

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA
CAMPUS DE PORTO NACIONAL**

LUANA QUADROS DOS SANTOS

***TRADE OFFS* NO ESCOAMENTO DA SOJA TOCANTINENSE: UM
ESTUDO DOS MODAIS RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO**

PORTO NACIONAL - TO

2013

LUANA QUADROS DOS SANTOS

***TRADE OFFS* NO ESCOAMENTO DA SOJA TOCANTINENSE: UM
ESTUDO DOS MODAIS RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO**

Artigo apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Logística do Instituto Federal do Tocantins – Campus de Porto Nacional - TO como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Logística sob orientação do Prof. Mestre Autenir Carvalho de Rezende.

PORTO NACIONAL – TO

2013

TRADE OFFS NO ESCOAMENTO DA SOJA TOCANTINENSE: UM ESTUDO DOS MODAIS RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO

Luana Quadros dos Santos¹

RESUMO

O estado do Tocantins vem se tornando uma nova fronteira agrícola da produção de soja, com novas técnicas de plantio, o estado apresenta características favoráveis para o cultivo da semente. Por localizar-se no centro do Brasil a soja tocaninense necessita passar por um extenso processo logístico para chegar aos portos. Dessa forma o presente trabalho tem o objetivo de estudar as rotas de escoamento da soja das microrregiões do Tocantins, considerando a integração dos modais rodoviário/ferroviário e modal rodoviário (para os portos de Itaqui e Salvador). Para isso, utilizou-se a técnica de Programação linear, onde foi traçado um cenário com restrição de exportação apenas para a rota rodovia/ferrovia com transbordo em Colinas e sem restrição nas demais rotas, os resultados apontaram como melhor opção a rota rodovia/ferrovia com transbordo em Colinas, porém a mesma deveria ter sua capacidade/disponibilidade aumentada para atender toda a demanda do estado onde a soja tocaninense seria totalmente escoada por essa rota.

Palavras Chave: Tocantins.Soja.Logística.Trade offs.

ABSTRACT

The state of Tocantins is becoming a new agricultural production of soybeans, with new planting techniques, the state has characteristics favorable for growing seed. Because it is located in the center of Brazil soybean Tocantins need to go through an extensive logistics process to reach the ports. Thus, the present work aims to study the routes of the micro flow soy Tocantins, considering the integration of modal road / rail and road transportation (to the ports of Itaqui and Salvador). For this, we used the technique of linear programming, which was outlined a scenario export-restricted only to route highway / rail with transshipment in Colinas and without restriction in the other routes, the results suggest the best option to route highway / railroad with transshipment in Colinas, but should have the same capacity / availability increased to meet the entire demand of the state where soybean Tocantinense would totally drained by this route.

Keywords: Tocantins.Soybeans.Logistics.Trade offs.

INTRODUÇÃO

O estado do Tocantins, localizado na região norte do país, destaca-se por possuir características propensas para a produção agrícola, principalmente para o cultivo da soja. No ano de 2011, segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (2013), plantou 396.179 hectares e produziu 1.193.453 toneladas de soja, o que representou um aumento de 163,11 % em relação à quantidade produzida em 2007.

A soja tocaninense tem como destino final tanto o mercado internacional como o nacional. Em 2012 exportou 69,37% da sua produção, segundo dados da Secretaria e

¹Concluinte do Curso Superior de Tecnologia em Logística do Instituto Federal do Tocantins – Campus Porto Nacional-TO. Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Logística sob orientação do Prof. Mestre Autenir Carvalho de Rezende (email: luana-quadros@hotmail.com).

Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (2013), o que mostra a importância do mercado internacional para a produção interna.

O cultivo da soja vem se espalhando pelo país, do sul para o norte, estabelecendo uma nova fronteira agrícola nos cerrados (FREITAS, 2011). Por ser cultivada na parte central do país, a soja tocaninense precisa passar por um longo processo logístico de escoamento até chegar aos portos e assim seguir para o mercado consumidor.

Dessa forma, o escoamento dessa produção passa a ser um fator de grande importância, pois o valor do frete tem um grande impacto sobre o preço final desse produto. O que certamente interfere de maneira negativa na competitividade do grão tocaninense, pois, conforme Fleury (2010) o sistema de transporte da soja é um ponto importante na cadeia produtiva, pois a maior parte dos custos é identificada no transporte, em média, os gastos com transporte correspondem a 64% do custo logístico total.

Como destaca Martins e Caixeta-Filho (2012), a infraestrutura de transporte tem uma variedade de efeitos favoráveis sobre toda a sociedade, no que se refere expansão de mercados, à concorrência, aos custos das mercadorias, a especialização geográfica e a renda da terra.

Como agravante, o país se destaca como uma das piores estruturas de transporte e logística entre seus concorrentes segundo levantamento da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2011). Assim, embora tenha uma das melhores tecnologias de produção, os gargalos na infraestrutura logística do Brasil, faz com que o grão produzido aqui seja menos competitivo no mercado internacional.

No Tocantins, produção também perde a competitividade nas estradas. O estado vem passando por uma transformação importante em sua infraestrutura logística com a construção da Estrada de Ferro Norte-Sul, popularmente conhecida como Ferrovia Norte-Sul, que liga o território tocaninense ao porto de Itaqui- MA, essa é uma nova alternativa de escoamento que tem feito surgir *trade offs*² e questionamentos quanto à viabilidade e a rota ideal para a exportação da soja tocaninense.

Assim o objetivo desse trabalho é identificar a melhor rota de escoamento da soja a partir de cada microrregião do Tocantins para os portos de Itaqui no Maranhão, e Salvador, Bahia. Para tanto, será utilizada uma metodologia de programação linear. Considerando uma função de minimização do custo do frete rodoviário e para o porto de Salvador e rodoviário e

² Situação onde existe conflito de interesses diante das alternativas de escolha.

ferroviário para o porto de São Luís sujeito a quantidade exportada e quantidade produzida por cada microrregião tocantinense.

Este artigo é composto de cinco seções considerando esta introdução. Na segunda seção descreve-se o Estado do Tocantins, o cultivo da soja, a logística de transporte e aos portos que escoam a produção tocantinense. Na próxima, o material e método utilizados, na sequência os principais resultados encontrados, e por fim, as considerações finais.

2 A CONJUNTURA SOCIOECONÔMICA DO TOCANTINS

O Estado do Tocantins localiza-se na região Norte do Brasil e faz fronteira com os Estados da Bahia, Goiás, Piauí, Maranhão e Mato Grosso do Sul. Atualmente sua divisão geográfica compreende duas Mesorregiões e oito Microrregiões, como ilustra a figura 1.

Figura 1 – Microrregiões do Tocantins



Fonte: Elaboração própria.

O território tocantinense é formado por planícies, seu ponto mais elevado é a Serra das Traíras, com altitude máxima de 1.340 metros, o que torna o ainda mais atraente para o cultivo da soja. O estado faz parte da região amazônica, no entanto, 87% da sua vegetação é formada por cerrado (GOVERNO, 2013).

O Tocantins é o Estado mais novo do Brasil e se destaca como uma das economias mais promissoras da região norte. Possui o 4º melhor PIB – Produto Interno Bruto da região norte do país e ocupa o primeiro lugar no ranking nacional em relação à taxa de crescimento anual. Registrou uma média de 52,6% de crescimento, nos últimos oito anos, quando a taxa de crescimento nacional do PIB foi de 27,5% entre 2002 e 2009, segundo dados da Sedecti (2013).

Composto por 139 municípios, que somam 1.383.445 habitantes, o Estado possui nove distritos agroindustriais em expansão, instalados nas cidades polos de Palmas, Paraíso do Tocantins, Gurupi, Araguaína, Colinas e Porto Nacional que contam com maior infraestrutura (SEDECTI, 2013).

Com uma localização estratégica, está se tornando um centro logístico de grande importância para o país. Obras como a Estrada de Ferro Norte-Sul, a hidrovía Araguaia-Tocantins, o Eco Porto de Praia Norte, o Teca – Terminal de Cargas do Aeroporto de Palmas e Hidroelétricas que geram energia suficiente, atraindo investidores nacionais e internacionais (SEDECTI, 2013).

O estado também possui participação na composição da exportação nacional, não somente na soja, mas em outros produtos como os listados na tabela 1.

Tabela 1 – Composição de exportação - 2010 a 2012.

Principais produtos Exportados	Total 2010	%	Total 2011	%	Total 2012	%
Soja	257.553.775	74,87	351.608.210	72,3	446.872.445	69,37
Carnes e Derivados	85.445.129	24,84	131.973.661	27,14	162.183.701	25,18
Suco de Abacaxi e Abacaxi Frescos	482.057	0,14	889.315	0,18	471.070	0,07
Outros	500.710					
	343.991.671	0,15	1.845.134	0,38	34.618.005	5,37
Total	343.991.671	100	486.316.321	100	644.145.231	100

Fonte: Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comercio Exterior-MDIC/DEPLA/GEREST/SEPLAN-TO/Diretoria de pesquisa.

3 A SOJA NO TOCANTINS

3.1 Histórico

De acordo com França Neto (2000) a soja constitui-se numa das mais importantes commodities nacionais e a que mais contribui para o aumento das vendas externas no setor do agronegócio (EMBRAPA, 2013).

Ao longo das últimas décadas, a produção brasileira de soja apresentou um grande avanço, impulsionada pelo aumento de área plantada e pelas aplicações de técnicas de manejo avançadas que permitiram o incremento na produtividade, explica Freitas (2011).

Fatores como esses têm levado a soja para as regiões de clima tropical no Brasil (Centro-oeste, Norte e Nordeste) regiões estas chamadas de fronteira agrícola (OJIMA, 2004). A alta produtividade nessas regiões se dá graças às boas condições climáticas e a adoção de tecnologias no cultivo.

Com isso, os cerrados do Tocantins ganharam uma nova paisagem. As características favoráveis do bioma associadas ao uso de modernas práticas agrícolas fazem da região um grande atrativo para produtores, principalmente de outros Estados, em busca de áreas extensas e baratas para o desenvolvimento de agricultura empresarial em larga escala (FREITAS, 2011).

Atualmente os principais polos regionais de produção da soja no estado são, campos Lindos, Pedro Afonso, Porto Nacional, Dianópolis e Mateiros.

3.2 Importância atual

Para Ojima (2004), a soja é uma das commodities mais importantes no atual cenário mundial. Movimenta uma grande soma de recursos, no entanto, por ser um produto de baixo valor adicionado, é necessário que haja uma otimização da produção, estocagem e transporte para que se torne competitiva mundialmente.

O Tocantins se consolidou como uma nova fronteira de desenvolvimento da cultura da soja. Segundo dados da Secretaria da Agricultura e Pecuária (SEAGRO, 2013), a soja ocupa a maior área plantada no estado, e passou a ser o principal produto exportado para os portos estudados.

Segundo estimativas da Conab (2013), o Tocantins é o maior produtor de grãos da região norte do país, estima-se que deverá produzir 2.648,7 mil toneladas de grãos na safra de 2013/2014. Esse crescimento é resultado de um aumento de 21,8% da área plantada no estado.

Indicadores como esses têm incentivado a instalação de grandes empresas, um exemplo é a instalação da primeira esmagadora de soja no estado, com previsão de gerar 350 empregos diretos, segundo dados da Seagro (2013). Fatores assim aquecem a economia, estimulam geração de renda e também estimulam a produção de soja no estado.

3.3 Escoamento da produção

Um dos segmentos que mais interfere na eficiência dos diversos setores da economia de um país é o segmento de transporte. Segundo Ballou (2006), os custos de transporte normalmente representam o elemento mais importante em termos de custos logísticos. Mundialmente o peso do transporte no custo final de um produto está na faixa de 10% a 15% confirma Caixeta-filho (1996).

O transporte da soja nas diferentes etapas pode ser realizado por diferentes modais de transporte: rodoviário, ferroviário e hidroviário. A infraestrutura ferroviária e hidroviária do país, ideal para esse tipo de carga, é insuficiente para realizar o transporte de grãos, o que acaba sobrecarregando o modal rodoviário (OJIMA, 2004).

No Tocantins, a infraestrutura logística está em fase de expansão e deverá compreender os modais rodoviário, ferroviário, aeroviário e hidroviário, pois o estado possui características favoráveis para a construção dessas obras. A integração desses modais reduz o custo do escoamento da produção tanto no mercado interno como no mercado externo (SEDECTI, 2013).

Os modais rodoviário e ferroviário já estão sendo aproveitados, sobretudo o rodoviário. O modal ferroviário ainda está em fase de construção, alguns trechos já encontram-se prontos, no entanto, ainda não estão operando para o transporte de grãos. O trecho operável é de Colinas até Açaíândia.

O modal aeroviário, segundo dados da Sedecti (2013) é um projeto que será instalado no Aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues, na capital Palmas, possui o maior sítio aeroportuário do país. O Teca – Terminal de Logística de Cargas, como irá ser chamado, operará com movimentação de cargas nacional, com possibilidade de expandir as operações para a importação e exportação.

O projeto da hidrovía Araguaia-Tocantins que já existe desde a década de 1960, está sendo retomado, com o objetivo de programar a navegação comercial na bacia do Tocantins-Araguaia. A implantação do Ecoporto de Praia Norte, há 619 quilômetros de Palmas, também fortalecerá o modal hidroviário. Integrará as regiões Centro Oeste, Norte e Sudeste até os portos de Manaus (AM) de Belém (PA) e o de Itaquí (MA), (SEDECTI, 2013).

A soja tocantinense, como já foi dito, tem como principal destino o mercado internacional, reduzir os custos de transporte aumenta a competitividade do grão produzido aqui. Por isso, a forma de escoamento dessa produção passa a ter grande importância. Essa integração de modais reduz custos e torna mais rápido o transporte de cargas.

3.3.1 Modal Rodoviário

O modal rodoviário é um transporte considerado rápido, ideal para produtos semiprontos ou acabados, tem a vantagem de realizar serviços porta-a-porta, no entanto, sua capacidade de carga é reduzida em comparação aos outros modais (BALLOU, 2006).

No Brasil, em a maior parte de transporte é feita pelo modal rodoviário, isso acaba onerando a comercialização do bem movimentado, afirma Ojima (2004). Ou seja, um país de grande extensão como Brasil, a utilização do modal rodoviário como principal meio de transporte aumenta o custo final dos produtos.

Grande parte do transporte da soja ocorre por rodovias, com distâncias percorridas geralmente altas, isso faz aumentar os custos operacionais do transporte rodoviário e também alarga os problemas de má conservação das rodovias, devido ao excesso de peso dos caminhões (MORABITO; IANNONI, 2008).

O Tocantins está em fase de implantação de outros modais, o que faz do modal rodoviário predominante. Sua malha rodoviária é considerada em bom estado, com quase sete mil quilômetros de estradas pavimentadas que interligam os municípios tocantinenses as principais rodovias federais, segundo dados da Sedecti (2013).

Assim como nos outros estados o Tocantins também utiliza o modal rodoviário como principal meio de transporte de cargas. O transporte da soja dos produtores até os armazéns são realizado por caminhões, o mesmo acontece dos armazéns até o transbordo para uma ferrovia ou para um navio.

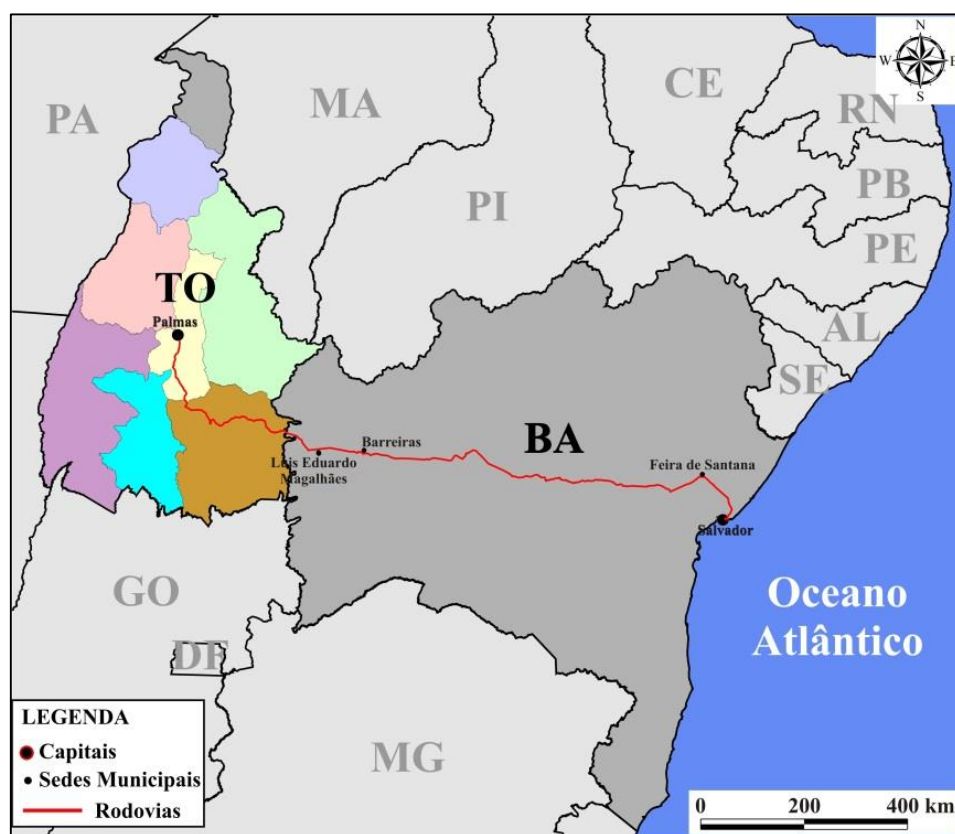
As condições logísticas antes da Ferrovia Norte Sul ofereciam apenas o modal rodoviário, mesmo o frete sendo mais caro produtores e armazéns eram forçados a transportar pelo modal rodoviário, isto ocorria porque não existia concorrência entre modais. Com a ferrovia, o estado passa a ter duas alternativas de transporte, mas mesmo assim o modal mais utilizado ainda é o rodoviário.

Segundo dados da Secex (2013) a soja do Tocantins é exportada principalmente pelos portos de Itaqui e Salvador, levando-se em consideração esses portos o transporte da soja até eles se dá das seguintes formas: a soja com destino a Salvador só tem um meio de transporte, o rodoviário.

A soja com destino a Itaqui possui duas possibilidades de transporte. Pode ser levada totalmente pelo modal rodoviário até o porto, ou pode ser transportada pela integração dos modais rodoviário e ferroviário. Neste último caso, a soja pode ser levada por caminhões até o transbordo em Colinas, ainda no estado, ou até o transbordo em Porto Franco no Maranhão, desses pontos a soja segue pela Estrada de Ferro Norte-Sul.

Escoar a soja totalmente pelo modal rodoviário para longas distâncias custa mais caro além de aumentar o tempo de transporte (MORABITO; IANNONI, 2008). A figura 2 ilustra o percurso de escoamento da soja feita por caminhões, com origem no Tocantins e destino ao porto de Salvador.

Figura 2 – Escoamento da soja via modal rodoviário para Salvador.



Fonte: Elaboração própria.

3.3.2 Modal Ferroviário

O modal ferroviário é um transportador de longo curso e baixa velocidade, ideal para matérias-primas e produtos de baixo valor agregado, conforme Ballou (2006). Um dos seus maiores atrativos se dá por ser um modal de menor custo.

Atualmente, o Sistema Ferroviário Brasileiro totaliza 30.051 km de extensão, distribuído pelas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, atendendo parte do Centro-Oeste e Norte do país. A extensão destinada ao transporte ferroviário de cargas é composta por 12 malhas concedidas, sendo 11 à iniciativa privada e uma à empresa pública, equivalente a 28.614 km. A extensão das malhas locais, operadoras de trens urbanos e trens turísticos de passageiros totaliza 1.437 km, (CNT, 2013).

No Tocantins, a Estrada de Ferro Norte-Sul é a primeira ferrovia que passa pelo Estado. Operada pela Vale S.A., está sendo implantada com o objetivo de formar um corredor para exportação de grãos e outros, e importação de produtos industrializados em razão do crescimento da região centro-norte do país.

Atualmente apenas o trecho entre Açailândia, no Estado do Maranhão, e Palmas, no Estado do Tocantins, esta sendo operado, que somam 719 Km de extensão. Em Açailândia, a ferrovia se conecta à Estrada de Ferro Carajás (EFC) que permite o acesso ao complexo portuário de Itaqui, em São Luís – MA (VALEC, 2013). No entanto, no Tocantins a ferrovia encontra-se operável apenas a partir de Colinas, cidade onde é feita o transbordo de soja.

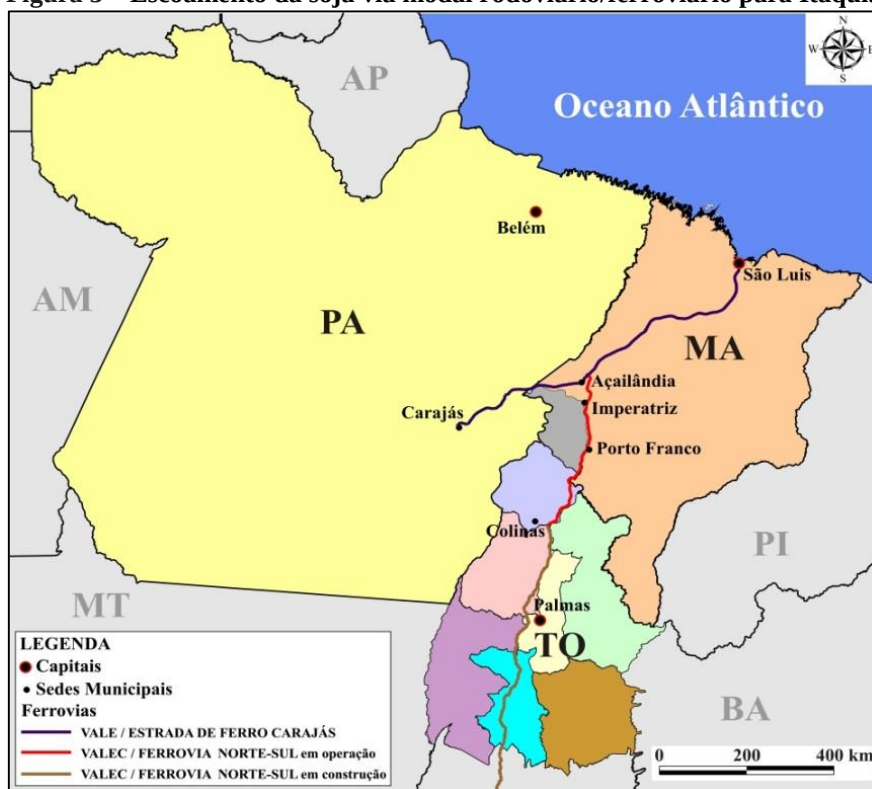
A Vale S.A. tem a subconcessão é administrado pela Vale, empresa de mineração, ou seja sua atividade principal é a mineração, o transporte é uma atividade de apoio da mineração, dessa forma a empresa prioriza o transporte do seu minério, o que dificulta o transporte da soja em grão.

Dessa forma a soja com Destino ao porto de Itaqui sai dos armazéns por caminhões até o local de transbordo. O transbordo para a Ferrovia Norte-Sul pode ser feito na cidade de Colinas ou na Cidade de Porto Franco. O transporte em Colinas apresenta entraves de disponibilidades, pois quando a Vale está transportando o minério não é possível fazer transbordo, gerando congestionamento de caminhões carregados esperando a liberação para o transbordo.

Quando o transbordo não é possível ser feito em Colinas no Tocantins, a soja com destino a Itaqui segue até Porto Franco, Maranhão, onde é feito então o transbordo, isso acaba aumentando os custos de transporte, pois a distância aumenta em quase 260 quilômetros até a cidade.

A Figura 3 ilustra as cidades onde são feitos os transbordos da soja com destino ao porto de Itaqui. Dessa forma, os caminhões saem dos armazéns e levam a soja até Colinas ou Porto Franco para o transbordo na Ferrovia Norte-Sul.

Figura 3 – Escoamento da soja via modal rodoviário/ferroviário para Itaqui.



Fonte: Elaboração própria.

4 METODOLOGIA

Para o presente estudo foi realizado uma pequena pesquisa bibliográfica sobre a história e a crescente produção da soja no Brasil e expansão desse cultivar para o norte, especificamente o Estado do Tocantins bem como a sua economia, e também a logística de escoamento dessa produção nos modais ferroviário e rodoviário.

A pesquisa documental, necessária para a obtenção dos resultados, decorreu de levantamentos realizados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2013) onde foi identificada a quantidade produzida por cada microrregião. Já os dados referentes à exportação para o porto destino foi utilizado o site oficial de Estatística do Comercio Exterior AliceWeb da Secretaria de Comercio Exterior-Secex (2013). A obtenção dos custos de frete rodoviário e ferroviário foram obtidos por meio de contato pessoal com a empresas transportadoras e armazéns instalados no estado.

Foram analisadas quatro rotas utilizadas para a exportação da soja do Tocantins, a primeira rota a sojacom destino ao porto de Itaqui é transportada das microrregiões via modal rodoviário até o transbordo para a Ferrovia Norte-Sul. A segunda rota a soja das microrregiões com destino ao porto de Itaqui é escoada por modal rodoviário até o transbordo em Porto Franco para a Ferrovia Norte-Sul.

A terceira rota também tem como destino o porto de Itaqui, é transportada totalmente pelo modal rodoviário. A quarta rota tem como destino o porto e Salvador e também é totalmente transportada pelo por modal rodoviário.

Após o levantamento de dados, aplicou-se o modelo matemático de programação linear. Para isso, optou-se por recorrer ao sistema Microsoft Excel mecanismo SOLVER para identificação da melhor rota a ser utilizada por microrregião.

4.1 Programação linear

A Pesquisa Operacional surgiu com a Revolução Industrial, no entanto essa denominação nasceu e desenvolveu-se durante a Segunda Guerra Mundial, quando foi necessária uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para problemas táticos e estratégicos, dessa forma cientista e pesquisadores passaram a estudar sobre a PO (COSTA; TORRES, 2007, p.1).

Ainda segundo Costa e Torres (2007), a Pesquisa Operacional passou a ser aplicada na agroindústria, sendo cada vez mais utilizada no setor primário e terciário da economia, buscando minimizar custos e maximizar o retorno de lucro.

Nesse contexto, muitos trabalhos têm utilizado as técnicas de programação linear para estudar questões ligadas à agroindústria no Brasil. Lima, Branco e Caixeta Filho (2005) utilizaram a técnica de programação linear para melhor dimensionar as rotas de escoamento de soja com destino à exportação. Nesse, o estado do Mato Grosso foi usado como origem e Rotterdam (Holanda) como destino final.

Já Ferrari (2006) propôs um modelo para identificar a melhor localização para a instalação de armazéns graneleiros da soja do estado do Mato Grosso, buscando minimizar os custos logísticos desse produto até os portos exportadores.

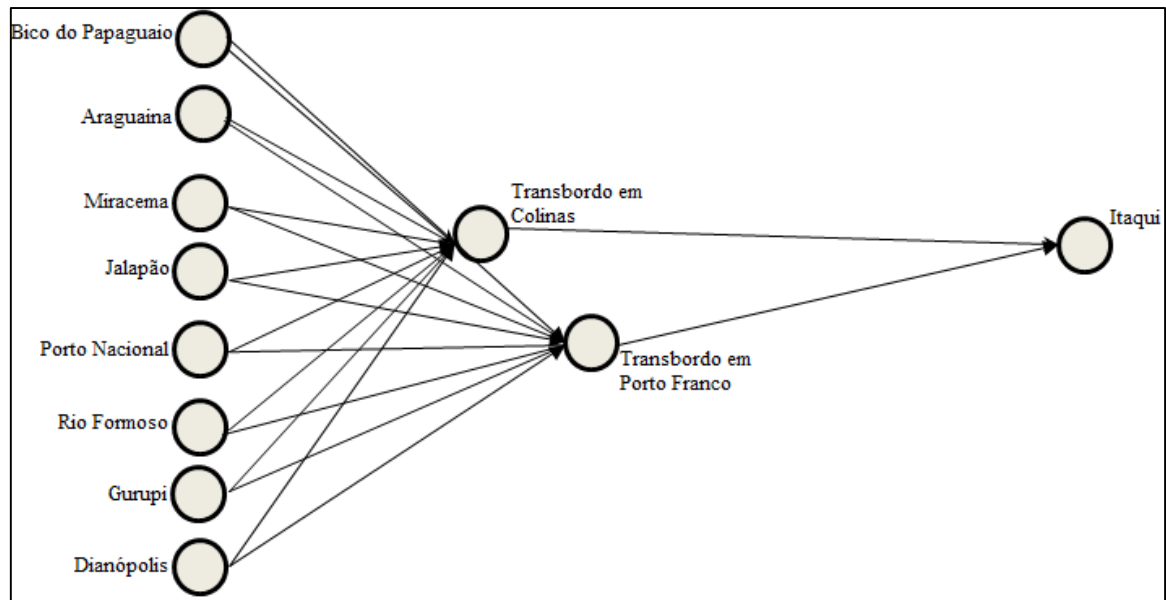
Nessa mesma linha, Pinheiro (2008) usou a ferramenta de programação linear para minimizar os custos de transporte da soja mato-grossense utilizando o modal rodoviário com destino aos portos de Itaqui, Paranaguá e Santos.

Assim, nesse trabalho, também usa-se a programação linear como ferramenta, com a intenção de verificar rotas que minimizem os custos com transporte da soja tocantinense até os portos de Salvador e Itaqui, identificando assim a melhor rota para cada microrregião do estado.

4.2 Formulação do Modelo

A função objetivo do modelo compreende a minimização do custo de transporte da soja do Tocantins até os portos de Itaqui e Salvador. Utilizaram-se quatro rotas para o escoamento da soja das microrregiões.

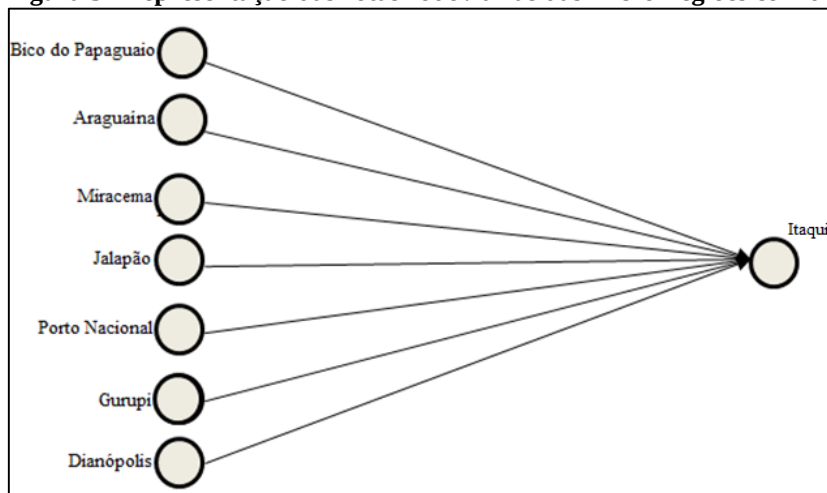
Figura 4 – Representação gráfica das rotas da integração dos modais rodoviário/ferroviário.



Fonte: Elaboração própria.

A figura 4 refere-se ao escoamento da soja das microrregiões via modal rodoviário até a cidade de Colinas onde é feito o transbordo para a Ferrovia Norte-Sul com destino ao porto de Itaqui. Nesse modelo, o escoamento da soja das microrregiões via modal rodoviário até a cidade de Colinas ou Porto Franco onde é feito o transbordo para a Ferrovia Norte-Sul com destino ao porto de Itaqui.

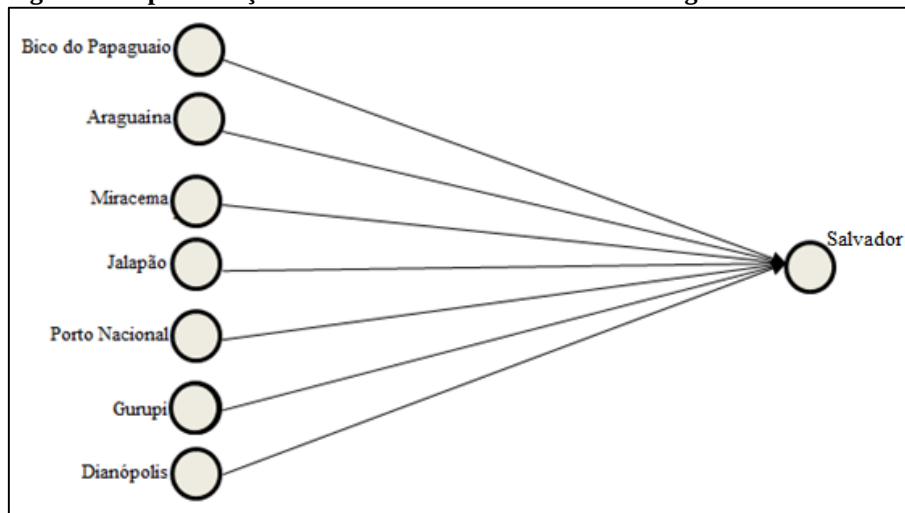
Figura 5 –Representação das rotas rodoviárias das microrregiões com destino ao porto de Itaqui.



Fonte: Elaboração própria.

A figura 5 representa a escoando da soja das microrregiões via modal rodoviário com destino ao porto de Itaqui.

Figura 6–Representação das rotas rodoviárias das microrregiões com destino ao porto de Salvador.



Fonte: Elaboração própria.

A figura 6 representa a rota de escoando da soja das microrregiões com destino ao porto de Salvador.

4.2.1 Modelo

Função objetivo:

$$\text{Min } \sum C_{ij}X_{ij}$$

Sujeito a

$$1) \sum X_{ij} \leq A_i$$

$$2) \sum X_{ij} = B_i$$

$$3) X_{i1} \leq D_{i1}$$

$$4) X_{i1} \leq B_i$$

$$5) X_{i1} \leq A_i$$

$$6) X_{i1} \leq A_i$$

Onde:

X_{ij} = quantidade exportada da microrregião i, pelo modal/porto j.

C_{ij} = custo de embarque (transporte e taxas) por tonelada, da microrregião i, utilizando os modais rodoviários e ferroviários, com transbordo em Colinas.

A_i = produção total da microrregião i.

B_i = exportação da microrregião i.

D_{i1} = 70% da quantidade total exportada da microrregião i.

A restrição indica a quantidade de soja produzida ou exportada de determinada microrregião, utilizando determinada rota. Neste trabalho, a primeira restrição refere-se à exportação da soja. A quantidade exportada por cada microrregião não deve exceder a quantidade produzida da mesma. O objetivo aqui não é estudar a quantidade e sim verificar as possíveis rotas viáveis, com viés a minimizar os custos.

A segunda restrição refere-se a exportação de cada microrregião. O somatório das exportações, ocorridas pelos diversos modais, da microrregião i deve ser igual a exportação total da microrregião.

A terceira restrição refere-se a quantidade exportada da microrregião, por ferrovia, com transbordo em Colinas, pelo Porto de Itaquí. Deve ser menor ou igual a 70% da quantidade total exportada por microrregião.

A quarta restrição, refere-se a exportação por ferrovia, com transbordo em Porto Franco. Limita-se ao total exportado pela microrregião.

A quinta restrição refere-se a exportação via modal rodoviário para o porto de Itaquí. Tem como limitador a quantidade produzida da microrregião.

A sexta e ultima restrição é referente a exportação via modal rodoviário para o porto de Salvador. E também se limita a quantidade produzida da microrregião.

4.3 Fonte de Dados

Os dados utilizados nesse estudo foram valores dos fretes utilizados das microrregiões tocaninenses para os Portos de Itaqui e Salvador do ano de 2013 e foram obtidos com bases nos valores médios praticados nas empresas transportadoras do Estado. Deve-se deixar claro que algumas rotas não apresentavam o valor do frete e desta forma foi estimada com base nas cidades vizinhas mais próximas da microrregião, o que, certamente, não afeta o teor dos resultados.

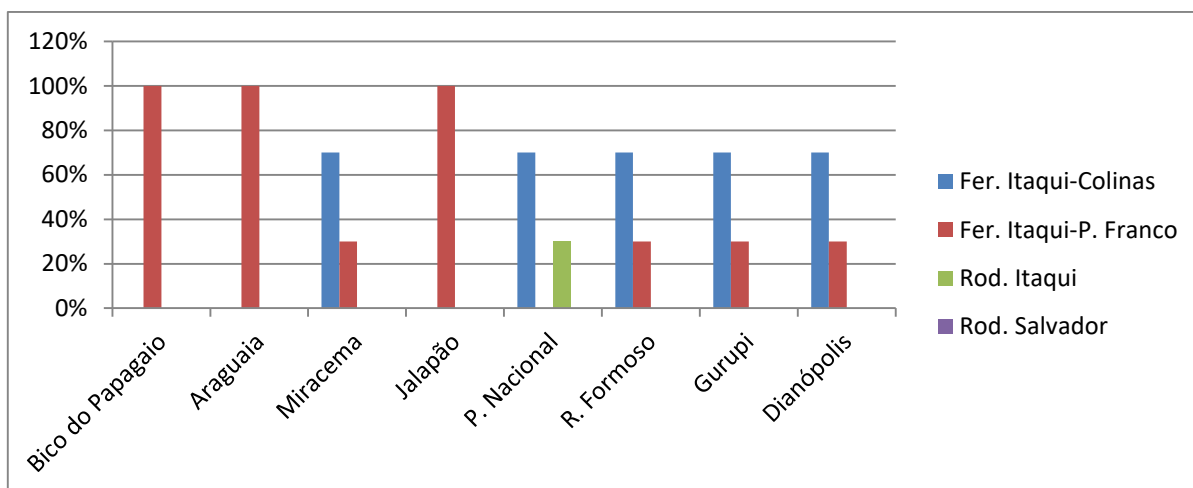
A quantidade de soja produzida foram obtidas na Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (2013) do ano de 2011. Os dados referentes as exportações originadas do Tocantins realizadas pelo de Itaqui e Salvador no ano de 2011, foram obtidos junto a Secretaria de Comércio Exterior (SECEX, 2013) mediante o portal Aliceweb.

Para saber o total exportado de cada microrregião, foram somados os valores da produção total do estado e subtraído com o valor total exportado do Tocantins para esses portos, dessa forma conclui-se que 43,1% da soja produzida no estado tem como destino os portos de Itaqui e salvador. Assim, 43,1% do total produzido por cada microrregião tem destino a exportação pelos portos estudados.

5 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados da estimativa proposta. Considerando as possibilidades das rotas da soja do Tocantins pelo modelo proposto das microrregiões de origem e porto destino.

Figura 7–Representação Gráfica da Utilização de Cada Modal.



Fonte: Elaboração própria.

Considerando as quatro formas do escoamento da produção, a figura 7 é a representação gráfica, que cada microrregião utilizou para minimizar os custos de transporte da escoação da produção da soja para os portos de Itaqui e Salvador.

Identificou-se que das oito microrregiões do estado, três atingirão o mínimo custo de transporte escoando 100% de sua produção via modal rodoviário/ferroviário com transbordo em Porto Franco para o porto de Itaqui. Essas microrregiões são: Bico do Papagaio, Araguaína e Jalapão. Isso acontece porque essas microrregiões encontram-se mais próximas da cidade de Porto Franco.

A microrregião de Porto Nacional foi a única que obteve minimização de custos transportando 70% via modal rodoviário/ferroviário com transbordo em Colinas para o porto de Itaqui e 30% via modal rodoviário para o porto de Itaqui. Identificou-se que, essa microrregião utilizou toda a capacidade disponível do transbordo em Colinas, ou seja, seus custos seriam ainda mais reduzidos se o transbordo em Colinas tivesse sua capacidade aumentada.

As microrregiões de Miracema, Rio Formoso, Gurupi e Dianópolis para a minimização dos custos transportam 70% da produção via modal rodoviário/ferroviário com transbordo em Colinas para o porto de Itaqui e 30% via modal rodoviário/ferroviário com transbordo em Porto franco para o porto de Itaqui.

O escoamento da produção via modal rodoviário para o porto de Salvador não houve procura no modelo. Isso se dá porque, a soja demoraria mais tempo nas estradas, ocasionando uma série de avarias, tais como perda de produto, pois como é de conhecimento o modal rodoviário não é o mais apropriado para esse tipo de carga, o que significa alto custo de transporte.

Os portos estudados não tiveram restrição quanto a quantidade limite de exportação. O modal rodoviário para porto de Salvador e o porto de Itaqui também não apresentaram restrição. Assim como o transbordo feito em Porto Franco, ou seja, tem capacidade de exportar toda a produção, porém não são as opções mais economicamente viáveis.

Os resultados das rotas de exportação demonstram que, exceto as microrregiões Bico do Papagaio, Araguaína e Jalapão, todas as demais microrregiões usaram o limite disponível do modal rodoviário/ferroviário com transbordo em Colinas, se aumentasse a capacidade de transbordo minimizaria o custo de transporte dessas microrregiões. O transbordo em Colinas não possui folga, pois toda sua capacidade é utilizada no modelo.

Para o modal rodoviário/ferroviário com transbordo em Porto Franco existe uma folga de 70%, ou seja, esse transbordo escoar apenas 30% da produção das microrregiões que fizeram uso, pois este não é atrativo por ser mais distante de algumas microrregiões. Para as microrregiões do Bico do Papagaio, Araguaína e Jalapão não existe folga, pois utilizam esse transbordo para escoar toda sua produção.

No modal rodoviário para o porto de Itaqui obteve folga de 70% apenas para a microrregião de Porto Nacional, para o restante das microrregiões obteve folga de 100%, escoar a produção por essa rota não é uma opção viável, pois a soja percorre uma longa distância até o seu porto/destino o que encarece ainda mais o transporte.

O modelo proposto procurou demonstrar qual rota é mais viável a cada microrregião, na intenção de minimizar os custos com transporte. Os resultados demonstram que todas as microrregiões escoariam sua produção total via modal rodoviário/ferroviário com transbordo em Colinas, caso houvesse disponibilidade.

Quando o transbordo não é feito em Colinas, a segunda forma mais viável é levar a soja para o transbordo em Porto Franco. Ou seja, é evidente a importância da Ferrovia Norte-Sul para a minimização dos custos de transporte, pois, das quatro rotas estudadas, as que apresentaram maior viabilidade econômica foram as que utilizam o transporte multimodal rodovia/ferrovia.

O modelo demonstrou que escoar a produção totalmente pelo modal rodoviário para os portos estudados não é economicamente viável. Como se é de conhecimento os gargalos logísticos do Brasil encarecem o frete e aumentam o tempo de transporte. Dessa forma, é evidente que a multimodalidade de transporte minimiza os custos e otimiza o tempo.

O Tocantins é um estado com grande potencial logístico, no entanto, deficiências na infraestrutura prejudicam o setor. A Ferrovia Norte-Sul foi desenvolvida para tentar sanar esses gargalos, porém existem entraves.

A Norte-Sul foi subconcedida para a Vale S.A. por um prazo de 30 anos, essa empresa agora é uma mineradora multinacional, que explora a Serra dos Carajás no Pará, toda sua produção é exportada pela Estrada de Ferro Carajás, também operada pela empresa, para o porto de Itaqui. Os vagões da Norte-Sul para chegar ao porto de Itaqui precisam entrar nos trilhos da Estrada de Ferro Carajás, mas como a exportação do minério é prioridade a soja acaba ficando em segundo plano.

A Vale considera o transporte da soja como um “bico”, como os produtores e armazéns chamam. A falta de disponibilidade no transbordo em Colinas é justamente porque só é feito transbordo quando a Vale disponibiliza vagões.

Quando está sendo transportado minério, os caminhões não podem fazer o transbordo, o que aumenta os custos e o tempo gasto em espera, pois os caminhões passam horas e até dias carregados nas filas esperando para fazerem o transbordo, quando não se tem condições de fazer o transbordo em Colinas, os caminhoneiros se deslocam até Porto Franco.

São por esses gargalos que alguns produtores e armazéns preferem escoar sua produção para o porto de Salvador pelo modal rodoviário mesmo sendo mais caro, porém com o tempo mais previsível.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou identificar a rota mais viável para o escoamento da produção da soja de cada microrregião e assim sanar *trade offs*, de acordo com a atual situação logística do estado do Tocantins, buscando com uma aplicação da pesquisa operacional minimizar os custos de transporte dessa *commoditie*, para assim, demonstrar a melhor opção de escoamento do produto.

O modelo identificou que o transbordo feito em Colinas foi o principal destino da soja pela maioria das microrregiões, e que as mesmas utilizaram toda a sua capacidade disponível. Apenas as microrregiões do Pico do Papagaio, Araguaína e Jalapão não utilizaram esse transbordo, no entanto a utilizaram o transbordo na cidade de Porto Franco. O escoamento feito totalmente pelo modal rodoviário, tanto para o porto de Itaqui como para o de Salvador, não se mostrou atrativa para nenhuma das microrregiões.

Sendo assim, pode-se perceber que a utilização apenas do modal rodoviário não minimiza os custos de transporte da escoação da soja das microrregiões tocaninenses para os portos em questão. O transporte economicamente mais atrativo para a escoação da produção dessas microrregiões foi demonstrado que é a integração dos modais rodoviário e ferroviário.

Dessa forma esse trabalho contribui para reflexão sobre a importância da intermodalidade de transportes e levanta questionamentos quanto a melhor forma de administração da Ferrovia Norte-Sul, pois é evidente que é o modal financeiramente mais viável não só para a escoação da produção de soja das microrregiões do Tocantins, como também de outros estados brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO – **MDIC**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

BRASIL – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO – Secretaria de Comércio Exterior - **SECEX**. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

BRASIL – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – **CONAB**, <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em: 21 ago. 2013.

CAIXETA FILHO, J.V. “**Transporte e logística no sistema agroindustrial**”, in Preços Agrícolas: mercados agropecuários e *agribusiness*, v.10,nº 119, set 1996, pp.27.

CNT – Confederação Nacional do Transporte, <<http://www.cnt.org.br/Paginas/index.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

CNI – Confederação Nacional da Indústria, <<http://www.cnt.org.br/Paginas/index.aspx>>, Acesso em: 24 jan. 2013.

CVRD – Companhia Vale do Rio Doce. Disponível em: <<http://www.vale.com.br>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

FRANÇA NETO, J. B. A importância das associações de produtores no desenvolvimento da soja: o caso brasileiro. In: ORNELLAS, A. P.; Y UYAMA, M. M.; CAMARGO, T. V. (Ed.). CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 2000, Cuiabá. Anais...Cuiabá: Fundação MT, 2000. p. 89-94.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Goiânia, GO, vol.7, N.12; 2011.

OJIMA, A.L.R.O. Análise da movimentação logística e competitividade da soja brasileira: uma aplicação de um modelo de equilíbrio espacial de programação quadrática. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado Automação) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.

OJIMA, A. L. R. O. **Perfil da logística de transporte de soja no Brasil**. Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo: v. 36, n. 1, p. 17-25, 2006.

PINHEIRO, M. A.; CAIXETA FILHO, V. J. **O escoamento da soja em grão do Mato Grosso para exportação pelos portos, Paranaguá e Itaqui: uma aplicação de programação linear**. Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 48, 2010 Ribeirão Preto.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 154-155.

EMBRAPA, Embrapa soja. **Novos usos da soja podem agregar valor ao produto brasileiro**. <<http://www.cnpso.embrapa.br/emdestaque/modelomateria.php?id=324>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

NAZÁRIO, P.; WANKE, P.; FLEURY, P F. **O Papel do Transporte na Estratégia Logística**, 2000. Disponível em: <<http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>>. Acesso em: 05 abr. 2013.

TOCANTINS – SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA, **SEPLAN**. <<http://www.seplan.to.gov.br/Portal/governo>>, acesso em 05 de ago. de 2013.

TOCANTINS – SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, **SEDECTI** <<http://www.selecti.to.gov.br/selecti/>>, acesso em 08 de ago. 2013.

TOCANTINS – Governo do Estado do Tocantins, <<http://portal.to.gov.br/tocantins/2>>, acesso em 15 de ago. de 2013.

TOCANTINS – SECRETARIA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA – **SEAGRO**, <<http://seagro.to.gov.br/>> acesso em 15 de ago. de 2013.

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**. Piracicaba, 2006, 185p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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 Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira e Sociologia Rural (SOBER) 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **PAM** – Pesquisa Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de ago. 2013.

LIMA, L. M.; BRANCO, J. E. H.; CAIXETA FILHO, J.V. Um modelo dinâmico para otimização do escoamento de soja em grão. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia

Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira e Sociologia Rural (SOBER) 2005.

COSTA, Miguel Antonio Bueno; TORRES, Isaías. Pesquisa operacional aplicada à agroindústria. **Gestão Agroindustrial - Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais**. São Paulo, 4. ed. p. 1-51. Atlas, 2007.

MORABITO, Reinaldo; IANNONI, Ana Paula. Logística agroindustrial. **Gestão Agroindustrial - Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais**. São Paulo, 3. ed. p. 184-255. Atlas, 2007.