzida nas regiões que possuíam clima tropical (HELFAND; REZENDE, 2000). Com a expansão da produção da soja no Brasil, esta cultura hoje ocupa a posição da principal *commodity* agrícola produzida e exportada no país. Atualmente, a região Centro-Oeste é a maior produtora de soja, sendo o estado do Mato Grosso o principal, produzindo 31% (27 milhões de toneladas) do total brasileiro para a safra 2013/14 (CONAB, 2014).

Para a safra de 2013/14 é previsto crescimento em grande parte dos estados produtores, exceto no Paraná e São Paulo, que devido à instabilidade climática passou por um período rigoroso de estiagem. Tal fato não comprometeu a safra nacional e o desempenho da cultura nas diversas regiões do país, que se mostrou superior ao que se era previsto para o período, gerando uma "super-safra".

Esta condição de super-safra faz com que pressão sobre as condições logísticas se intensifiquem, o que acaba revelando uma série de fragilidades estruturais relacionadas ao sistema de transporte e armazenagem.

A região Centro-Oeste, mesmo com grande desempenho na produção agrícola, não possui condições adequadas para escoamento da produção de grãos. A movimentação da soja do Estado é feita através do modal rodoviário, onde as condições das estradas interferem na competitividade deste setor. A cada final de safra a quantidade perdida de grãos nas estradas aumenta, assim como à ineficiência da infraestrutura de armazenagem, intensifica o índice de perdas.

A dificuldade nas condições de armazenamento de grãos faz com que os produtores comercializem seus produtos logo após a colheita, período o qual o preço das *commodities* ainda encontram-se baixos e os valores dos fretes estão altos. A falta de

infraestrutura adequada para armazenamento, além de gerar perdas para o produtor, afeta diretamente os terminais portuários, estes por sua vez, ficam sobrecarregados no período da safra, gerando filas, longo tempo de espera para embarque nos navios e pagamento de *demurrage* [5]. (CAIXETA FILHO, 2001; KUSSANO; BATALHA, 2012).

Apesar dos crescentes investimentos em armazenagem no Brasil, estes não têm conseguido acompanhar o dinamismo do setor agrícola. De acordo com dados da CONAB (2013), na safra 2012/2013, a capacidade estática da rede de armazéns foi de 145,6 milhões de toneladas, crescimento de apenas 2,1%, não superando a produção de grãos, que foi de 186,9 milhões de toneladas (aumento de 12,5%), mantendo o déficit da armazenagem em 22,1%.

A expansão da capacidade nacional não se fez de forma uniforme e o déficit de armazenagem ainda existe em determinadas regiões. Em termos regionais, as maiores necessidades de expansão estão concentradas na região de mais recente expansão agrícola, no Centro-Oeste, enquanto no Sul-Sudeste a necessidade está mais voltada à adequação das unidades para a armazenagem de grãos, não descartando a possibilidade de novas unidades também nessas regiões. O déficit de armazenamento de grãos no Mato Grosso chega a 16,3 milhões de toneladas, ou seja, cerca de 35,5% da safra estadual não consegue ser armazenada (CONAB, 2013).

Com relação às exportações de soja do Mato Grosso, estas se concentraram nos Portos de Santos e Paranaguá. Em 2012, o Estado exportou 10,76 milhões de toneladas, sendo que cerca de 59% se deu via Porto de Santos (6,34 milhões de toneladas) e 12% via Paranaguá (1,25 milhões de toneladas). Em 2013, as movimentações seguiram a mesma tendência, de um total de 12,30 milhões de toneladas, 58% das saídas se deram via Santos e 10% via Porto de Paranaguá (MDIC, 2014).

Na teoria econômica, os aspectos relacionados à distribuição e espacialização das atividades produtivas sempre foram tema de estudo, e os produtos agrícolas conduziram muitas dessas análises. O ponto comum de muitas abordagens teóricas era o fato de se levar em conta o custo de transporte como fator principal nas decisões de localização de uma determinada atividade produtiva ou das estruturas de armazenagem.

Os principais modelos que trataram da distribuição das atividades produtivas foram os trabalhos conduzidos por Von Thünen em 1826, Alfred Weber em 1909, August Lösch em 1940 e Walter Isard em 1956. Esses modelos compõem o corpo teórico da Teoria da Localização. De maneira geral, a alocação das atividades produtivas estava associada, essencialmente, aos custos de transporte e, a partir daí, forneciam elementos para o entendimento das relações comerciais e alocação das atividades econômicas.

O primeiro modelo espacial-regional foi desenvolvido por Johann Heinrich Von Thünen em 1826 e teve a preocupação de adicionar uma análise dos espaços agrícolas em sua metodologia. Os "Anéis de Thünen" é o primeiro estudo metodológico que acrescenta a noção de espaço na atividade econômica, onde o autor busca delimitar a produção agrícola através de circunferências ao redor dos municípios (AZZONI, 1982).

A hipótese de Thünen é de que a produção agrícola determina a organização do espaço, de forma que cada atividade deve estar situada numa distância do centro urbano. A teoria está baseada na existência de uma quantidade limitada de terras e no fato de que, quando a terra está localizada próximo das cidades - ou nas regiões centrais, o preço da terra aumenta (AZZONI, 1982; FERREIRA, 1975).

Von Thünen, através de um sistema de equações matemáticas, conseguiu chegar num modelo de equilíbrio estático que explica a distribuição das atividades agrícolas na terra (FERREIRA, 1975). O modelo é baseado numa situação hipotética onde se deve

disseminar a produção de produtos agrícolas em alguma planície (isolada do mundo), cujos custos de produção e de transportes são constantes, onde o único mercado consumidor está localizado na região central, e o objetivo é maximizar os lucros da produção agrícola (ALVES, 2011).

A atividade mais adjunta ao centro, o primeiro anel, são os hortifrutigranjeiros, em função do alto grau de perecibilidade e, portanto devem estar mais próximos ao centro.

Mesmo que Thünen tenha configurado um modelo teórico para arranjar o espaço somente da produção agrícola, definindo o espaço rural como sinônimo de espaço agrícola, esta teoria influenciou outros trabalhos em diversos ramos e áreas de atuação da geografia, como Walter Christaller (1933) no espaço urbano e Alfred Weber (1909) na localização das atividades industriais (AZZONI, 1982).

3. Metodologia

No presente estudo fez-se uso do modelo proposto por Oliveira e Caixeta Filho (2007), que trabalha com a localização ótima de armazéns de açúcar do Estado de São Paulo para exportação. O modelo aqui proposto foi adaptado e possui como objetivo determinar a localização ótima de armazéns dedicados para soja do Estado do Mato Grosso com vistas à exportação. Espera-se, portanto, minimizar o custo logístico de transporte em função das restrições de capacidade de armazenamento.

Na busca de quantificar a oferta de soja no Estado do Mato Grosso, utilizou-se os dados do IBGE da produção de 2012. Para as regiões de oferta, foram consideradas para compor o modelo as 10 maiores microrregiões [6] produtoras de soja, sendo elas: Alto Teles Pires, Parecis, Canarana, Sinop, Arinos, Primavera do Leste, Rondonópolis, Norte Araguaia, Tesouro e Paranatinga, que correspondem a 92% de toda produção estadual. As exportações destas 10 microrregiões totalizam 9.914,05 mil toneladas, valor este considerado no modelo.

Já na quantificação da demanda, considerou-se o volume de exportações do Estado do Mato Grosso com destino aos principais portos, sendo eles: Santos (SP) e Paranaguá (PR), que representam 87% de todo volume escoado de soja com destino a exportação.

Quanto às regiões candidatas para instalação da rede de armazenagem, consideraram-se as 22 microrregiões mato-grossenses.

A Figura 1 apresenta o esquema do modelo proposto, no qual são representadas 10 microrregiões produtoras (MR_i), 22 microrregiões (A_j) possíveis candidatas para a instalação de armazéns de tamanho t (considerou-se 21 diferentes tamanhos/capacidades) e dois portos (P_u) com diferentes demandas. A produção de cada microrregião tem dois destinos: o primeiro sendo o transporte rodoviário direto para o porto u (w_{iu}); e o segundo sendo o transporte rodoviário para o armazém localizado em j (x_{ij}), seguindo depois por transporte rodoferroviário para u (y_{ju}). A alternativa hidroviária não foi considerada, pois não há relevância para as rotas logísticas utilizadas no modelo proposto.

As rotas rodoferroviárias consideradas foram:

1. Rodoferroviário para o Porto de Santos via terminal de transbordo em Rondonópolis (MT);
2. Rodoferroviário para o Porto de Paranaguá via terminal de transbordo em Londrina (PR);

A opção rodoferroviária é feita pela ferrovia ALL América Latina Logística (ALL) que faz a ligação do Mato Grosso ao Porto de Santos e para o Porto de Paranaguá. A soja parte das regiões produtoras por caminhão até o município de Rondonópolis (MT), que

dispõe de um terminal de transbordo ferroviário, e parte daí por ferrovia para o Porto de Santos. Outra opção é que a soja siga por caminhão até o município de Londrina (PR) e daí siga por ferrovia até o Porto de Paranaguá.

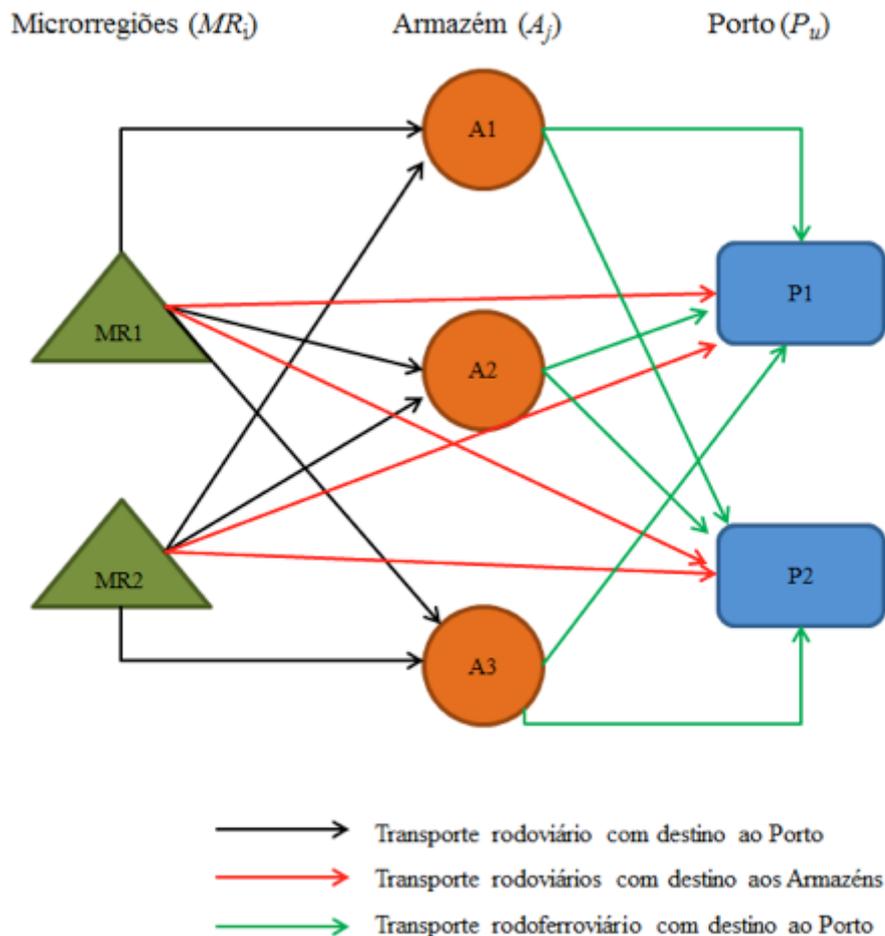


Figura 1. Diagrama do modelo proposto

Fonte: Elaboração própria a partir de Oliveira e Caixeta Filho (2007).

No modelo considerou-se a possibilidade de instalação de 21 diferentes tamanhos, que indicam a capacidade dinâmica em toneladas dos armazéns. Assim, as capacidades consideradas foram: 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000, 10.000, 20.000, 30.000, 40.000, 50.000, 60.000, 70.000, 80.000, 90.000, 100.000, 150.000 e 200.000. Estes tamanhos foram definidos com base nos armazéns que já existem nas microrregiões mato-grossenses.

Os custos operacionais de armazenagem tiveram como base Ferrari (2006), que considera os valores mensais das tarifas de recepção, de limpeza, de secagem, de expedição e de armazenamento, totalizando aproximadamente um valor de R\$ 16,87/t e trazendo para o valor presente tem-se R\$ 17,86/t. Como todos os custos no modelo são dados em dólares utilizou-se o câmbio de R\$1,95/US\$1,00 (taxa média de câmbio em 2012) para estimar um custo operacional fixo de US\$ 9,15/t. Vale ressaltar que no modelo não se considerou economias de escala, logo, o custo foi calculado multiplicando-se o valor estimado de US\$ 9,15/t pela capacidade dinâmica do armazém.

Por fim, os dados referentes aos fretes rodoviários e ferroviários, em dólar, foram fornecidos pelo Sistema de Informações de Fretes (SIFRECA, 2012), enquanto dados referentes ao transbordo [7] e à tarifa portuária tiveram como base OLIVEIRA, SILVEIRA e ALVIM, (2012). O custo portuário considerado no modelo foi de US\$ 7,00/t para o porto de Santos (SP) e de US\$7,50/t para o porto de Paranaguá (PR). O software utilizado para otimização foi o GLPK, versão 4.34.

No modelo, a função objetivo busca minimizar os custos obtidos na exportação da soja mato-grossense, logo tem-se:

onde :

$$\text{Min } Z(x) = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{22} c_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^{22} \sum_{u=1}^2 a_{ju} y_{ju} + \sum_{i=1}^{10} \sum_{u=1}^2 p_{iu} w_{iu} + \sum_{u=i}^2 CP_u d_u + \sum_{j=1}^{22} H_j$$

onde :

c_{ij} = Custo de transporte rodoviário por tonelada entre a microrregião i e o armazém localizado em j;

x_{ij} = Quantidade transportada da microrregião i ao armazém localizado em j;

a_{ju} = Custo do transporte ferroviário do armazém localizado em j ao porto u;

y_{ju} = Quantidade transportada do armazém localizado em j ao porto u;

p_{iu} = Custo de transporte rodoviário por toneladas da microrregião ao porto u;

w_{iu} = Quantidade transportada diretamente da microrregião i ao porto u;

CP_u = Custo portuário por tonelada de soja;

d_u = Quantidade de soja que chega no porto;

H_j = Custo Operacional do armazém localizado em j.

Restrições:

- 1. Oferta das microrregiões mato-grossenses: a quantidade de soja transportada da microrregião i diretamente para o u somado a quantidade transportada de microrregião i para armazém localizado em j deve ser menor ou igual a capacidade produtiva da microrregião i.

$$\sum_{j=1}^{22} x_{ij} + \sum_{u=1}^2 w_{iu} \leq M_i, \text{ para todo } i$$

onde:

M_i = Capacidade de produção das microrregiões com destino a exportação

- 2. Capacidade dos armazéns: a quantidade em toneladas de soja que chega no armazém localizado em j , da microrregião i , não deve ser maior que a capacidade dinâmica do armazém.

$$\sum_{i=1}^{10} x_{ij} \leq \sum_{t=1}^{21} cap_t z_{jt}, \text{ para todo } j$$

onde:

cap_t = Capacidade dinâmica do armazém de tamanho t localizado em j .

z_{jt} = variável binária, 1 se o armazém de tamanho t for instalado em j , 0 caso contrario.

- 3. Estoque zero: no modelo não se leva em consideração estoque no armazém, logo a quantidade de soja que entra no armazém é igual a quantidade que sai do armazém.

$$\sum_{i=1}^{10} x_{ij} = \sum_{j=1}^{22} y_{ju}, \text{ para todo } j.$$

- 4. Demanda do porto u : a demanda do porto u deve ser respeitada.

$$\sum_{j=1}^{22} y_{ju} + \sum_{i=1}^{10} w_{iu} \geq e_u, \text{ para todo } u.$$

onde:

e_u = demanda do porto u .

- 5. Custo operacional do armazém de tamanho t
- onde:

$$H_j = \sum_{t=1}^{21} CO_t z_{jt}, \text{ para todo } j$$

onde:

CO_t = custo operacional do armazém de tamanho t .

$$z_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{se for instalado o armazém de tamanho } t \text{ em } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

A restrição acima não leva em consideração economia de escala de armazenagem, ou seja, independente do volume que passe pelo armazém o custo de utilização será o mesmo.

4. Resultados e Discussão

A Tabela 1 indica a quantidade ótima transportada da microrregião produtora i para o armazém localizado na microrregião j .

Como observado na Tabela 1, a microrregião produtora Alto Teles Pires (MR6) envia 3.132,08 mil toneladas para serem armazenadas em Rosário do Oeste (MR19).

Ao contrário, a microrregião de Rondonópolis (MR18) armazena a sua produção em unidades dispostas na própria microrregião. Isto porque o município de Rondonópolis esta localizado em uma posição logística estratégica e dispõe de um terminal de transbordo ferroviário que faz a ligação até o Porto de Santos, o que confere um menor custo de transporte.

Tabela 1. Quantidade transportada das microrregiões produtoras para o armazém ótimo (mil toneladas).

Microrregiões Produtoras	Armazenagem								Total
	MR13	MR14	MR16	MR17	MR18	MR19	MR20	MR21	
MR6						3.132,08			3.132,08
MR7			665,24						665,24
MR9	1.133,99								1.133,99
MR14		387,39							387,39
MR15				335,96					335,96
MR16								1.857,34	1.857,34
MR17				657,74					657,74
MR18					626,96				626,96

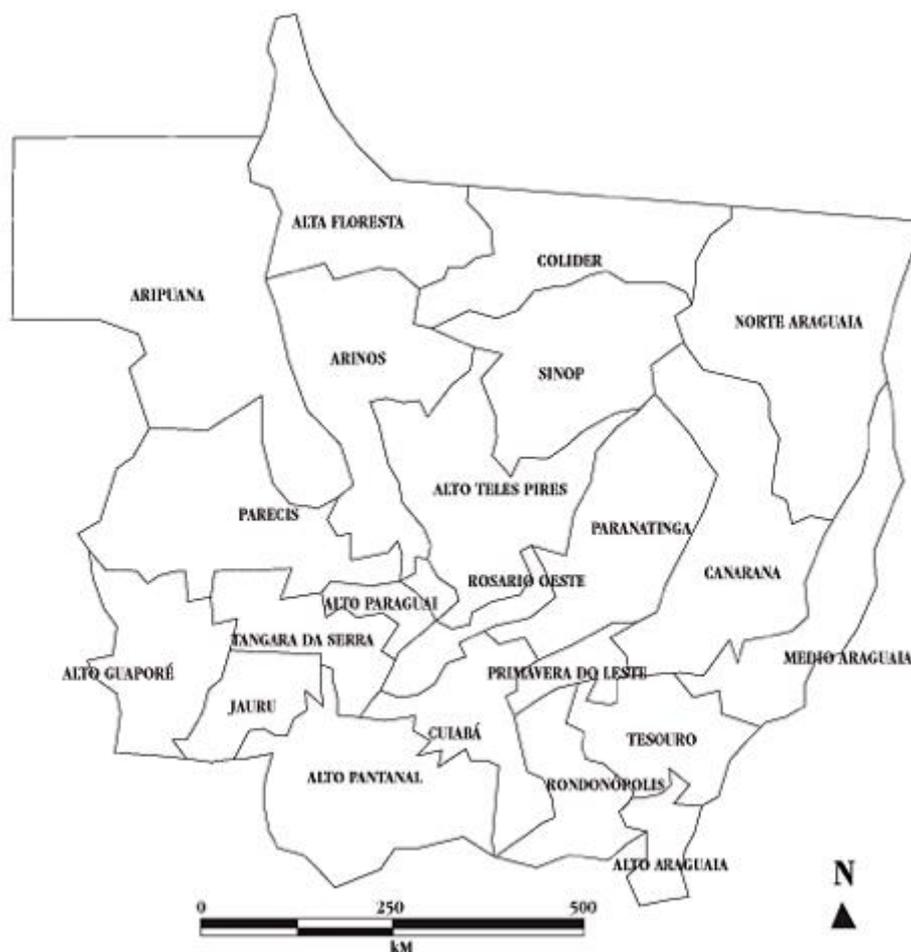
MR20							779,6 1		779,61
MR22				337,76					337,76
Total	1.133,9 9	387,3 9	665,2 4	1.331,4 6	626,9 6	3.132,0 8	779,6 1	1.857,3 4	9.914,0 5

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de pesquisa.

Microrregiões:

MR1 - Alta Floresta	MR9 - Canarana	MR17 - Primavera do Leste
MR2 - Alto Guaporé	MR10 - Colíder	MR18 - Rondonópolis
MR3 - Alto Araguaia	MR11 - Cuiabá	MR19 - Rosário Oeste
MR4 - Alto Pantanal	MR12 - Jauru	MR20 - Sinop
MR5 - Alto Paraguai	MR13 - Médio Araguaia	MR21 - Tangará da Serra
MR6 - Alto Teles Pires	MR14 - Norte Araguaia	MR22 - Tesouro
MR7 - Arinos	MR15 - Paranatinga	
MR8 - Aripuanã	MR16 - Parecis	

A localização espacial das microrregiões é ilustrada na Figura 1.



Fonte: ATANAKA-SANTOS (2006).

Figura 1. Microrregiões do Estado do Mato Grosso

A Tabela 2 apresenta a quantidade transportada do armazém instalado nas microrregiões para os portos de Santos e Paranaguá. Observando-se a Tabela 2, é possível verificar que Primavera do Leste e Tangará da Serra enviam a soja para ambos os portos considerados no modelo. Isto porque tais regiões apresentam uma localização competitiva, em termos logísticos, para escoar sua produção tanto via Porto de Santos como via Porto de Paranaguá.

A microrregião de Rondonópolis exportou sua produção via Porto de Santos através da opção rododiferroviária via ALL, uma vez que o terminal de transbordo ferroviário localiza-se no município de Rondonópolis, o que confere uma opção logística competitiva.

Importante mencionar que os resultados obtidos refletem as exportações atuais da soja. Conforme dados do MDIC (2014), em 2012 o Porto de Santos foi responsável por 59% das exportações mato-grossenses (6.344,4 mil toneladas) e o Porto de Paranaguá deteve 12% das exportações do estado (1.249,3 mil toneladas).

Conforme a Tabela 2, o Porto de Santos foi responsável por 87% das exportações, totalizando 8.850,99 mil toneladas. Já o Porto de Paranaguá deteve 13% das exportações com um volume de 1.323,06 mil toneladas.

Tabela 2. Quantidade transportada do armazém ótimo até o porto de exportação (mil toneladas).

Armazéns	Porto de Santos	Porto de Paranaguá	Total
----------	-----------------	--------------------	-------

MR13 - Médio Araguaia	1.133,99		1.133,99
MR14 - Norte Araguaia	387,39		387,39
MR16 - Parecis	665,24		665,24
MR17 - Primavera do Leste	751,34	580,12	1.331,46
MR18 - Rondonópolis	626,96		626,96
MR19 - Rosário Oeste	3.132,08		3.132,08
MR20 - Sinop	779,61		779,61
MR21 - Tangará da Serra	1.114,41	742,94	1.857,34
Total	8.590,99	1.323,06	9.914,05

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de pesquisa

Os resultados descritos na Tabela 3 indicam a localização ótima para instalação de armazéns e suas respectivas capacidades dinâmicas. No eixo x, constam as quantidades de armazéns por microrregiões selecionadas para instalação, enquanto o eixo y compreende as diferentes capacidades de armazenagem/tipo de unidade armazenadora.

Observa-se que na microrregião Médio Araguaia (MR13) foram instalados 23 armazéns com capacidade que variaram de 4 mil toneladas até 200 mil toneladas. Por exemplo, foram instaladas uma unidade com capacidade de 6 mil toneladas e duas unidades com capacidade de 200 mil toneladas. A capacidade total de armazenadora desta microrregião totalizou 1.198,00 mil toneladas (Tabela 3), capacidade esta suficiente para armazenar o volume destinado a ela de 1.133,99 mil toneladas (Tabela 1).

A capacidade total instalada foi de 10.016,00 mil toneladas, o que proporciona uma armazenagem adequada para o volume a ser exportado de 9.914,05 mil toneladas.

Tabela 3. Capacidade Instalada e número de unidades armazenadoras por Microrregião

Capacidade em mil toneladas (A)	Quantidade de armazéns por Microrregião (B)								Capacidade Total (Ax B)
	MR13	MR14	MR16	MR17	MR18	MR19	MR20	MR21	
4	2	1	1	2	2				32,00
5	2	1	1	2	1	1			40,00
6	1								6,00
8	2	1	1	2	1				56,00
9	2	1	1	2	1			1	72,00
10	2	1	1	2	1				70,00

20	2	1	1	2	1		1		160,00
30					1	1	1		90,00
40	2	1	1	2	1		1		320,00
70	2	1	1	2	1		1	1	630,00
80	2	1	2	2	1		1	1	800,00
90							1		90,00
100						6	1	3	1.000,00
150	2	1	1	3	1	6	1	4	2.850,00
200	2		1	2	1	8	1	4	3.800,00
Capacidade Total (AxB)	1.198,00	396,00	676,00	1.342,00	630,00	3.135,00	780,00	1.859,00	10.016,00

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de pesquisa.

Microrregiões:

MR13 - Médio Araguaia		
MR14 - Norte Araguaia		
MR16 - Parecis		
MR17 - Primavera do Leste		
MR18 - Rondonópolis		
MR19 - Rosário Oeste		
MR20 - Sinop		

MR21 - Tangará da Serra

5. Considerações Finais

A soja é a principal *commodity* exportada pelo Brasil e principal produto responsável pela expansão da fronteira agrícola, sobretudo para as regiões Centro-oeste e Norte. Contudo, esta nova ocupação do território brasileiro revela uma série de fragilidades, sobretudo às ligadas com logística de transporte e armazenagem.

O sistema logístico brasileiro é ineficiente em diversos pontos, seja na matriz de transporte, a qual não trabalha com a capacidade adequada para cada modal, seja no sistema de armazenagem, o qual o Brasil não dispõe de quantidade suficiente de unidades para resguardar toda a produção agrícola nacional na época de safra.

O desempenho da rede de armazenagem no Brasil não tem conseguido acompanhar o dinamismo do setor agrícola. Sobretudo na região Centro-oeste, o déficit de

armazenamento de grãos no Mato Grosso chega a 16,3 milhões de toneladas, ou seja, cerca de 35,5% da safra estadual não consegue ser armazenada.

Conclui-se que a viabilidade de instalação de armazéns pode ser bastante dependente das microrregiões produtoras e, em especial, aos custos com fretes, além da estrutura portuária disponível. Assim, fica evidenciado que a capacidade produtiva da região influencia na localização do armazém.

Uma melhor distribuição da rede de armazenagem é capaz de promover uma maior rentabilidade da atividade. A perspectiva de uma capacidade estática compatível com a demanda agrícola faz com que o armazém adquira a função de criar utilidade de tempo, o que aumenta as margens do produtor e reduz a variação de preços das *commodities* e, ainda, prolongue o período de comercialização.

Além disso, uma rede de armazenamento adequada é capaz de promover a venda do produto em melhores épocas do ano (melhores preços e menores custos com transporte), evitando o chamado "*rush* de vendas", e impede o congestionamento durante o escoamento da produção em períodos de safra, especialmente nos portos.

Para estudos futuros, sugere-se considerar outros portos de exportação de soja, assim como outras rotas intermodais, as quais podem incluir também o modal hidroviário, abrangendo a realidade do sistema logístico brasileiro. Além de analisar outros cenários, considerando também regiões com menor produção, a fim de visualizar se a localização ótima dos armazéns,

6. Referências Bibliográficas

- ALVES, F. D. **Notas Teórico-Metodológicas entre Geografia Econômica e Desenvolvimento Regional**. In: V Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional, 2011, Santa Cruz do Sul - RS. CEPAL 60 anos de Desenvolvimento na América Latina. Santa Cruz do Sul: UNISC, 2011. v. 5.
- ANTT: Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Relatório Anual 2006**. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 02 jan. 2010.
- ATANAKA-SANTOS, M.; CZERESNIA, D.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R. M. Comportamento epidemiológico da malária no Estado de Mato Grosso, 1980-2003. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 2, pp. 187-192, abr. 2006.
- AZZONI, C. R. **Teoria da localização: análise crítica a partir das evidências empíricas no Estado de São Paulo**. 1982. 287 p. Tese (Doutorado em Economia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- CAIXETA FILHO, J. V. Especificidade das modalidades de transporte para a movimentação de produtos agrícolas. In: CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. (Org.). **Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais**. São Paulo, SP: Atlas, 2001. 218p.
- CNT. Confederação Nacional dos Transportes. **Boletim Estatístico 2013**. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Boletim%20Estat%20C3%ADstico/boletim_estatistico_novembro_2013.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Previsão de Safras 2014**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 01 jun. 2014.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Armazenagem 2013**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=505&t=2>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

FERRARI, R. C. **Utilização de modelo matemático de otimização para identificação de locais para instalação de unidades armazenadoras de soja no estado do Mato Grosso**. 2006. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

FIGUEIREDO, M. G.; LEITE, S. C. F.; CAIXETA FILHO, J. V. Fluxos de algodão em pluma para exportação no estado do Mato Grosso: uma aplicação de programação linear. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Brasília: SOBER, 2005.

FERREIRA, C. M. C. **A evolução das teorias clássicas da economia espacial: suas contribuições para a análise de concentração das atividades**. Belo Horizonte: UFMG (Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional), 1975.

FLEURY, P. F. A Logística brasileira em perspectiva. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. (org.) **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000. 372p.

GASQUES, J. G. et al. Produtividade Total dos Fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários. In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. 298 p.

HELFAND, S. M.; 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. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2316/1/TD_731.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2013.

KUSSANO, M. R.; BATALHA, M. O. Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. **Gestão & Produção**, v.19, n.3, p.619-632, 2012.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Estatísticas do Comércio Exterior – Sistema Aliceweb**. Disponível em: <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 03 abr. 2014

OLIVEIRA, A. L. R. **O sistema logístico e os impactos da segregação dos grãos diferenciados: desafios para o agronegócio brasileiro**. 2011. 218p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico), Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

OLIVEIRA, A. L. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Restructuring of the corn supply chain in Brazil: facing the challenges in logistics or regulation of biotechnology. **The International Food and Agribusiness Management Review**, v. 16, p. 1-24, 2013.

OLIVEIRA, A. L. R.; SILVEIRA, J. M. F. J.; ALVIM, A. M. Cartagena protocol, biosafety and grain segregation: the effects on the soybean logistics in Brazil. **E3 Journal of Agricultural Research and Development**, v. 2, p. 17-30, 2012.

OLIVEIRA, A. K.; CAIXETA FILHO, J. V. Potencial da logística ferroviária para exportação de açúcar em São Paulo: recomendações de localização para armazéns intermodais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 823-853, dez. 2007.

SIFRECA. Sistema de Informações de Fretes. **Fretes Rodoviários e Ferroviários 2012**. Disponível em: <http://sifreca.esalq.usp.br/sifreca/pt/index.php>. Acesso em: 03 mar. 2013.

USDA. United States Department of Agriculture. **Production, Supply and Distribution Database**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>>. Acesso em: 01 mar. 2014.

- 1 Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. cali.smaresnas@gmail.com
- 2 Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. andrea.oliveira@fca.unicamp.br
- 3 Bruna Fernanda Ribeiro LOPES Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. brufribeiro@yahoo.com.br
- 4 Instituto de Economia (IE), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. jamile.coleti@gmail.com
- 5 Sobrestadia: multa determinada em contrato, a ser paga pelo contratante de um navio, quando este demora mais do que o acordado quanto às operações de embarque ou desembarque da carga nos portos.
- 6 Microrregião é um agrupamento de municípios limítrofes. Este agrupamento é utilizado pelo IBGE para fins estatísticos e com base em similaridades econômicas e sociais.
- 7 Refere-se à transferência de uma carga de um modal para outro, pode acontecer também na mudança de um veículo a outro.

Vol. 35 (Nº 11) Año 2014

[**Índice**]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]