1 Introdução

O agronegócio é, individualmente, o segmento mais relevante da economia brasileira. Responsável por mais de 27% do PIB e 36,9% das exportações totais (CEPEA, 2007), avança a cada ano, conquistando mercados em todas as regiões do planeta.

A soja foi uma das principais responsáveis pelo crescimento do agronegócio no país, não só pelo volume físico e financeiro envolvido, mas também pela necessidade da visão empresarial de administração da atividade por parte dos produtores, fornecedores de insumos, processadores de matéria-prima e negociantes.

A produção da soja no Brasil ganhou, em menos de duas décadas, espaço no centro das decisões econômicas, não só pela excepcional opção de cultivo, como também pela importância atribuída a esta mercadoria na pauta das exportações. Contudo, o bom desempenho dessa oleaginosa não foi acompanhado pelo desenvolvimento das vias de escoamento da produção, questionando a sistemática da logística adotada pelos agentes de comercialização.

Nos últimos anos, a logística vem apresentando uma evolução constante, sendo hoje um dos elementos-chave na formação da estratégia competitiva das empresas, (Bowersox, 1986; Ballou, 1993; Christopher, 1997; Ching, 1999; e Novaes, 1999). A logística promove a integração de sub-sistemas de informações de transporte, estoque, armazenamento, manuseio de materiais e embalagem.

Os sistemas de transporte e armazenagem inserem-se como sub-sistemas de um sistema maior e integrado de transferência, tornando-se indispensáveis ao processo de exportação e de abastecimento interno de grãos das regiões.

Enquanto a atividade de transporte está vinculada à transposição das grandes distâncias entre pontos produtores e consumidores, condicionantes espaciais, a atividade de armazenagem está associada à natureza sazonal da oferta e demanda, condicionantes temporais, desempenhando papel fundamental na formação de preços e no processo físico da comercialização.

Na logística agroindustrial, segundo Caixeta-Filho (2006), o principal objetivo é aumentar a eficiência na movimentação de cargas agrícolas no espaço – através do transporte- e no tempo – por meio do armazenamento-, para que tudo ocorra na hora exata, no lugar certo e em condições adequadas, com menor custo. Esses objetivos requerem uma grande racionalidade no planejamento e operação dos sistemas físicos, informacionais e gerenciais.

A competitividade agroindustrial no mercado internacional consiste na capacidade de colocar o produto no ponto de venda ao mais baixo custo possível, isto é, com o mais baixo custo de produção na fazenda, armazém, transporte e custo de comercialização.

Entrevistas recentes realizadas com os produtores tocaninenses, confirmam que o agricultor brasileiro é competitivo da porteira para dentro da fazenda. Porém, os custos da logística de distribuição não acompanham o mesmo desenvolvimento contemplado no campo. As deficiências no sistema de armazenagem obrigam o produtor a vender quase a totalidade de sua safra no momento da colheita, quando os fretes são mais caros e os preços mais baixos. Por outro lado, o elevado custo de distribuição, devido à falta de alternativas de modais mais baratos, condições inadequadas de estradas e custos excessivos de terminais portuários, faz com que o produtor perca boa parte da competitividade alcançada na produção.

Os Estados de Tocantins, Maranhão e Piauí escoam a produção de soja em grãos para o mercado internacional através do Porto Itaqui (MA). Esses Estados compartilham o mesmo corredor de transporte, atualmente dados por rodovias e ferrovias.

A competitividade do Estado de Tocantins, na exportação da soja em grãos, será analisada em relação aos Estados de Maranhão e Piauí devido a sua proximidade espacial.

O modelo clássico de transportes considera as quantidades ofertadas e consumidas como parâmetros constantes. Isto faz com que o mesmo seja apropriado apenas à resolução de problemas de distribuição de produtos nos casos em que os preços praticados pelos produtores e consumidores não variam com as quantidades transportadas. No modelo de equilíbrio espacial os preços dos

mercados são definidos por quantidades ofertadas e demandadas sensíveis à variação de preços.

O Estado de Tocantins é potencialmente um grande produtor de soja em grãos devido a sua extensão territorial apropriada, possui uma área total de 27.842.070 ha, dos quais 50% tem vocação para a produção agrícola. No ano de 2006 a área plantada foi de 321.090 ha, equivalente a só 2,3% de sua capacidade (IBGE, 2007). Decorrente disto, poderá considerar-se que as quantidades produzidas, num futuro próximo, sejam sensíveis à variação de preços.

A distribuição da soja para exportação dos estados de Tocantins, Maranhão e Piauí tem como destino a comunidade européia e a China. Estes Estados possuem centros de armazenagem, embora limitados (CONAB, 2006), condicionando o escoamento intertemporal, safra e entressafra. Assume-se que a quantidade armazenada na safra deverá escoar na entressafra.

Neste trabalho procura-se desenvolver um modelo de equilíbrio espacial e intertemporal de programação não linear para análise e estudo da competitividade da soja em grãos no Estado de Tocantins em relação aos Estados do Maranhão e Piauí, considerando as atividades de transporte e armazenagem do sistema logístico.

Os modelos de equilíbrio espacial, que utilizam ferramentas de programação quadrática, têm sido usados pela economia agrícola para simular o impacto de novas medidas sobre o setor, além das mudanças nas políticas de transportes. O problema de equilíbrio espacial é matematicamente expresso como uma maximização das áreas sob as curvas de excesso de demanda menos as áreas sob as curvas de excesso de oferta, menos o total de custos de transporte. (Takayama e Judge, 1971; Caixeta-Filho e Macaulay, 1989; Crammer et. al., 1993; Nagurney, 1993; Fellin, 1993; Kawaguchi, Suzuki e Kaise, 1997; Dennis, 1999; Garcia, 1999; Yang, Hwang e Shoong, 2002).

Nesta tese, técnicas de modelagem de equilíbrio espacial que utilizam ferramentas de programação não linear serão utilizadas, considerando as funções de oferta e demanda da forma não linear do tipo potência com expoente racional.

1.1 O problema

Após entrevistas com produtores, representantes de *tradings*, agentes de transporte e funcionários da secretária de agricultura dos estados do Tocantins, Maranhão e Piauí, confirmou-se que os custos da distribuição da soja em grão são altamente significativos e há deficiência na armazenagem.

No que se refere à distribuição da soja brasileira em grão, geralmente em períodos de colheita, há uma concentração na demanda de transportes rodoviários, acompanhada do aumento no preço deste serviço, decorrente da maior necessidade de escoamento da produção, da escassez de modais mais baratos e das condições inadequadas das estradas.

Por outro lado, existem deficiências no sistema de armazenagem da soja em grãos, obrigando seus produtores a vender quase a totalidade de sua safra no momento da colheita, ocasionando um aumento da oferta e provocando uma redução significativa de seus preços.

Portanto, tem-se, neste ambiente, a combinação de preço baixo da carga com preço elevado de transporte, principal característica da logística agroindustrial, implicando na necessidade de informações que permitam um melhor entendimento destas relações para o desenvolvimento dos sistemas de escoamento da soja em grão.

1.2 Objetivos

O objetivo principal desta tese consiste em desenvolver um modelo de equilíbrio espacial multimodal e intertemporal de programação não linear para análise da competitividade da soja em grãos no Estado de Tocantins.

Além deste objetivo principal, em função dos aspectos discutidos nos itens anteriores, pode-se destacar ainda, os seguintes objetivos específicos a serem atingidos:

- ✓ Determinar as quantidades de exportação da soja em grãos dos Estados de Tocantins, Maranhão e Piauí, a distribuição espacial e intertemporal ótima;

- ✓ Determinar a capacidade instalada de armazéns e a demanda ótima de armazenamento nas zonas produtoras de Tocantins, Maranhão e Piauí;
- ✓ Estimar os fluxos comerciais dos Estados de Tocantins, Maranhão e Piauí;
- ✓ Avaliar a competitividade do Estado de Tocantins em relação aos Estados do Maranhão e Piauí na exportação da soja, considerando as atividades de transporte e armazenagem do sistema logístico;
- ✓ Simular cenários alternativos, considerando as possíveis implantações da Hidrovia Tocantins-Araguaia e a expansão da Ferrovia Norte-Sul.

1.3 Contribuições

O presente trabalho fornece um modelo de equilíbrio espacial de preços contemplando as representações das funções de oferta e demanda como sendo funções não lineares de tipo potência com expoente racional. Estas funções descrevem com maior precisão os dados envolvidos na sua determinação.

É importante ainda, ressaltar a contemplação do transporte intermodal, a análise temporal, os pontos de transbordo e os custos de armazenagem simultaneamente. Deve-se ainda destacar que as elasticidades-preço oferta foram calculadas por meio de funções não lineares

1.4 Organização do trabalho

Para atender ao desenvolvimento e solução do problema proposto, e com isso alcançar os resultados esperados, este trabalho está constituído por sete capítulos. O Capítulo 1 discorre sobre as questões introdutórias pelas quais se pode conhecer o tema tratado, o problema da pesquisa, os objetivos e as contribuições. O Capítulo 2 contém o referencial teórico, apresentando uma breve história do desenvolvimento da soja. A seguir destaca a estrutura da oferta e demanda mundial e nacional, fatores de competitividade do mercado brasileiro e os aspectos referentes à produção dos Estados de Tocantins, Maranhão e Piauí. O Capítulo 3 mostra conceitos de logística e descreve a logística da soja nos Estados do Tocantins, Maranhão e Piauí. O Capítulo 4 faz referência à abordagem metodológica a ser desenvolvida e informações importantes para uma melhor

adequação do modelo. No Capítulo 5 será concluído o detalhamento da metodologia com a formulação do modelo de programação e a especificação dos dados. O Capítulo 6 contempla os resultados e discussões da simulação do modelo direcionado para os estados em estudo. Finalmente, o Capítulo 7 apresenta as principais conclusões obtidas com o estudo.