

NILTON MARQUES DE OLIVEIRA

**TRANSPORTE E LOCALIZAÇÃO DA AGROINDÚSTRIA DA SOJA  
NO ESTADO DE MATO GROSSO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48t  
2003

Oliveira, Nilton Marques de, 1967-

Transporte e localização da agroindústria da soja no estado de Mato Grosso / Nilton Marques de Oliveira. – Viçosa : UFV, 2003  
119p. : il.

Orientador: Heleno do Nascimento Santos  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Soja - Transporte - Logística. 2. Transporte de mercadorias - Aspectos econômicos. 3. Agroindústria - Mato Grosso. 4. Programação linear. 5. Pesquisa operacional. 6. Mato Grosso - Indústrias - Localização. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 388.4042

CDD 20.ed. 388.4042

NILTON MARQUES DE OLIVEIRA

**TRANSPORTE E LOCALIZAÇÃO DA AGROINDÚSTRIA DA SOJA  
NO ESTADO DE MATO GROSSO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 03 de fevereiro de 2003.

---

Luiz Aurélio Raggi

---

Wilson da Cruz Vieira

---

Marília Fernandes Maciel Gomes

---

Erly Cardoso Teixeira  
(Conselheiro)

---

Heleno do Nascimento Santos  
(Orientador)

À minha família que sempre foi, é  
e será parte da minha vida.

## AGRADECIMENTO

A Deus e a toda minha família, sempre presentes em minha vida, nas horas boas e nas horas ruins.

Ao meu orientador Prof. Heleno do Nascimento Santos, pela sua dedicação e paciência, que foram decisivas para o bom andamento desta tese e para meu aprimoramento profissional.

Aos professores membros da banca, Luiz Aurélio Raggi, Wilson da Cruz Vieira, Marília Fernandes Maciel Gomes, Erly Cardoso Teixeira e ao professor conselheiro Danilo Rolim Dias de Aguiar, por terem contribuído para o enriquecimento teórico desta pesquisa.

À CAPES e ao Departamento de Economia Rural, nas pessoas de Antônio Carvalho Campos (Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada) e Fátima Marília Andrade de Carvalho (Chefe do Departamento), pelo apoio institucional e financeiro em todas as etapas deste estudo.

Ao Departamento de Informática, na pessoa do professor Carlos de Castro (Chefe do Departamento), Marisa, Paulo e Eliane, pelo apoio no uso do Laboratório de Pesquisa Operacional. Ao estudante de Ciência da Computação, Luiz Gustavo (Berrão), pelas confecções dos mapas e ao Dr. Roberto Faria, pelas informações técnicas quanto ao uso do *software* (Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG).

À Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Mato Grosso (SIECMT) e Federação das Indústrias de Mato Grosso (FIEMT), por auxiliarem no esclarecimento de informações sobre o objeto deste estudo.

Aos companheiros e amigos na longa caminhada, nos momentos alegres e tensos, nas pessoas de Neiva (mãe da turma), Valdinei, Sidnei (Fafá), Mamadou, Pedro, Carlos, Tozé, Jiló, Laranja, Torresmo, Armando, Gaúcho, Andréia, Elaine, Jaqueline, Leonardo, Charles, Giani, Cristhiane, Nina Rosa, Rubicleis do Acre, Cleyzer, Rita Baiana, Renata, Elton (estagiário e estudante de Engenharia de Produção, Rosângela e Cida (Biblioteca), Graça (pela sua organização no trabalho e nas festas), Mara e Angelita, Tedinha, Luiza e Ruço, Carminha, Brilhante e Rita, pelo apoio e dedicação.

## **BIOGRAFIA**

NILTON MARQUES DE OLIVEIRA, filho de Abelardo Marques da Silva e Aparecida Rosa Monteiro, nasceu em Nortelândia, Estado de Mato Grosso, em 21 de julho de 1967.

Em 1986, ingressou na Universidade Estadual de Maringá no Curso de Economia, obtendo o título de Bacharel em agosto de 1991.

De 1991 a 1993, exerceu atividade na iniciativa privada. Em abril de 1994, foi aprovado no Concurso Público da Secretaria de Fazenda no Estado de Mato Grosso, exercendo o cargo de Agente Fazendário até maio de 1998.

Sua atividade acadêmica iniciou-se em 1996, na Faculdade Municipal de Nova Mutum, Mato Grosso. No período de 1995 a 1996, concluiu a Especialização (Lato Sensu) em Gerenciamento Contábil, pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Em maio de 1998, foi nomeado Coordenador do Curso de Ciências Contábeis da Faculdade Municipal de Nova Mutum.

Em fevereiro de 1999, iniciou outra Especialização em Administração Rural, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-a em abril de 2000. Neste período, foi nomeado Diretor de Ensino e Extensão da Fundação Municipal de Ensino Superior de Nova Mutum, Mato Grosso.

Em abril de 2001, iniciou o Programa de Mestrado em Economia Aplicada na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em fevereiro de

2003. Em fevereiro de 2003, foi aprovado no Concurso Público para o corpo docente da Universidade Federal de Tocantins, Palmas.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xvi
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. O problema e sua importância .....	3
1.2. Objetivos .....	10
2. EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA, DESENVOLVIMENTO DA INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES E A AGROINDÚSTRIA DA SOJA NO ESTADO DE MATO GROSSO .....	12
2.1. Expansão da fronteira agrícola no Centro-Oeste e Mato Grosso .....	12
2.2. Pólos de produção .....	17
2.3. Agroindústria e armazenamento da soja .....	19
2.3.1. Sistema de armazenamento de grãos .....	24
2.4. O sistema de transporte .....	26

	Página
2.4.1. O transporte rodoviário .....	28
2.4.2. O transporte hidroviário .....	35
2.4.3. O transporte ferroviário .....	41
3. METODOLOGIA .....	45
3.1. Referencial teórico .....	45
3.1.1. Teoria da localização: uma abordagem de Von Thünen e Weber .....	45
3.1.2. Aplicações da teoria de Von Thünen .....	48
3.1.3. Modelo de localização de Weber .....	49
3.2. Modelo analítico .....	52
3.2.1. Modelo de redes capacitadas para o problema de transporte .....	54
3.2.2. Modelo de redes capacitadas para o problema de localização .....	57
3.3. Área de estudo .....	59
3.3.1. Localização .....	59
3.4. Operacionalização do modelo .....	64
3.5. Variáveis operacionais .....	65
3.6. Fonte de dados .....	70
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
4.1. Mapeamento da produção de soja no Estado de Mato Grosso .....	74
4.2. Resultados das simulações do modelo de transporte .....	79
4.2.1. Rodovias .....	80
4.2.2. Ferrovia .....	89
4.3. Locais de instalação das novas agroindústrias de processamento de soja .....	90

	Página
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102
APÊNDICES .....	109
APÊNDICE A .....	110
APÊNDICE B .....	113

## LISTA DE TABELAS

		Página
1	Participação do Estado de Mato Grosso no <i>ranking</i> da produção agropecuária, em 2000 .....	4
2	Área cultivada (ha), produção (t) e participação (%) de soja por pólo no Estado de Mato Grosso, referente à safra de 2000 .....	18
3	Capacidade instalada de processamento de soja por estado, em 1995 e 2001, em toneladas/dia .....	21
4	Capacidade instalada de esmagamento e produção de farelo de soja por empresa em Mato Grosso, em 2000 .....	23
5	Número de armazéns, capacidade estática e tipo de armazéns por pólo no Estado de Mato Grosso, em 2000 .....	25
6	Características da rede rodoviária no Brasil, em 2000 .....	29
7	Malha rodoviária do Estado de Mato Grosso, em 2000 (km) ...	31
8	Principais rodovias federais e estaduais do Estado de Mato Grosso, em 1996 (extensão em km) .....	33
9	Microrregiões homogêneas e seus respectivos pólos .....	62
10	Matriz de distância em km entre os pólos produtores de soja no Estado de Mato Grosso, 2000 .....	66

		Página
11	Matriz de custo de transporte de soja entre os pólos, em R\$/t, em abril de 2000, para o Estado de Mato Grosso .....	67
12	Valor da solução ótima e resultados das simulações de transporte para o Estado de Mato Grosso .....	82
13	Capacidade de processamento das agroindústrias processadoras de soja selecionadas pelo modelo no Estado de Mato Grosso - custo de instalação, ampliação e de transporte (em mil reais) .....	90
14	Resultado da distribuição (otimizada) dos pólos produtores de soja para as agroindústrias processadoras de soja no Estado de Mato Grosso .....	92
1A	Investimentos previstos no Plano Plurianual (PPA), de 2000 a 2003, plano de ação - Mato Grosso, por modal .....	110
2A	Municípios produtores de soja do Estado de Mato Grosso - área (ha), produção (t) e população, em 1999/2000 .....	111

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Participação percentual da produção brasileira de soja, por região, na safra de 1999/2000 ..... 14
2	Participação percentual da produção de soja por estados da região Centro-Oeste, na safra de 1999/2000 ..... 15
3	Produção e área cultivada de soja no Estado de Mato Grosso no período de 1990 a 2000 (04 - refere-se ao mês da safra) .. 17
4	Demonstração percentual da capacidade instalada de esmagamento de soja por estado, em 2001 ..... 22
5	Mapa rodoviário do Estado de Mato Grosso, em 2000 ..... 32
6	Mapa de hidrovias no Estado de Mato Grosso, com as respectivas áreas de influência ..... 37
7	Mapa ferroviário do Estado de Mato Grosso, em 2000 ..... 42
8	Distância econômica e padrões de cultivo ..... 46
9	Preço líquido ao agricultor como função da proximidade do mercado ..... 47
10	Curvas de custo total de transporte para três modais clássicos de transporte de carga: caminhão, trem e navio ..... 51

		Página
11	Representação de um modelo de rede formado por 6 nós e 7 arcos de interconexão .....	55
12	Localização geográfica e microrregiões homogêneas do Estado de Mato Grosso .....	61
13	Pólos econômicos do Estado do Mato Grosso e suas respectivas áreas de influência .....	63
14	Mapa de produção de soja no Estado de Mato Grosso na safra de 1999/2000 .....	75
15	Mapa de produção de soja, na safra de 1999/2000, com as principais rodovias no Estado de Mato Grosso .....	77
16	Demonstração de cenário e do fluxo da soja no Estado de Mato Grosso, em 2000 .....	83
17	Representação da localização das agroindústrias e o fluxo de soja no Estado de Mato Grosso .....	93
1B	Mensagem de solução para o problema de transporte (software Lingo) .....	114
2B	Mensagem de solução para o problema de localização de agroindústrias (software Lingo) .....	117

## RESUMO

OLIVEIRA, Nilton Marques de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003. **Transporte e localização da agroindústria da soja no Estado de Mato Grosso**. Orientador: Heleno do Nascimento Santos. Conselheiros: Erly Cardoso Teixeira e Danilo Rolim Dias de Aguiar.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar e analisar as rodovias na alocação modal ótima que minimizem os custos de transportes entre as áreas de produção à agroindústria e determinar a localização ótima de novas agroindústrias no Estado de Mato Grosso. O modelo teórico proposto foi baseado a partir da teoria de localização da produção agrícola de Von THÜNEN e da teoria de localização de atividades industriais desenvolvida por WEBER. Utilizou-se como instrumento analítico um modelo de redes capacitadas. A partir de uma solução padrão, simulou-se vários cenários na melhoria da infra-estrutura de transporte da malha rodoviária e na implementação da rede ferroviária. O modelo de localização de atividades agroindustriais envolveu uma estrutura de programação inteira. As variáveis consideradas para o objetivo do estudo foram os custos de transportes de grãos (soja) até a agroindústria; quantidade de produção de soja e o custo de instalação e ampliação de novas agroindústrias. Os principais resultados mostram que a pavimentação das principais rodovias estaduais no Estado

produziria efeitos em termos de redução do custo total de distribuição de soja, em relação à solução padrão. Com a simulação da ferrovia, o efeito seria maior. O modelo selecionou para a instalação de novas agroindústrias os Pólos de Alto Taquari e Tangará da Serra. Tal resultado pode ser justificado pelo fato de os Pólos se concentrarem próximos aos centros produtores de soja e de fácil escoamento para outros estados.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Nilton Marques de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2003. **Transport and localization of soybean agroindustry in state of Mato Grosso, Brazil.** Adviser: Heleno do Nascimento Santos. Committee Members: Erly Cardoso Teixeira and Danilo Rolim Dias de Aguiar.

The main objective of this work is to identify and analyze highways in the most efficient location, in order to minimize the transportation cost from the production area to the agroindustry, and to determine the most efficient location for new agroindustries in Mato Grosso, Brazil. The theoretical model proposed was based on the agricultural production localization theory, by von Thünen, and on the industrial activities localization theory, by Weber. One model of net work was utilized as analytical instrument. From the analysis of the current situation, several sceneries were simulated for infra-structure improvement of highway transport and for railway implement. The agroindustrial activities localization model involved an entire programation structure. The variables considered for the study objective were the costs of grain (soybean) transport to the agroindustry; soybean production amount, and the installation and amplification cost for new agroindustries. The main results show that the principal state highways pavement would decrease the total cost of soybean distribution, in comparison with the current situation. With railway simulation, the

effect would be bigger. The model selected, for new agroindustries installation, are the Poles of Alto Taquari and Tangará da Serra. Such a result can be justified by the fact that the Poles are concentrated near centers which are soybean producers and have easy outflow for other states.

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade transporte é considerada de suma importância para o funcionamento da economia. Os serviços que gera são transferidos para todas as unidades produtivas e são considerados como indutores da produção agrícola ao permitir o aproveitamento de terras agricultáveis que estejam distantes dos centros consumidores.

Dessa forma, DIAS (1987) enfatiza que uma das funções dos órgãos de transporte é otimizar custos, prazos e qualidade de atendimento, já que esses elementos podem criar maior possibilidade de mercado.

A localização e a disponibilidade de uma eficiente infra-estrutura de transporte possibilitam que produtos regionais atinjam mercados mais distantes. A função econômica transporte tem sido requerida, onde o mercado global impõe a necessidade de uniformização geral de custos para efeitos de competitividade (MARTINS et al., 1998a).

O desenvolvimento de um país requer a existência de meios adequados e eficientes de transportes, mas os transportes funcionam apenas como um fator de facilitação e não, necessariamente, como causa do crescimento econômico (GALVÃO, 1996).

As facilidades de transportes influenciam o potencial de especialização agrícola da região por melhorar o intercâmbio inter-regional de mercadorias, compatibilizando desenvolvimentos econômicos (Nicholls Jr., 1969, citado por MARTINS, 1998c).

No Brasil, a distribuição geográfica da produção e do consumo de grãos, em geral, localiza-se em áreas distintas e com longas distâncias entre si. A agricultura brasileira tem sido profundamente afetada por deficiências nos sistemas de transporte, como é o caso do transporte de soja em grão no Estado de Mato Grosso, objeto de análise deste estudo.

Segundo FERREIRA et al. (1993), os custos de transporte se colocam entre as principais dificuldades de melhoria de competitividade das *commodities*<sup>1</sup> agrícolas do país.

PUSSI (1986) e FERREIRA (1993) destacam que o transporte ineficiente é responsável pelos altos custos de comercialização de gêneros alimentícios, constituindo-se num dos grandes problemas dos países em desenvolvimento. WILKINSON (1995) afirma que a melhora do sistema de infra-estrutura de transporte é uma das medidas para criação e manutenção de competitividade da agroindústria brasileira. Isso acontece em função de dois aspectos: a concentração do transporte de mercadorias no modal rodoviário e investimentos insuficientes, a partir dos anos, 80 para a manutenção e expansão dos sistemas de transporte em níveis compatíveis com a demanda.

O programa “Brasil em Ação”, no âmbito do governo federal brasileiro, é uma das iniciativas para melhorar e financiar a infra-estrutura de transportes. Os projetos de infra-estruturas de transporte, em particular, referem-se basicamente a quatro vertentes: o modelo intermodal, a descentralização da malha rodoviária federal, a integração continental e a privatização da operação portuária.

Segundo MARTINS et al. (1998b), devido a esse novo rearranjo espacial, cria-se um contexto bastante favorável para que as forças da economia globalizada e da concorrência internacional coloquem os serviços logísticos no centro das preocupações acerca da competitividade dos produtos. Para as cadeias de agronegócios, seguramente, essas preocupações não são menores.

---

<sup>1</sup> Produto padronizado que não varia consideravelmente em termos de qualidade e de oferta abundante, mantendo suas características em qualquer local de produção, podendo ser comercializado em bolsa de mercadorias com contrato futuro.

## 1.1. O problema e sua importância

Desenvolver uma agricultura competitiva exige uma infra-estrutura adequada ao escoamento de sua produção. Os custos de transporte, embora sejam importantes em qualquer ramo de atividade produtiva, tornam-se mais significativos no caso dos produtos agrícolas (MARTINS, 1998c).

Segundo FERRAZ et al. (1995), a participação dos custos de transporte no preço final dos produtos agrícolas no atacado é mais que duas vezes maior em relação aos produtos manufaturados.

Os serviços de transportes, como os produtos derivados da agricultura e indústria, são bens econômicos de uso intermediário. Assim, os desequilíbrios e distorções no setor de transportes transmitem-se, com maior ou menor intensidade, a todas as atividades econômicas (BRASIL, 1990).

Para COSTA (2000), o Custo Brasil (ineficiências de infra-estruturas de transporte e tributárias) vem sendo apontado como uma das principais causas de perda de competitividade de soja brasileira frente à americana. Dentro dessas ineficiências, destaca-se o setor de transportes, que se apresenta muito mal dimensionado e bastante precário para as necessidades nacionais.

A infra-estrutura de transportes é um importante fator diferenciador dos preços da soja no mercado interno, o que vem prejudicando notadamente as regiões de fronteira que possuem infra-estrutura precária.

Dessa forma, é de suma importância, num primeiro momento, conhecer a infra-estrutura de transporte através dos fluxos de origem e destinos dos produtos, para se avaliar os modais de transporte disponíveis, seus traçados e seus custos para, logo em seguida, propor soluções que minimizem custos e perdas.

O Estado de Mato Grosso vem sendo objeto de estudo sob os mais diferentes aspectos e enfoques, tais como estrutura fundiária, distribuição de renda (PEREIRA, 1995) e sustentabilidade da agroindústria da soja (CAMPOS, 2000). Porém, pouca importância tem sido dada à análise de transporte de produtos agrícolas, especialmente a soja nesse Estado.

O Estado de Mato Grosso é o centro geodésico<sup>2</sup> da América do Sul, sendo rota compulsória para a Amazônia, integrando-se à Amazônia Legal, além da região Centro-Oeste. No *ranking* da produção nacional, Mato Grosso é o primeiro produtor de soja e de algodão, segundo de arroz e o quarto de bovinos. Na região Centro Oeste, destaca-se como o segundo produtor de aves, suínos, cana-de-açúcar e o terceiro produtor de milho (Tabela 1).

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

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

Fonte: AGRIANUAL (2000).

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

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

<sup>2</sup> Geodésico: ponto central de uma superfície. Fonte: Manual do Investidor -2000.

O setor agroindustrial tem papel importante no desenvolvimento sócio-econômico de um país. O Brasil possui 70% de sua área cultiváveis e busca as condições necessárias para responder ao desafio de modernização imposto pelo ambiente competitivo dos anos 90. A instalação de agroindústrias próximas aos locais de produção de matéria-prima tem possibilitado a fixação do homem no campo, atuando como elemento inibidor dos movimentos de migração rural urbana. A agroindústria no Brasil tem sido apontada como uma possível saída para os agricultores, sob a ótica de agregação de valor ao produto primário (SILVA, 1995).

As agroindústrias de soja, no Mato Grosso, localizam-se em Cuiabá (capital) e Rondonópolis, sul do Estado, com capacidade de esmagamento de 32% de sua produção, sendo o restante transportado para as agroindústrias de maior porte que se localizam nas regiões Sul e Sudeste, ou para os portos de Paranaguá (PR) e Santos (SP). Tal fato eleva o custo de distribuição devido ao transporte, perdendo, assim, competitividade (GOMES, 2000).

Segundo GEIPOT (2000), o Estado de Mato Grosso tem incrementado o processo produtivo de grãos, inclusive com geração de excedentes agrícolas para exportação, constituindo-se em zona de expansão de fronteira agrícola. O meio de transporte mais utilizado no Brasil é o rodoviário. A esse respeito, segundo os dados do GEIPOT (2001), para o ano de 2000, a modalidade de transporte rodoviário foi responsável por 60,49% do transporte de carga no Brasil, o setor ferroviário teve 20,86%, o hidroviário 13,86% e outros 5,12%. Para o caso de grãos sólidos agrícolas, estudo publicado pelo GEIPOT (1997), referente ao ano de 1995, verificou que mais de 81% dos grãos movimentados utilizaram-se do modal rodoviário, cabendo aproximadamente 16% ao ferroviário e às hidrovias menos de 3%.

O transporte rodoviário facilita o deslocamento de produto de um lugar para outro e por rotas alternativas, ao passo que as ferrovias e hidrovias se limitam a transportar os grãos de terminal a terminal, necessitando, com isso, complementação de outros meios de transportes (BULHÕES, 1998).

Um estudo realizado por LÍCIO e CORBUCCI (1996) constatou que a soja produzida na Chapada dos Parecis, no Mato Grosso, e transportada para os portos de Santos e Paranaguá, utilizando o modal rodoviário, fica entre 35% a 45% mais cara do que seu preço de oferta na Chapada dos Parecis.

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

Para BULHÕES (1998), o fluxo de transporte de soja de uma região para outra é prática comum no Brasil, mas o sistema de transporte da mesma não tem ocorrido de forma integrada, devido à falta de corredores de transportes multimodais, que ofereçam alternativas de transportes mais econômicas.

Nesse contexto, o sistema de transporte do Estado de Mato Grosso necessita de expansão contínua, acompanhando o processo de ocupação existente. A malha rodoviária, além de ser insuficiente em relação à extensão territorial, passa pelos mesmos problemas dos demais Estados: desgaste excessivo do pavimento, gargalos localizados de capacidade e deficiência de manutenção e conservação.

O Estado apresenta algumas alternativas de escoamento da sua produção; considerando-se a predominância agrícola na economia local. Ele ocupa a 15ª posição da economia do país (IBGE 1998) e a participação desses bens nas exportações brasileiras.

No Estado, predomina a modalidade rodoviária de transporte, havendo 84.195 km de rodovias, dos quais 3.952 km são federais; 20.243 km são estaduais e 60.000 km são municipais. Desse total, apenas 4.500 km são pavimentados, sendo que 2.711 km (60%) são de jurisdição federal (GEIPOT, 2000).

Os Governos Federal e Estadual vêm atuando na implementação, melhoramento e pavimentação da malha rodoviária em vários trechos do estado de Mato Grosso. Nas rodovias desse Estado, há grande extensão de trechos rodoviários a serem implantados e pavimentados. Entre as BR's prioritárias estão as BR 163, 364, 174 e 070, que são rodovias de grande importância para o desenvolvimento regional por atravessarem regiões de alto potencial econômico. Apresentam-se, portanto, como alternativa de escoamento de grãos agrícolas produzidos no Mato Grosso.

O Grupo Maggi, com sede na cidade de Rondonópolis-MT, vem atuando na expansão da cultura da soja na região da Chapada dos Parecis.

Detentor de grandes áreas produtivas de grãos nos municípios de Sapezal, Rondonópolis e Itiquira, o Grupo decidiu-se pelo investimento na viabilização de forma alternativa de escoamento da produção de soja da Chapada dos Parecis.

De acordo com GOMES (2000), os até então 2.500 km percorridos em caminhões até o Porto de Paranaguá vêm sendo substituídos por uma combinação multimodal, que envolve 900 km de rodovia desde a região da Chapada dos Parecis até Porto Velho-RO, e outros 1.050 km pela hidrovia do rio Madeira até Itacoatiara-MA. Estima-se que os navios graneleiros a serem embarcados por aquele porto com destino aos principais mercados importadores contribuam com uma economia de cerca de 35% do custo de transporte e de estiva, em relação ao escoamento tradicional via Paranaguá (GOMES, 2000).

Essa hidrovia vem sendo explorada pelo Grupo Maggi, que tem uma frota de transporte fluvial de 21 balsas, cada uma com capacidade de transportar 2 mil toneladas e ainda quatro empurradores (MATO GROSSO, 2000).

Há outra alternativa de escoamento de grãos pela hidrovia Paraná-Paraguai; com 3.442 km de extensão de Cáceres-MT a Buenos Aires (Argentina), passando por Corumbá-MS, Assunção (Paraguai), Barranqueras e Rosário (Argentina), Nova Palmira (Uruguai). É um corredor de escoamento de grãos, principalmente de soja, das regiões Oeste e Médio Norte do Estado de Mato Grosso (MATO GROSSO, 2000).

A Cinco Bacias, uma das empresas que operam nessa rota, desenvolveu embarcações especiais para navegar com o mínimo de impacto. Dos 14 barcos da empresa, três são movidos por barcos auxiliares que possuem controle remoto, evitando, assim, possíveis acidentes ambientais, numa área crítica do Pantanal (CINCO BACIAS, 2001). Segundo dados da empresa CINCO BACIAS (2001), a empresa vem operando nessa rota desde 1990. Em 2000, foram escoados por essa via mais de 140 mil toneladas de grãos; e em 2001, estima-se que sejam escoadas 150 mil toneladas.

Mato Grosso, o maior celeiro de soja do país, produz 8,5 milhões de toneladas de grãos por ano (CONAB, 2000). Sem a hidrovia, tal produção

precisaria atravessar, em caminhões, 1.400 km até ser embarcada em Porto Velho-RO.

Uma barcaça graneleira no Rio Paraguai transporta o equivalente a 22 vagões de trem e 39 caminhões (FINGER, 1999).

A Hidrovia Araguaia-Tocantins, em implantação, fará a ligação de Mato Grosso com a Europa, costa leste dos Estados Unidos e Canadá, saindo de Nova Xavantina-MT até Xambioá-TO, em um processo multimodal, seguindo por rodovia até Imperatriz-MA, onde alcança as ferrovias Norte-Sul e Carajás-PA, chegando ao porto de Itaquí-MA. É o corredor de escoamento da produção da região Leste do Estado.

A região Norte do Estado é servida por um outro corredor multimodal de escoamento, que é a Hidrovia Teles Pires – Tapajós, em implantação, que interliga os municípios de Alta Floresta-MT até Cachoeira Rasteira-MT, por rodovia, e por hidrovia até Santarém-PA, com uma extensão de 1.043 km (MATO GROSSO, 2000).

A principal via de escoamento da produção para os portos do sul e sudeste do país, Paranaguá, no Paraná, e Santos, em São Paulo, é feita através da rodovia BR 163, proveniente de Mato Grosso do Sul, que corta o Estado no sentido Sul-Norte, passando por Cuiabá em direção a Santarém-PA, e através da rodovia BR 364, proveniente de Goiás, que cruza o Estado no sentido Sudeste-Oeste, passando por Cuiabá com destino a Porto Velho-RO.

A BR 70 interliga a capital do Estado (Cuiabá) com a capital do país, Brasília, passando por Barra dos Garças-MT, no Vale do Araguaia, de onde sai a BR 158, em direção norte, com destino a Marabá, no sul do Pará. A BR 163 e a BR 264 são interligadas por trecho da BR 80.

O Estado de Mato Grosso ainda conta com um trecho significativo da rodovia internacional BV 8, que interliga Brasília a Caracas, na Venezuela (MATO GROSSO, 2000).

O projeto Ferronorte foi concebido a partir da visão estratégica de redução de custos de transporte do Grupo Empresarial Itamarati. A ferrovia deverá atravessar o Centro-Oeste e a Amazônia Legal, com extensão prevista de cerca de 5.228 km e, segundo o Contrato de Concessão, deverá ser implantada em duas etapas. A primeira, com extensão de cerca de 1.700 km, compreende duas conexões principais, uma de Cuiabá a Santa Fé do Sul (MS)

e o outra de um ponto dessa conexão a Uberlândia-MG. A segunda estabelece as ligações de Cuiabá a Porto Velho e Santarém, articulando a ferrovia às hidrovias da Bacia Amazônica (CAIXETA et al., 1998).

Em 1999, foi concluído e inaugurado o trecho dessa ferrovia, do município de Alto Taquari (MT) – Inocência (MS), que fica a 500 km de Cuiabá, e já foram embarcados 1,4 mil toneladas de grãos. São cerca de 410 km de extensão, indo de Alto Taquari-MT a Aparecida do Taboado-MS (BARBALHO, 2000).

Segundo CAIXETA et al. (1998), a logística está relacionada com a administração de distribuição e manuseio de cargas. A utilização dos princípios logísticos tem sido muito valorizada, visando à otimização da eficiência das operações de transporte que podem, em muitos casos, determinar as vantagens competitivas de um dado sistema. Deve-se colocar o produto no lugar certo, na hora certa, minimizando custos.

As variáveis de logística que se constituem em fatores redutores de custo envolvem, entre outros: prazos para carga, descarga, saída e chegada; destino; origem; trajeto; modalidade; embalagem; perdas; características técnicas dos veículos; volume de ativos e pessoal empregado; características do mercado (interno, exportação ou importação).

Estudos realizados pela Associação de Desenvolvimento Regional, para término da BR 163, concluíram que os produtores deixam de ganhar em média US\$ 1,6 a cada saca de grãos colhida e exportada via porto de Santos ou Paranaguá, somente por causa do frete (FINGER, 1999).

Para que haja maior aproveitamento das potencialidades e da contínua expansão da produção de grãos no Estado do Mato Grosso, é preciso ampliar e melhorar a infra-estrutura de transportes e das agroindústrias. Com isso se garantirá não só a expansão da fronteira agrícola, como também a melhoria no processo de comercialização e esmagamento da soja.

Entre outras vantagens, acrescenta-se ainda:

- a) redução de perdas dos produtos no transporte;
- b) maior competitividade no mercado de soja, cujas maiores exportações são para a Europa e Ásia;
- c) maior eficiência na distribuição de grãos, com a redução de custos, e

d) geração de emprego e renda nas regiões onde se concentram as agroindústrias.

Grandes Investimentos por parte dos setores governamentais e privados são necessários para implantar, ampliar, melhorar, pavimentar rodovias, construir ferrovias e hidrovias. Juntos, esses setores darão impulsos ao crescimento e desenvolvimento no Mato Grosso.

Com finalidade de oferecer subsídios à ampliação e melhoria da infraestrutura de transporte e instalação de novas agroindústrias de soja, no Mato Grosso, este estudo aborda as seguintes questões:

- a) quais os efeitos sobre o custo total de distribuição de soja, da ampliação e melhoria da infra-estrutura de transporte, em relação à situação existente no Mato Grosso, em 2000?
- b) qual seria a localização ótima de novas agroindústrias de esmagamento de soja, nas regiões do Estado de Mato Grosso?

Com este estudo, busca-se, portanto, não só compreender o fluxo da soja dentro do Mato Grosso, como também quantificar efeitos de ampliação, implantação e melhoria nos setores de transporte, bem como a localização de novas agroindústrias a serem instaladas no Estado. Os resultados a serem obtidos poderão subsidiar a orientação de futuras ações tais como o melhoramento da malha rodoviária e a localização para implantação de novas agroindústrias, fazendo com que o complexo soja seja mais competitivo tanto em nível regional, quanto nacional.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho foi identificar e analisar as rodovias na alocação modal ótima que minimizem os custos de transporte entre as áreas de produção à agroindústria, referente ao fluxo relativo a 2000, no do Estado de Mato Grosso;

Especificamente, pretendeu-se:

- a) Estabelecer um mapa de cultivo da soja, referente aos municípios produtores no Estado.
- b) Descrever as principais rotas multimodais (rodo-hidro-ferroviária) existentes e as rotas a serem implementadas no Estado;

- c) Quantificar os efeitos sobre o custo total de distribuição de soja à medida que novos trechos (ferrovia) ou melhoria de rodovias já existentes são introduzidos no modelo básico de transporte, e
- d) Determinar a localização ótima de novas agroindústrias de esmagamento de soja no Estado de Mato Grosso.

## **2. EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA, DESENVOLVIMENTO DA INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES E A AGROINDÚSTRIA DA SOJA NO ESTADO DE MATO GROSSO**

### **2.1. Expansão da fronteira agrícola no Centro-Oeste e Mato Grosso**

O desenvolvimento da economia do Estado de Mato Grosso está relacionado com a expansão da fronteira agrícola do Centro-Oeste, a partir das décadas de 50 e 60. Primeiro, iniciou-se a corrida para as regiões do Mato Grosso do Sul, sul de Goiás e Distrito Federal. O grande motivador dessa ocupação foi o Governo Federal, devido à construção de grandes projetos de infra-estrutura, como a rodovia Belém-Brasília e a própria cidade de Brasília, com a mudança da capital do país para o Centro-Oeste.

DUTRA (1993) destaca que, na década de 70, a presença do Estado foi fundamental para a criação de projetos de desenvolvimento regional, como o PRODOESTE, POLAMAZÔNIA e POLOCENTRO, com incentivos fiscais e facilidade de crédito para a produção agrícola. Dessa forma, a produção de culturas para a exportação foi ganhando espaço, sendo a soja o principal produto.

O preço baixo da terra foi outro fator para o desenvolvimento da agricultura no Centro-Oeste. No entanto, a ocupação do cerrado só foi possível devido aos avanços nas pesquisas desenvolvidas para tal região, que viabilizaram tecnicamente a produção da soja, através de novas variedades

adaptadas às condições edafoclimáticas e de latitude e nas técnicas de correção dos solos (SOUSA, 1990).

Outra característica da cultura da soja é a sua classificação quanto ao estrato de área em que é cultivada no Brasil, pois, ao contrário do que se observa na produção de outros grãos, não é uma cultura típica de pequenas propriedades. De acordo com os dados do IBGE (1996), nos estratos de área de menos de 10 hectares, colheu-se 21,6% do milho e 29,5% do feijão e apenas 3,9% da soja. Para os estratos de área de 100 a menos de 1.000 e acima de 1.000 hectares colheu-se 30,3% do milho, 21,6% do feijão e a importante parcela de 61,1% da soja. Dessa forma, a soja pode ser considerada como lavoura típica de médias e grandes propriedades.

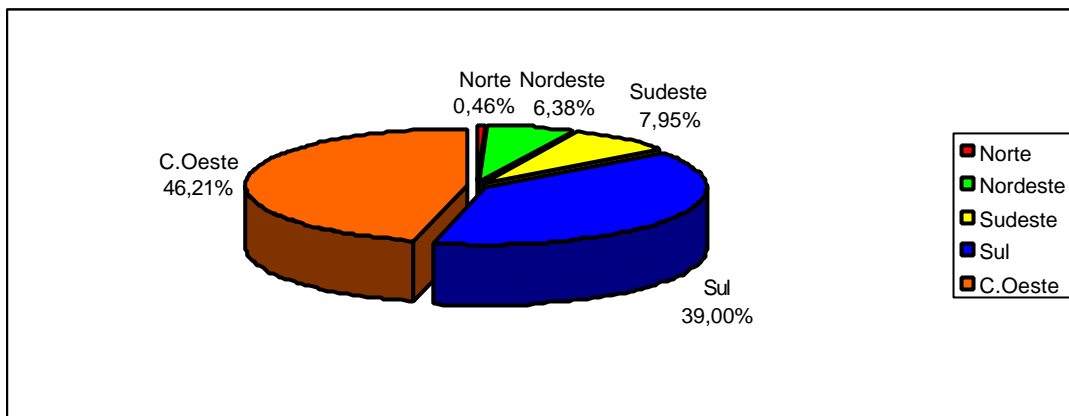
A soja cultivada na região Centro-Oeste está concentrada em médias e grandes propriedades com utilização de técnicas modernas de produção com pouca utilização de mão-de-obra. Trata-se, portanto, de uma atividade tipicamente comercial, uma agricultura empresarial.

No Estado de Mato Grosso é expressiva a participação dos grandes produtores na produção de soja. Em 1995/96, de uma produção de 4.435,96 mil toneladas, 77,43% eram de estabelecimentos acima de 1.000 hectares. Do total dessa produção, 91,79% eram de produtores proprietários, sendo 8,02% da produção de arrendatários; 0,01% de ocupantes; e 0,19 de parceiros (IBGE, 1995/96).

Pode-se dizer que a soja produzida no Mato Grosso também está caracterizada como uma cultura empresarial, assim como na região Centro-Oeste.

O processo de ocupação da fronteira agrícola no Centro-Oeste também está relacionado com migração de produtores da região Sul do país, pois muitos destes têm o conhecimento técnico e capital para viabilizar a produção agrícola em novas áreas, principalmente no sul de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (DUTRA, 1993).

De acordo com a Figura 1, a região Centro-Oeste foi a principal região produtora de soja, na safra de 99/00, com 45,21% da produção brasileira. A região Sul foi a segunda com 39%. Nota-se a pouca importância dessa cultura nas regiões Sudeste e Nordeste e quase nenhuma na região Norte.



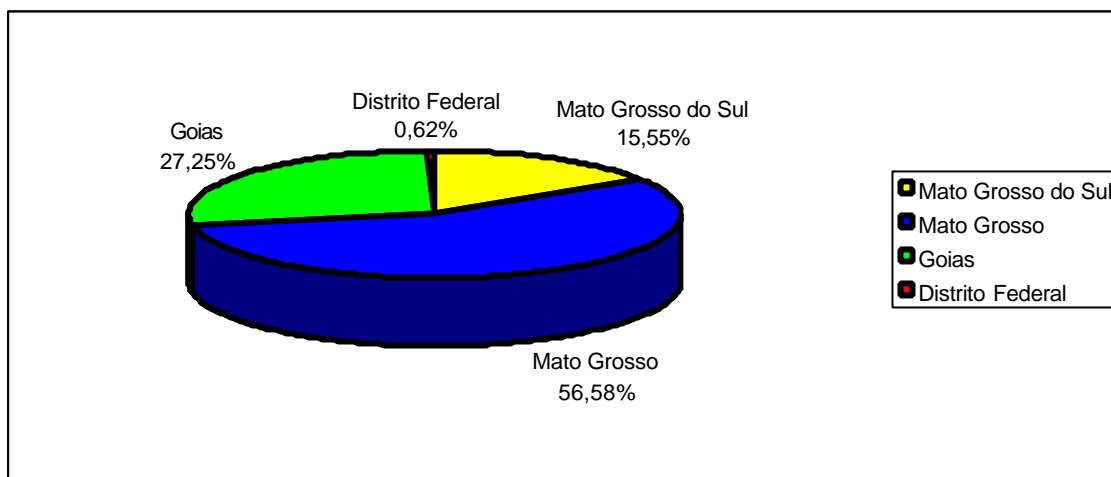
Fonte: AGRIANUAL (2002).

Figura 1 - Participação percentual da produção brasileira de soja, por região, na safra de 1999/2000.

Como pode ser observado na Figura 1, a soja é produzida em todas as regiões do Brasil, mas a parcela significativa de 85,21% coube às regiões Sul e Centro-Oeste. Os maiores produtores de soja em 2000 foram os Estado de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, sendo que, segundo o IBGE (2000), na safra de 1997/1998, o Mato Grosso passou a ser o maior produtor do país.

A Figura 2 ilustra a participação percentual da produção de soja para os estados da região Centro-Oeste, na safra de 1999/2000. Observa-se que o Estado de Mato Grosso participou com a maior produção - 56,58% - ficando os Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul com 27,25% e 15,55%, respectivamente. O Distrito Federal produziu apenas 0,62% da produção total de soja.

O crescimento da participação da região Centro-Oeste, segundo SOUSA (1990), na produção nacional, deveu-se a dois fatores principais: primeiro, o crescimento vertiginoso da produção dos cerrados a partir dos anos 80; e, segundo, a redução no ritmo de crescimento e, em alguns anos, a retração da produção na região Sul.



Fonte: AGRIANUAL (2002).

Figura 2 - Participação percentual da produção de soja por estados da região Centro-Oeste, na safra de 1999/2000.

PRETTO (2001) utiliza a taxa geométrica de crescimento (TGC) para analisar a evolução da área e da produção da soja no Brasil e no Estado de Mato Grosso, durante a década de 90. Os resultados para o Brasil foram um aumento da produção de 6,83% ao ano, desde a safra de 1990 até a de 1999. Esse aumento foi conseguido graças aos aumentos, tanto de área, de 2,76% ao ano, quanto de produtividade, de 3,96%.

Esses resultados vão de encontro às considerações de Toledo et al. (2000) e Brum (2001), citados por PRETTO (2001), de que o aumento da produção brasileira de grãos na década de 90 se deu principalmente devido a aumentos de produtividade e não tanto por aumentos da área plantada.

Para o Estado de Mato Grosso, as taxas geométricas de crescimento (TGC), apesar de significativas, indicam uma peculiaridade quando comparadas às brasileiras. O crescimento da produção no estado evidencia o porquê de ter se tornado o maior produtor de soja do país, pois apresentou uma taxa de crescimento de 11,74% ao ano; portanto, diferente da característica brasileira. O Mato Grosso teve uma grande taxa de crescimento da área plantada, de 8,51% ao ano, explicada por dois fatores: primeiro, por ser uma região de fronteira agrícola capitalista com grande extensão de terra e fácil

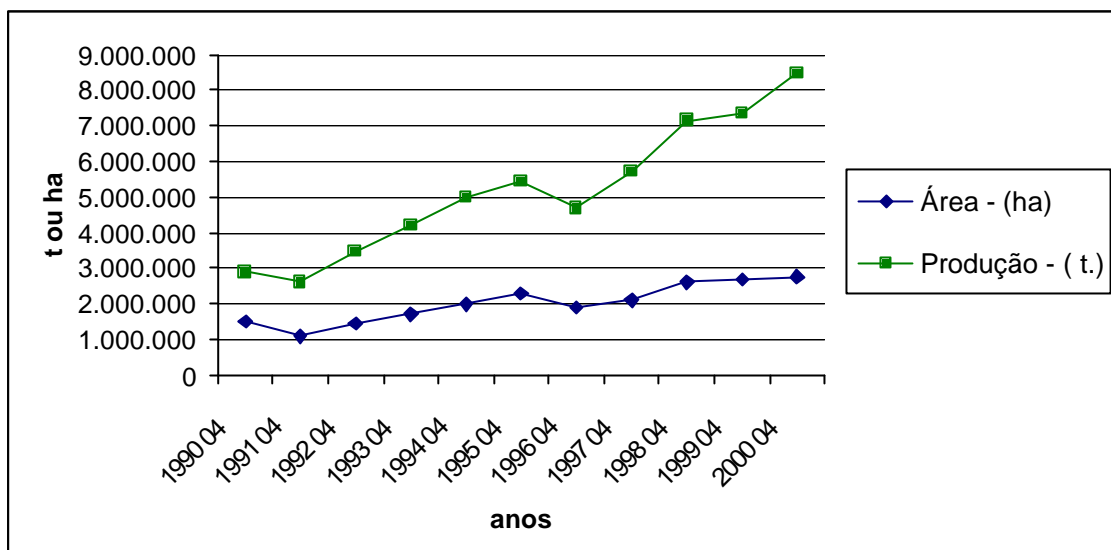
mecanização; e, segundo, pela melhoria da infra-estrutura rural e agro-industrial da região. Quanto à produtividade, seu crescimento foi de 2,97% ao ano. Tal crescimento não é tão elevado se comparado à brasileira, e o estado sempre manteve uma produtividade média elevada devido às boas condições edafoclimáticas.

A produção de soja no Estado de Mato Grosso consolidou-se na década de 90. Isso se deve basicamente às condições edafoclimáticas, das técnicas de correção dos solos e da expansão capitalista de grandes empresas agropecuárias instaladas no Estado. A produção de soja no Mato Grosso, na safra de 1999/2000, correspondeu a mais de 27% da produção nacional (AGRIANUAL, 2002).

Na Figura 3 apresenta-se a evolução da produção e área cultivada de soja no período de 1990 a 2000. No ano de 1990 tinha o Estado uma área plantada de 1,503 milhões de hectares e uma produção de 2,9 milhões de toneladas. Em 1991, observa-se uma queda, em relação ao ano de 1990, quando a área plantada passa para 1,1 milhões de hectares - uma redução de mais de 26% - e a produção foi de 2,6 milhões toneladas, correspondendo a uma queda na produção de 10,34% na produção.

A crise no setor público e a redução do papel do Governo na agricultura datam do início dos anos 90. Verifica-se que essa crise atingiu níveis críticos em 1991 e 1992, quando o Governo eliminou vários programas agrícolas (inclusive os que favoreciam a agricultura de fronteira) reduzindo, assim, seu envolvimento com a agricultura.

Porém, nos anos seguintes (92 a 95), devido aos impulsos conferidos pelo processo de expansão da fronteira agrícola do Estado, observa-se um crescimento rápido, que atinge seu auge em 1995. Nesse ano, tem-se 2,29 milhões de hectares de área plantada e 5,44 milhões de toneladas de produção; em 1996, observa-se a ocorrência de declínio, quando a área plantada passa para 1,9 milhões de hectares (-17,03%) e a produção atinge 4,68 milhões de toneladas (-13,97%).



Fonte: AGRIANUAL (2002).

Figura 3 - Produção e área cultivada de soja no Estado de Mato Grosso no período de 1990 a 2000 (04 - refere-se ao mês da safra).

Observando a Figura 3, nota-se que, no período de 1997 a 2000, tanto a produção quanto a área cultivada no Estado cresceram. Houve expansão da área nesse período de 675 mil hectares, passando de 2,095 para 2,770 milhões de hectares - um aumento de 32% na área - e a produção passa de 5,7 para 8,4 milhões de toneladas, um crescimento de mais de 47%. Dessa forma, o Estado de Mato Grosso passa a ser o maior produtor de soja do país (IBGE, 2000).

## 2.2. Pólos de produção

No Estado de Mato Grosso foram produzidas, na safra de 1999/2000, 8.468, 78 mil toneladas de soja, o que correspondeu a 56,78% da produção da região Centro-Oeste e a 27% da produção nacional (IBGE, 2000). Na Tabela 2 são apresentadas a quantidade produzida e a área cultivada, segundo os Pólos que constituem as unidades de análise do presente estudo. Especificam-se, também, as participações percentuais na produção de cada Pólo<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Neste trabalho define-se como Pólo lugar onde se concentram atividades relacionadas à comercialização, armazenagem de produtos agrícolas, produção de soja e infra-estrutura de transporte. Maiores informações ver seção da Tese 3.3, área de estudo.

Tabela 2 - Área cultivada (ha), produção (t) e participação (%) de soja por pólo no Estado de Mato Grosso, referente à safra de 2000

Pólo	Área (ha)	Produção (t)	Participação relativa - produção (%)
Brasnorte	50.568	161.350	1,901
Alta Floresta	200	540	0,006
Colider	370	999	0,012
Campo Novo Parecis	815.934	2.564.310	30,215
São José Rio Claro	45.360	134.432	1,584
Sorriso	640.106	2.047.356	24,124
Sinop	65.394	185.262	2,183
Paranatinga	6.304	14.593	0,172
Ribeirão Cascalheira	18.672	39.474	0,465
Nova Xavantina	189.064	510.474	6,015
Barra do Garças	2.300	5.450	0,064
Pontes e Lacerda	800	2.160	0,025
Tangará da Serra	29.407	79.400	0,936
Mirassol D' oeste	0	0	0,000
Nortelândia	17.296	46.770	0,551
Rosário Oeste	1.370	3.317	0,039
Cuiabá	8.260	20.900	0,246
Cáceres	0	0	0,000
Primavera do Leste	247.425	826.600	9,740
General Carneiro	151.052	430.500	5,073
Rondonópolis	318.851	943.800	11,121
Alto Taquari	162.037	469.100	5,527
Total	2.770.770	8.486.787	100,000

Fonte: IBGE (2000).

Foram descontados da produção de soja na safra de 1999/2000 10% de perdas e 0,5% de reservas para sementes (IBGE, 2000). Na Tabela 2 encontra-se o valor líquido da produção por Pólo.

Como pode ser observado na Tabela 2, o Pólo de Campo Novo dos Parecis destaca-se como o principal Pólo produtor, com uma participação de 30,21% da produção estadual. Nesse Pólo destacam-se os municípios de Campos de Júlio, Sapezal, Diamantino e Campo Novo dos Parecis. O Pólo de Sorriso ocupa o segundo lugar, com 24,12%, com destaque para os municípios de Lucas do Rio Verde, Nova Mutum e Sorriso, e o Pólo de Rondonópolis, o terceiro, com 11,12%. Esses três Pólos concentram mais de 54% da produção de soja do Estado. Os Pólos de Cáceres e Mirassol D' oeste não são produtores de soja, estando suas atividades econômicas voltadas para a pecuária.

As maiores áreas cultivadas são observadas nos Pólos de Campo Novo dos Parecis, Sorriso e Rondonópolis, cujas participações percentuais em relação à área total foram 29,45%, 23,10% e 11,51% respectivamente, representando 64,06% da área total cultivada no Estado, referente à safra de 1999/2000. Dentre as regiões produtoras, o Pólo de Alta Floresta foi o que apresentou a menor área e a menor produção. O maior rendimento por unidade de área foi observado no Pólo de Primavera do Leste, sul do estado, com 3.340 kg/ha, e o menor, no Pólo de Paranatinga, com 2.310 kg/ha, sendo o rendimento médio do Estado de 3.006 kg/ha.

Importantes áreas produtoras de soja estão se abrindo em direção ao Norte do Estado, nos Pólos de Sinop, Sorriso e na região Noroeste com os Pólos de Brasnorte, Campo Novo dos Parecis. Na região Nordeste verifica-se grande potencial de expansão no Pólo de Nova Xavantina, com destaque para os municípios de Água Boa, Canarana e São Joaquim.

### **2.3. Agroindústria e armazenamento da soja**

Na década de 80, com a expansão da soja para o Centro-Oeste, áreas mais distantes da fronteira agrícola tradicional tiveram melhores resultados em termos de produtividade, o que foi possível graças aos incentivos existentes para a ampliação do espaço produtivo brasileiro. Essa fase corresponde à

entrada de empresas com vocação comercial e tradição mercantil, atuante no mercado de *commodities* (CAMPOS, 2000).

No final da década 80, encontram-se já instaladas no Estado de Mato Grosso algumas agroindústrias cujo padrão tecnológico é moderno e de elevada escala planejada de produção, com o desafio de viabilizar tais empreendimentos em face dos elevados custos de transportes e para o qual se deslocou a mesma estrutura concorrencial que caracteriza o complexo de grãos no Centro-Sul do país.

Segundo COSTA (2000), a soja produzida no Centro-Oeste era tradicionalmente destinada às outras regiões, sendo transportada até os estados do Sul para o processamento ou exportação através dos portos de Santos e Paranaguá. No entanto, com a evolução da cultura na região iniciou-se um processo de industrialização, com a implantação de agroindústrias esmagadoras, principalmente no sul de Goiás, Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul. Com isso, o destino da produção do Centro-Oeste tornou-se bastante diferenciado dependendo da própria região.

A Tabela 3 ilustra a capacidade de esmagamento de soja da indústria brasileira por estado, nos anos de 1995 e 2001 e mostra, também, a variação percentual que houve entre esses anos.

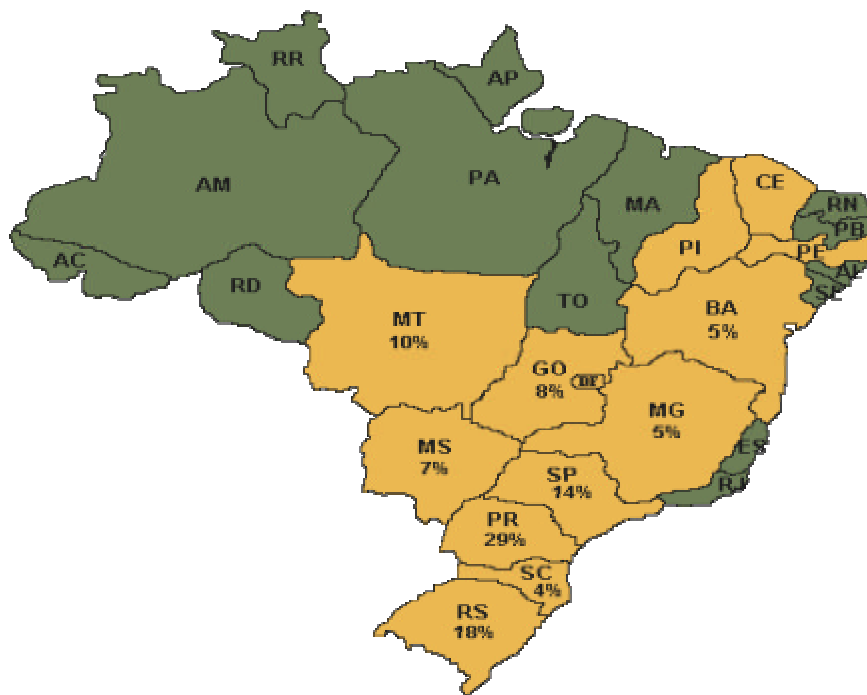
De acordo com a Tabela 3, percebe-se que nos estados do Sul, tradicionalmente onde se concentrava o processo industrialização da soja, houve redução significativa no processo de esmagamento. Nos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, nesse período, a redução foi de 11,93%, 34,48% e 18,62%, respectivamente. Mesmo com essas reduções a região Sul concentra, ainda, mais de 50% da capacidade de esmagamento total brasileira e a região Centro-Oeste participa com 25% dessa capacidade (Figura 4).

Por outro lado, a região Centro-Oeste - exceto o Estado de Goiás - e o Estado da Bahia teve crescimento significativo. Mato Grosso cresceu quase 30% e a Bahia 100%, no período de 1995 a 2001.

Tabela 3 - Capacidade instalada de processamento de soja por estado, em 1995 e 2001, em toneladas/dia

Estado	1995	2001	Varição 2001/95 (%)
Paraná (PR)	35.770	31.500	-11,93
Rio Grande do Sul (RS)	29.000	19.000	-34,48
São Paulo (SP)	13.165	14.700	11,65
Mato Grosso (MT)	8.330	10.820	29,89
Goiás (GO)	9.000	8.660	-3,77
Mato Grosso do Sul (MS)	6.980	7.330	5,01
Santa Catarina (SC)	5.075	4.130	-18,62
Minas Gerais (MG)	4.300	5.750	33,72
Bahia (BA)	2.600	5.200	100,00
Distrito Federal (DF)	1.000	0	0
Pernambuco (PE)	600	400	-33,33
Piauí (PI)	260	260	0
Ceará (CE)	200	200	0
Brasil – Total	116.280	107.950	-7,16

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS  
- ABIOVE (2001).



Fonte: ABIOVE (2001).

Figura 4 - Demonstração percentual da capacidade instalada de esmagamento de soja por estado, em 2001.

A capacidade total de esmagamento no país em 1995 era de 116.280 toneladas/dia, em 2001, caiu para 107.950 t/d, uma redução de mais de 7%. Esse fato está relacionado com a redução das plantas indústrias do Sul do país.

Isso está de acordo com estudo feito por AGUIAR (1994), onde este constata que, em 1993, os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo concentravam mais de 73% da capacidade de esmagamento total do país, enquanto que os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul respondiam por 14,49%. Quando se analisa a desativação e os projetos de novas plantas industriais, nota-se tendência de deslocamento das áreas tradicionais para a região Centro-Oeste. Os dados destacados indicam que, nos estados do Rio Grande do Sul (11.730 t/dia desativadas) e São Paulo (5.880 t/dia desativadas), concentraram-se 92,7% da capacidade desativada do país. Por outro lado, da capacidade total de novas plantas planejadas, 72,4% se concentravam em Goiás (4.200 t/dia) e 17% no Maranhão (1.000 t/dia). No

Mato Grosso e Mato Grosso do Sul foram concluídas, naquele ano, as obras de plantas que correspondem às capacidades de 5.150 t/dia e 3.700 t/dia, respectivamente.

Em outro estudo realizado por BULHÕES (1998) comprova-se, também, que, no período de 1988 e 1995, a participação dos estados tradicionais do Sul reduziu sua capacidade de esmagamento de soja, enquanto a região Centro-Oeste e o Estado da Bahia aumentaram suas participações.

A Tabela 4 mostra a capacidade instalada de esmagamento de soja toneladas/ano por empresa no Estado de Mato Grosso, no ano 2000.

A Tabela 4 mostra a capacidade instalada de esmagamento de soja toneladas/ano por empresa no Estado de Mato Grosso, no ano 2000.

Tabela 4 - Capacidade instalada de esmagamento e produção de farelo de soja por empresa em Mato Grosso, em 2000

Empresa	Capacidade instalada de esmagamento (t/ano)	Produção de farelo de soja (t/ano)
Ceval Ltda. (Cuiabá)	500.000	232.500
Encomind S/A (Cuiabá)	260.000	75.000
Sementes Maggi Ltda. (Cuiabá)	600.000	0
Sperafico S/A (Cuiabá)	360.000	0
Subtotal 1	1.720.000	307.500
Ceval Ltda. (Rondonópolis)	500.000	348.750
Adm. S/A (Rondonópolis)	576.000	449.280
Subtotal 2	1.076.000	798.030
Total (1) + (2)	2.796.000	1.105.530

Fonte: SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO E MINERAÇÃO - SICM-MT (2000).

As principais agroindústrias de soja no Mato Grosso estão concentradas nas principais cidades do Estado, Cuiabá e Rondonópolis. Em Cuiabá estão instaladas as seguintes empresas: Ceval Ltda., Encomind S/A, Sementes Maggi Ltda. e Sperafico S/A. Em Rondonópolis, Ceval Ltda. e Adm. S/A (Tabela 4).

A capacidade instalada de esmagamento de soja em 1995 era de 8.330 t/dia; em 2000. Essa capacidade foi de 9.320 t/d, totalizando um crescimento de 11,88% nesse período. Em Cuiabá, a capacidade total de esmagamento e produção de farelo de soja era de 1.720 mil, e 307,5 mil t/ano em 2000, respectivamente; em Rondonópolis, essa capacidade era de 1.076 mil t/ano de esmagamento e de 798,03 mil t/ano de produção de farelo de soja. A capacidade total de esmagamento de soja no estado, em 2000, era 2.796 mil t/ano, correspondendo a 32% da produção total de grãos (soja), cerca de 8.486,7 mil toneladas (Tabela 4) (IBGE, 2000).

Os destinos da produção de soja no mercado interno são as agroindústrias dos Estados de Mato Grosso, Paraná, São Paulo e Minas Gerais; para o mercado externo, a União Européia e Ásia (FIEMT, 1997).

Essa é a estrutura que caracteriza a formação do complexo soja no estado. Tem-se produção, com elevada utilização de insumos modernos e sua integração à agroindústria, impondo altos padrões tecnológicos à cultura da soja.

### **2.3.1. Sistema de armazenamento de grãos**

O Estado de Mato Grosso, no período de 1996 a 2000, teve um crescimento de 26, 04% na capacidade estática de armazenamento de grãos, passando de 10.927,2 mil para 13.773,4 mil toneladas e, em números de unidades armazenadoras, teve um crescimento de 8,67%, passando de 1.141 para 1.240 unidades de armazenamentos. Em 2000, a capacidade estática do Estado tinha a seguinte composição, segundo as unidades armazenadoras: 51,74% da capacidade correspondiam a armazéns convencionais e 48,21% a armazéns graneleiros (SEPLAN, 2000).

A Tabela 5 ilustra os tipos de armazéns, o número de estabelecimentos e a capacidade estática de armazenamento, de acordo com pólos considerados neste estudo.

Tabela 5 - Número de armazéns, capacidade estática e tipo de armazéns por pólo no Estado de Mato Grosso, em 2000.

Pólo	Convencional		Graneleiro		Total	
	N.º arm.	Capac. (t)	N.º arm.	Capac. (t)	N.º arm.	Capac. (t)
Brasnorte	10	21.811	10	118.166	20	139.977
Alta Floresta	7	17.100	2	20.700	9	37.800
Colider	36	150.417	9	93.570	45	243.987
Campo N. Parecis	118	585.977	124	2.349.405	242	2.935.382
São J. Rio Claro	7	30.377	3	31.210	10	61.587
Sorriso	95	503.277	149	2.533.200	244	3.036.477
Sinop	21	66.718	12	160.059	33	226.777
Paranatinga	36	100.617	1	588	37	101.205
R.Cascalheira	2	7.200	0	0	2	7.200
N. Xavantina	64	251.005	47	326.963	111	577.968
Barra do Garças	14	119.343	0	0	14	119.343
Pontes e Lacerda	5	17.047	0	0	5	17.047
Tangará da Serra	10	62.407	10	237.463	20	299.870
Mirassol D'Oeste	11	48.300	1	1.280	12	49.580
Nortelândia	2	3.825	3	24.066	5	27.891
Rosário Oeste	2	3.554	2	20.700	4	24.254
Cuiabá	40	707.705	14	527.024	54	1.234.729
Cáceres	2	11.911	1	11.000	3	22.911
Primavera Leste	38	157.343	74	945.469	112	1.102.812
General Carneiro	10	35.929	20	134.899	30	170.828
Rondonópolis	83	388.737	80	1.189.311	163	1.578.048
Alto Taquari	29	117.343	35	1.640.441	64	1.757.784
Total estadual	642	3.407.943	597	10.365.514	1.239	13.773.457

Fonte: Anuário Estatístico (SEPLAN, 2000).

Observa-se, na Tabela, 5 que o número total de unidades armazenadoras convencionais (642) é maior do que as unidades graneleiras (597), porém, a capacidade estática de armazenamento destas últimas é muito superior à capacidade das convencionais, cuja armazenagem de grãos é feita na forma ensacada. A capacidade estática convencional era de 3.407.943 toneladas, enquanto que a capacidade graneleiros era de 10.365.514. Esse fato pode estar relacionado com a seguinte questão: os armazéns convencionais, na maior parte, são de propriedade dos Governos Federal e

Estadual, sendo sua capacidade de armazenamento e investimento modesta; ao passo que os armazéns graneleiros são de propriedade privada (empresas nacionais e multinacionais) ou cooperativas instaladas no estado.

Outro fato constatado neste estudo, segundo levantamento do IBGE (1996), é que as unidades convencionais são utilizadas para armazenar produtos de subsistência (arroz, milho, feijão) voltados para o consumo interno, enquanto as unidades graneleiros são utilizadas para o armazenamento da soja, produto comercial, voltado para o mercado externo.

Observa-se na Tabela 5 que todos os Pólos possuem armazéns convencionais, já os Pólos de Ribeirão Cascalheira, Barra dos Garças e Pontes e Lacerda não possuem unidades graneleiros e os Pólos de Mirassol D' oeste e Cáceres possuem apenas uma unidade de cada tipo de armazenagem. Verifica-se, nesses Pólos, que a produção de soja é baixa ou nula, porém, encontram-se nesses Pólos os maiores rebanho bovino do Estado (SEPLAN, 2000).

Os Pólos com maiores capacidades estáticas de armazenamentos são os de Sorriso, Campo Novo dos Parecis, Alto Taquari, Rondonópolis, Cuiabá e Primavera do Leste, com 22,04%, 21,31%, 12,76%, 11,46%, 8,96% e 8,00%, respectivamente, da capacidade total do Estado referente ao ano de 2000.

Os Pólos de Sorriso, Campo Novo dos Parecis, Primavera do Leste, Rondonópolis e Alto Taquari concentravam, em 2000, 75,58% da capacidade estática estadual. Tal concentração da capacidade estática está relacionada com o fato de que esses Pólos são também os maiores produtores de Grãos no Estado de Mato Grosso. O Estado de Mato Grosso produziu na safra 1999/00 cerca de 11.776,8 mil toneladas de grãos (soja, milho e arroz) (AGRIANUAL, 2002), enquanto que sua capacidade estática no mesmo período era de 13.773,4 mil toneladas, suficiente para armazenar toda a produção e garantir o escoamento para as agroindústrias e para a exportação.

#### **2.4. O sistema de transporte**

A infra-estrutura de transporte é tida como atividade meio e tem uma variedade positiva sobre a economia, tais como aqueles referentes à disponibilidade de bens, à extensão dos mercados, à especialização geográfica

e à renda da terra. O sistema de transporte tem um importante papel potencial de romper monopólios, provocados pelo isolamento geográfico, na produção e na comercialização de mercadorias (MARTINS, 1998c).

Destacam-se, ainda, como funções econômicas do transporte, proporcionar a integração entre sociedades que produzem bens diferentes entre si, possibilitar a especialização regional da produção e expandir mercados. Fair e Williams (1959), citados por MARTINS (1998c), destacam que o sistema de transporte eficiente permite produção em larga escala para grandes mercados, existindo relações recíprocas entre desenvolvimento dos transportes e progresso econômico.

O Estado de Mato Grosso vem se consolidando como a nova fronteira agrícola do país, vem incrementando seu processo produtivo de grãos, inclusive com geração de excedente agrícolas para exportação. Devido a sua localização espacial, o Estado está longe das principais agroindústrias, centros consumidores e dos portos exportadores do Sul e Sudeste do país.

É necessário, para dar continuidade ao processo de ocupação existente, o investimento na infra-estrutura no sistema de transporte por parte do Governo Federal e da iniciativa privada viabilizando o desenvolvimento de corredores alternativos em direção ao Norte do país. Trata-se de hidrovias, expansão e pavimentação da BR 163, que corta o Estado de Norte a Sul, e, no futuro próximo, a ferrovia Ferronorte que ligará Cuiabá-Porto Velho e Cuiabá-Santarém. Tais investimentos vêm sendo implementados pelo Programa “Brasil em Ação” (GEIPOT, 2000a).

Dessa forma, percebe-se que esses corredores alternativos poderão utilizar-se da multimodalidade para escoamento da produção de soja no Estado. A multimodalidade permite que se minimizem os custos unitários de transportes, pois utiliza a combinação entre os diversos modais como alternativa ao transporte exclusivamente rodoviário que predomina no país. Este tem sido considerado, juntamente com os altos custos portuários e tributários, importante fator que torna a soja brasileira menos competitiva que a americana, mesmo tendo um custo de produção menor. Nos Estados Unidos, o sistema de hidrovias e ferrovias é muito mais utilizado (COSTA, 2000).

Esses corredores alternativos são descritos nesta seção.

### **2.4.1. O transporte rodoviário**

No Brasil verifica-se a predominância do modal rodoviário, para o transporte de cargas de curta, média e longa distâncias. Segundo RICHARDSON (1989), as principais características desse modal são:

- simplicidade de funcionamento;
- maior disponibilidade para embarques urgentes;
- possibilidade de integrar regiões, mesmo as mais afastadas, bem como o interior do país;
- venda do tipo entrega porta em porta, trazendo maior comodidade para exportador e importador;
- menor manuseio da carga, sendo o veículo lacrado no local de carregamento e aberto no local de entrega, e
- rapidez na entrega em curta distância.

Dessa forma, o transporte rodoviário é mais flexível e versátil do que outras modalidades, permitindo que a multimodalidade e a intermodalidade possam ser realizadas, tendo a capacidade de interligar os diversos modais, abrangendo todo o percurso da mercadoria.

Por via de regra, apresenta preços de frete mais elevados do que o modal ferroviário e hidroviário, portanto é recomendado para mercadorias de alto valor ou perecíveis. Nesse sentido, funcionariam apenas para completar os demais modais, entretanto, não é isso que ocorre na prática (SILVA et al., 2001).

O Brasil possui estradas sob jurisdições federal, estadual e municipal. As rodovias federais são as mais importantes e utilizadas para o transporte de cargas no País. A rede rodoviária total do país das rodovias pavimentadas e não pavimentadas, no período de 1995 a 2000, cresceu 4,53%, passando de 1.650.131 a 1.724.960 km. Apenas 9,56% das rodovias estão pavimentadas e os restantes 90,44% não são pavimentados.

A malha rodoviária pavimentada no país, em 2000, compreende uma extensão de 164.997 km, dos quais está sob a jurisdição federal e estadual um total de 56.097 e 75.974 km, respectivamente, a maior parte em condições precárias de conservação. Sua má conservação aumenta o custo de transporte, pelo maior consumo de combustível e tempo, e gasto com

manutenção. Já a parte não-pavimentada de um total de 1.559.963 km, 1.429.296 estão sob jurisdição municipal, que correspondem a mais de 90%.

A Tabela 6 ilustra a extensão da rede rodoviária em 2000, incluindo estradas pavimentadas e não pavimentadas, para rodovias federais, estaduais, estaduais transitórias e municipais.

Tabela 6 - Características da rede rodoviária no Brasil, em 2000

Rodovias	Pavimentada (km)	Não pavimentada (km)	Total (km)	Participação (%)
Federais	56.097	14.524	70.621	4,09
Estaduais	75.974	107.912	183.886	10,66
Estaduais transitórias	15.933	8.231	24.164	1,40
Municipais	16.993,0	1.429.296	1.446.289	84,00
Total	164.997	1.559.963	1.724.960	-
Participação (%)	9,56	90,44	100	100,00

Fonte: Anuário Estatístico dos Transportes (GEIPOT, 2000b).

A rede viária de Mato Grosso caracteriza-se, especialmente, pela presença de rodovias que foram criadas nas décadas de 60 a 80, visando à integração nacional, como é o caso da BR 163 (Cuiabá-Santarém), BR 364 (Cuiabá-Porto Velho e Cuiabá-Campo Grande). Na década de 80, o Governo Estadual, através do Programa Carga Pesada (que previa pavimentar 1.114 km de estradas), promoveu a abertura e pavimentação de rodovias estaduais, interligando municípios às grandes BR's que cortavam o Estado (PIAIA, 1999).

O sistema rodoviário total no Estado do Mato Grosso, em 2000, era de 91.155,8 km. Tal sistema é composto por rodovias principais (federais e estaduais), pavimentadas, não-pavimentadas, em pavimentação, em implantação e planejadas, que promovem a interligação entre municípios e as ligações de média e longa distâncias, e rodovias secundárias (municipais/vicinais), que permitem a integração de áreas de produção com a rede principal (GEIPOT, 2000b).

Segundo MATO GROSSO (1996), são consideradas integrantes da Rede Estadual as rodovias que satisfazem uma ou mais das seguintes condições:

- Ligar a Capital do Estado a uma ou mais sedes de municípios, ou ainda, a pontos estratégicos do Estado;
- Ligar zonas de baixa densidade demográfica e de grande potencial econômico às vias de transportes já implantadas;
- Promover o encurtamento de distância entre pólos geradores de tráfego, centros populacionais significativos, zonas de produção;
- Fazer ligação entre rodovias federais e entre uma federal e outra estadual, e
- Promover a integração político-econômica do Estado.

A malha rodoviária em tráfego do Estado de Mato Grosso cresceu 2,03%, no período de 1995 a 2000, passando de 82.515 para 84.195, 8 km (GEIPOT, 2000b).

A Tabela 7 ilustra a extensão da rede rodoviária em 2000, incluindo estradas pavimentadas e não-pavimentadas, em pavimentação, em implantação e planejadas para rodovias federais, estaduais, estaduais transitórias e municipais.

De acordo com a Tabela 7, a rede rodoviária no Estado de Mato Grosso em tráfego era composta, em 2000, pelas seguintes rodovias: 4,69% federais, 23,32% estaduais, 0,71% estaduais transitórias e 71,28% municipais. Esse predomínio deve-se ao fato de se considerar como rodovias municipais quaisquer caminhos existentes em tráfego, mesmo com condições mínimas de circulação.

Nota-se, na Tabela 7, que apenas 5,35% da malha rodoviária encontrava-se pavimentada em 2000, sendo 2.711 km em rodovias federais, 1.696,8 km nas estaduais e 100,8 nas estaduais transitórias. Cerca de 7,24%, ou seja, 6.600,8 km, eram compostos por rodovias planejadas; 875,7 km encontravam-se em pavimentação e 359,2 km em implantação. Observa-se, também, uma proporção elevada de rodovias não-pavimentadas, ou seja, 93,60%, das quais 60.000 km são municipais.

Tabela 7 - Malha rodoviária do Estado de Mato Grosso, em 2000 (km)

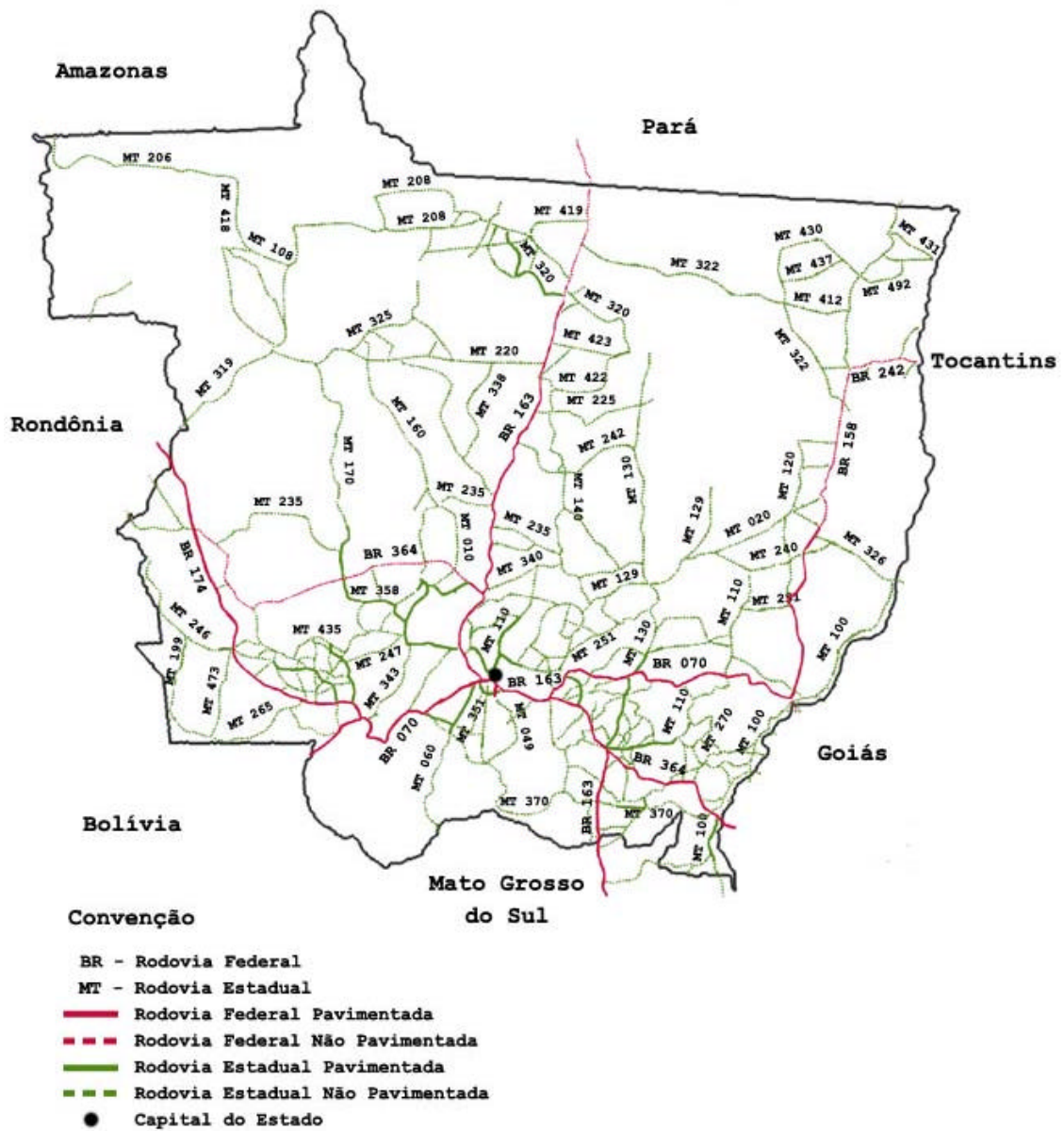
Jurisdição/situação	Federal (DNER)	Estadual	Estadual transitória*	Municipal	Total
Pavimentada	2.711	1.696,80	100,8	(-)	4.508,6
Não pavimentada	830,5	17.525,40	455,6	60.000	78.811,5
Em pavimentação	410,7	416,1	48,9	(-)	875,7
Subtotal	3.952,2	19.638,30	605,3	60.000	84.195,8
Em implantação	14,2	300	45	(-)	359,2
Planejada	973	5627,8	(-)	(-)	6.600,8
Total	4.939,4	25.566,10	650,3	60.000	91.155,8

Fonte: GEIPOT (2000a).

\* Rodovias estaduais transitórias: rodovias estaduais existentes, listadas e codificadas como BR's, cujos traçados coincidem com diretrizes de rodovias federais planejadas relacionadas na Rede Rodoviária.

Na Figura 5, mostra-se o mapa do Estado de Mato Grosso com as principais rodovias federais e estaduais, com situação física de 2000. No sistema rodoviário consideram-se as rodovias federais (BR's), estaduais (MT's) e estaduais transitórias. Na caracterização da situação física dessas rodovias, observou-se a padronização adotada pelo DVOP-MT, 2000 (Departamento de Viação e Obras Públicas do Estado de Mato Grosso), ou seja, pavimentada e não-pavimentada.

Segundo o DVOP (2000), o que pode ser observado na Figura 6, o Estado do Mato Grosso possui algumas alternativas de entradas e saídas do seu sistema viário, o que permite razoável integração do território estadual. Sua malha rodoviária está concentrada na região Centro-Sul e Sudeste, ou seja, nessas regiões o sistema viário se encontra em boas condições de tráfego. Ao extremo Norte, Oeste, Nordeste do Estado, sua malha rodoviária é formada basicamente por rodovias estaduais, não-pavimentadas, cuja funcionalidade em muitos trechos está em condições precárias, principalmente no período chuvoso (outubro a maio), coincidindo com o plantio e a colheita da soja.



Fonte: DVPO-MT (2000).

Figura 5 - Mapa rodoviário do Estado de Mato Grosso, em 2000.

Em 1998, cerca de 30% das rodovias do Estado encontravam-se praticamente intransitáveis, sendo também significativos os trechos de estradas mal conservadas, sem sinalização e com muitos buracos. O Governo do Estado, em parceria com alguns municípios, iniciou a operação “*Tapa Buracos*”, como medida paliativa para minimizar os problemas dos transportes e garantir o escoamento da safra agrícola (PAIA 1999).

A Tabela 8 ilustra a extensão da rede rodoviária em 1996, incluindo estradas pavimentadas e não-pavimentadas, das principais rodovias federais e estaduais.

Tabela 8 - Principais rodovias federais e estaduais do Estado de Mato Grosso, em 1996 (extensão em km)

Rodovias	Pavimentada	Não pavimentada	Total
BR 163	988,0	133,2	1.121,2
BR 364	720,5	456,7	1.177,2
BR 070	773,3	51,9	825,2
BR 174	523,2	(-)	523,2
BR 158	352,5	451,1	803,6
MT 010	62,0	690,6	752,6
MT 100	29,0	951,8	980,8
MT 130	138,1	576,4	714,5
MT 170	131,2	831,9	963,1
MT 235	134,0	661,9	795,9
MT 320	145,5	175,4	320,9
MT 358	126,3	(-)	126,3

Fonte: Departamento de Viação e Obras Públicas do Estado de Mato Grosso (1996).

Entre as principais rodovias que integram o Estado de Mato Grosso estão as rodovias federais BR 163, BR 364, BR 070, BR 174 e BR 158. Essas rodovias permitem a interligação das principais cidades interestaduais e estaduais.

A BR 163 corta o Estado de Norte a Sul, desde a divisa PA/MT até a divisa MT/MS, passando por Sinop, Cuiabá e Rondonópolis e sua extensão total é de 1.121,2 km, dos quais apenas 133 km não são pavimentados, num trecho localizado no extremo Norte do estado. Essa rodovia é de grande importância para o desenvolvimento regional por atravessar região de alto potencial econômico. Apresenta-se como alternativa de escoamento de grãos agrícolas produzidos no Mato Grosso.

Contemplado o Programa Brasil em Ação do Governo Federal, o projeto “Recuperação da BR 163/364” foi orçado em R\$ 60 milhões. O objetivo de tal projeto foi reconstruir e/ou restaurar trechos de 520 km nas rodovias BR 163/364, 260 km dos quais em Mato Grosso, visando melhorar as condições operacionais do tráfego na região, que abrange esse estado (GEIPOT, 2000)”.

A BR 364 corta o Sul do estado desde a divisa GO/MT até a divisa MT/RO, passando por Rondonópolis e Cuiabá e possui trechos coincidentes com as BR 163, 070 e 174. Aquela rodovia é o escoadouro natural da produção do Mato Grosso rumo a São Paulo e Paraná para beneficiamento e exportação pelo Porto de Santos. Em 1999, foram aplicados recursos da União no montante de R\$ 3,1 milhões. A BR tem uma extensão total de 1.177,2 km, dos quais 720,5 km são pavimentados e 456,7 km não-pavimentados (Tabela 8).

A BR 070 liga Cáceres a Brasília, passando por Cuiabá e Barra dos Garças. Essa rodovia está praticamente pavimentada, apenas 51,9 km não estão pavimentados no Estado do Mato Grosso.

A BR 174 liga Cáceres ao Estado de Rondônia. São 523,2 km de rodovias pavimentadas, dentre os quais, 87 km são coincidentes com a BR 364. Sua superfície de rolamento apresenta-se em más condições de tráfego, já tendo sido iniciadas as obras de restauração.

A BR 158 também corta o Estado de Norte a Sul, no chamado Corredor Araguaia, desde a divisa PA/MT até a divisa MT/GO, passando por Barra dos Garças. Sua extensão total é de 803,6 km; nos 451,1 km não-pavimentados, não há sinalização e, em período de chuvas, a trafegabilidade é precária. Nos trechos pavimentados, apresentam-se buracos ao longo dos segmentos, serviços de sinalizações inexistentes em alguns trechos, acostamento estreito e danificado. A BR 158 apresenta sérios problemas de conservação e não consta nos programas de recuperação do Governo Federal (GEIPOT, 2000a).

Além dessas rodovias, responsáveis por quase todo escoamento da produção agrícola do Estado, há rodovias estaduais - como a MT 235, cujos 200 km que ligam a BR 163 à BR 174 ainda não são pavimentados – em más condições. A MT 235 vem se tornando indispensável como rota de escoamento da produção da região da Chapada dos Parecis, que é uma área de grande importância em relação à soja. Igualmente importantes são as rodovias estaduais MT 170, MT 130, MT 010, que contribuem para a movimentação de cargas dentro do Estado, seus estados de conservação são precários (MATO GROSSO, 2000).

Segundo o GEIPOT (2000a), o Ministério dos Transportes implantou o “Programa de Revitalização dos Eixos Rodoviários” com o objetivo de revitalizar os principais eixos rodoviários da Malha Federal, sob jurisdição do Governo Federal, responsável pelos maiores fluxos de carga e passageiros no País. O valor previsto para o programa, em 1999, foi de R\$ 42 milhões, com extensão da malha a ser atingida de 15.771 km.

No Estado de Mato Grosso, foram aplicados no programa, em 1999, R\$ 2,2 milhões nos seguintes trechos:

- BR 070 (MT) - Entr. BR 163/364 - Ent. BR 174 (Cáceres - 311,7 km de extensão);
- BR 163 (MT) - Div. MS/MT - Entr. BR 364 (120 km de extensão);
- BR 364 (MT) - Div. GO/MT - Entr. BR 163 (201 km de extensão).

Foi realizado, também, o “Programa de Conservação Rotineira” com o objetivo de executar imediatamente todos os serviços de conservação rotineira dos trechos não atingidos pelo “Programa de Revitalização dos Eixos Rodoviários Nacionais”.

O valor previsto para este programa, em 1999, foi de R\$ 66,3 milhões, sendo R\$ 38,1 milhões para conservação e R\$ 28,2 milhões para restauração. No Estado de Mato Grosso, foram aplicados recursos de R\$ 1,4 milhão para contratos de conservação e R\$ 5,7 milhões em contratos de restauração (GEIPOT, 2000b).

## 2.4.2. O transporte hidroviário

O sistema hidroviário no país conta com cerca de 42 mil km de rios, dos quais 15 mil km são navegáveis. A Bacia Amazônica é a maior rede hidroviária da América do Sul, ficando a Bacia do Prata com a segunda posição. Essas bacias têm o maior potencial de desenvolvimento, principalmente para o escoamento das safras de grãos do Centro-Oeste (MANZANO, 2000).

De acordo com o Programa “Brasil em Ação” (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 1999), mais recentemente renomeado como “Avança Brasil” (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 1999), para caracterizar o Plano Plurianual (PPA) de investimentos básicos, lançado pelo Governo Federal, é preciso enfatizar a multimodalidade como prioridade nos transportes nas regiões Centro-Oeste, Noroeste, Centro-Leste, Nordeste e Tietê-Paraná, que constituem corredores para o escoamento da produção, especificamente na Hidrovia do Madeira (R\$ 24 milhões – já aplicados), Hidrovia do São Francisco (R\$ 11 milhões) e Hidrovia Araguaia-Tocantins (R\$ 222,4 milhões). No Apêndice A (Tabela 1A) constam os investimentos previstos no PPA 2000-2003, para o Estado de Mato Grosso.

No Brasil, a hidrovia, meio natural de transporte, sempre foi pouco utilizada no escoamento de grãos e está sendo sub-aproveitada por estar muito aquém de seu potencial e de sua vocação natural de eixo para competir com os modais ferroviário e rodoviário. O país escoava apenas 5% da produção de grãos por hidrovia, sendo o segundo maior exportador mundial de soja. A título de comparação, nos Estados Unidos, país líder na exportação de produtos agrícolas, o transporte hidroviário tem prioridade, respondendo, em média, por 61% do transporte de grãos (MANZANO, 2000).

No Mato Grosso, o transporte hidroviário restringe-se aos rios Paraguai, Araguaia e Teles Pires, correspondendo à Hidrovia Paraná-Paraguai, Hidrovia Araguaia-Tocantins e Hidrovia Teles Pires-Tapajós, respectivamente (Figura 6).



**Convenção**

- Hidrovia
- Ferrovias Norte-Sul
- Cidade
- Porto
- Capital do Estado

Fonte: SEPLAN-MT - 2000.

Figura 6 - Mapa de hidrovias no Estado de Mato Grosso, com as respectivas áreas de influência.

A Hidrovia Araguaia-Tocantins é constituída por dois subsistemas separados por barreiras naturais: subsistema Araguaia-Rio das Mortes e subsistema Tocantins. O subsistema Araguaia-Rio das Mortes apresenta dois trechos, um com origem em Nova Xavantina (MT) até o encontro do Rio das Mortes com Rio Araguaia, no município de São Félix do Araguaia (MT); e outro com origem em Aruanã (GO) até o encontro do Rio Araguaia com o Rio Tocantins.

Os rios Araguaia e Tocantins formam a bacia que abrange parte das regiões Norte e Centro-Oeste. O rio Araguaia possui trechos navegáveis para embarcações de 1 a 1,2 m de calado e o Tocantins possui em quase toda sua extensão 2,5 m<sup>4</sup> de profundidade mínima. Para que todo o sistema fique navegável, é necessária a conclusão da eclusa na Barragem de Tucuruí (OLIVEIRA, 1996).

O rio Araguaia apresenta, a longo prazo, elevada potencialidade de transporte de carga, notadamente grãos agrícolas, em função da sua área de influência. Com foi dito, essa Hidrovia consta no Programa “Avança Brasil”, um projeto de consolidação do corredor de transporte multimodal Centro-Norte. O projeto tem por objetivo viabilizar a implantação de um eixo de desenvolvimento multimodal de transportes (hidro-rod-ferroviário), ligando o planalto central aos portos do Maranhão e do rio Pará, no Estado do Pará. (GEIPOT, 2000a)

O projeto possui três componentes: obras de dragagem; derrocamento, e sinalização da Hidrovia, que tem cerca de 1.230 km entre Aruanã (GO) e Xambioá (TO), e mais 559 km no rio das Mortes, entre Nova Xavantina (MT) e a sua foz no rio Araguaia (MT). A essa Hidrovia podem ser associados mais 420 km do rio Tocantins, entre Miracema do Tocantins (TO) e Estreito (MA); pavimentação da BR 153, entre São Geraldo e Marabá, no Pará, com 155 km de extensão, e a complementação da construção do segmento da ferrovia Norte-Sul, ligando as cidades de Imperatriz e Estreito, no Maranhão, com 120 km de extensão.

Segundo o GEIPOT (2000b), na Hidrovia foram realizados os Projetos executivos de derrocamento e a dragagem de diversos trechos. Aguarda-se a

---

<sup>4</sup> Segundo OLIVEIRA (1996), o valor de 2,5 m adotado é considerado profundidade mínima nos EUA.

emissão das licenças ambientais para início dos processos licitatórios visando a contratação da execução das obras e serviços. A sinalização e o balizamento foram executados ao longo dos rios em caráter preliminar. Esse balizamento será refeito após as obras de derrocamento e dragagem.

O projeto executivo da rodovia encontra-se concluído, bem como a Ferrovia Norte-Sul.

A concepção do Corredor é a seguinte. A carga, quando chega a Xambioá (TO), é transferida para a rodovia, onde percorre 285 km até atingir Imperatriz (MA), através das BR 010, 153 e 226. Depois, utiliza aproximadamente 605 km das ferrovias Norte-Sul e Carajás para atingir o terminal de Ponta da Madeira (Porto de Itaqui), em São Luiz (MA).

No entanto, ainda não há navegação comercial na Hidrovia. Segundo o BNDES (1997), a consolidação das operações na hidrovia demandará aproximadamente cinco anos pelo fato de não existirem condições de navegabilidade plena durante o ano todo. O projeto de implantação dessa Hidrovia está sob a responsabilidade da AHITAR (Administração das Hidrovias do Tocantins e do Araguaia), localizada em Goiânia (GO), subordinada administrativamente à Cia. Docas do Pará e, tecnicamente, à STA (Secretaria de Transportes Aquaviários) do Ministério dos Transportes.

Outra alternativa, em uma rota multimodal, para o escoamento da safra agrícola do Mato Grosso, é rio Paraguai (Hidrovia Paraná-Paraguai) com destino aos centros exportadores. Esse rio desempenha importante papel na integração do Brasil com a Argentina, Bolívia, Uruguai e o Paraguai. O Tratado Internacional de *Las Leñas*, assinado por esses países, reconhece a Hidrovia Paraná-Paraguai como via de integração dos países do Mercosul (FURIA, 2000).

A Hidrovia inicia-se no Porto de Cáceres (MT), indo até seu encontro com o Rio Paraná, na Argentina. No rio Paraná, a hidrovia é dividida em dois trechos pela barragem de Itaipu. O primeiro trecho é compreendido entre a cidade de São Simão (GO) até Itaipu; e o segundo, de Itaipu até a cidade de *Nueva Palmira* no Uruguai, onde desemboca no Oceano Atlântico, sendo 3.442 km navegáveis (GEIPOT, 2000b).

O Porto de Cáceres está localizado à margem esquerda do rio Paraguai, na região do Pantanal, município de Cáceres (MT), estando sua

administração vinculada à Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP). Sua área de influência corresponde ao sudoeste do Mato Grosso e seu acesso se dá pela BR 070, ligando Cáceres a Cuiabá, e pela BR 174 em direção à divisa com o Estado de Rondônia. O Porto de Cáceres conta com um armazém com capacidade estática de 4.000 t, adaptada para granel sólido (soja) e um pátio externo, descoberto, com 2.295 m<sup>2</sup>, para 2.000 t. A movimentação média de cargas no Porto de Cáceres, no período de 1996 a 2000, foi de 90.000 t (GETIPOT, 2000b).

As condições de navegabilidade são boas, favorecendo essa integração, o que deverá se acentuar à medida que se desenvolvam as regiões de influência do rio. Hoje há em operação oito empresas grandes e 35 pequenas e estima-se que a iniciativa privada tenha investido US\$ 400 milhões em frotas e terminais. Não há estimativas de investimentos necessários para a viabilização plena da navegação na hidrovia.

Segundo FURIA (2000), o transporte por essa Hidrovia aconteceria da seguinte maneira: de Cáceres (MT) a Corumbá (MS), onde o rio Paraguai atravessa o pantanal matogrossense, ela torna-se estreita, com pouca profundidade. Este é o ponto crítico dessa hidrovia e os maiores entraves ao desenvolvimento da hidrovia estão relacionados aos efeitos negativos que as obras provocariam sobre o meio ambiente.

Nesse trecho do rio, é impedida a formação de grandes comboios e requerem empurradores, dotados de alta capacidade de manobra. Os comboios, nesse trecho, com quatro barcaças, transportam cerca de 4 a 5 mil toneladas e têm condições de trafegar com segurança.

De Corumbá (MS) aos Terminais do Mercosul, a navegabilidade é boa, com fluxo ininterrupto que permite a navegação durante o ano todo. Os comboios que partem de Corumbá (MS) são de grande porte, atingindo durante a cheia até 24 mil toneladas por viagem.

A região Centro-Oeste tem a maior fronteira agrícola a ser explorada do mundo; só Mato Grosso produziu em 2000, cerca de 8,4 milhões de toneladas de soja, das quais somente 140 mil foram transportadas por essa hidrovia. Isso significa que mais de 8,26 milhões de toneladas de soja foram transportadas por rodovia (FURIA, 2000).

A Hidrovia Paraná-Paraguai é uma realidade em expansão, quase inteiramente devido aos investimentos da iniciativa privada e ao apoio dos governos de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, cômnicos de sua importância para o escoamento de suas respectivas produções.

### **2.4.3. O transporte ferroviário**

No Brasil a ferrovia foi subutilizada por um longo período de tempo, fruto de uma política de desenvolvimento que prestigiou o transporte rodoviário, mas há algum tempo vem sendo questionada como um fator de ineficiência que corrói a competitividade da indústria brasileira.

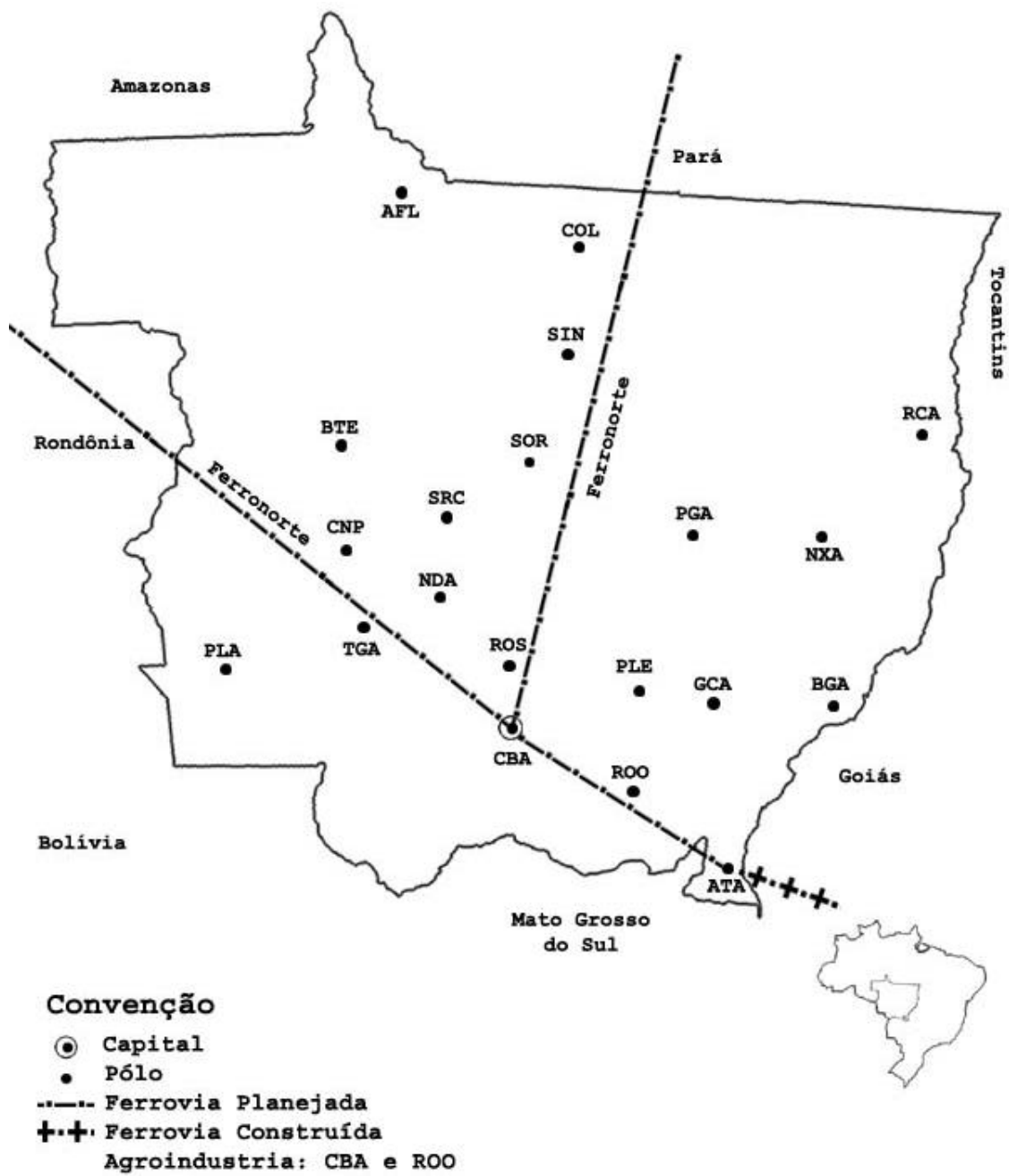
Segundo CAIXETA et al. (1998), à medida que o Brasil abre sua economia e se expõe à concorrência internacional, a questão de transporte torna-se cada vez mais relevante. Um sistema ferroviário eficiente, ágil e com baixo custo operacional é crucial para qualquer economia que pretenda alcançar os mercados internacionais com produtos a preços competitivos.

Em 1995, a malha ferroviária brasileira possuía uma extensão de 28.800 km e um volume de transporte de cargas de 136,5 bilhões de t/km (TKU), apresentando uma participação de 21% no segmento dos transportes, o que a situou em posição praticamente constante desde 1990 e ligeiramente inferior à sua participação nos anos 80 (GEIPOT, 1996).

No Estado de Mato Grosso, o sistema ferroviário conta com um trecho de Alto Taquari (MT) – Inocência (MS) com 300 km, totalizando 410 km de Alto Taquari a Aparecida do Taboado (MS).

No entanto, o estado foi contemplado no projeto de ferrovia, já iniciado, e concedido à empresa FERRONORTE (Ferrovias Norte Brasil S/A), com extensão de 5.228 km, abrangendo:

- Na primeira etapa: Cuiabá (MT) - Alto Araguaia (MT) - Aparecida do Taboado (MS) com 957 km e Alto Araguaia - Uberlândia (MG) com 771 km;
- Na segunda etapa: Cuiabá (MT) - Porto Velho (RO) com 1.500 km e Cuiabá (MT) - Santarém (PA) com 2.000 km (Figura 7).



Fonte: SEPLAN-MT.

Figura 7 - Mapa ferroviário do Estado de Mato Grosso, em 2000.

Em sua concepção global, este projeto insere-se no esforço de desenvolvimento de grande parte da região Centro-Oeste, visando à integração de seus mercados à economia nacional e à racionalização do escoamento de sua produção.

A área de influência da Ferronorte compreende, segunda esta empresa, os Estado 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 produção agrícolas. Desse total, apenas 10% estão hoje ocupados com essas atividades e a produção, em 1994, nessa área, foi de 11,6 milhões de toneladas de grãos (arroz, milho soja); dos quais 7,8 milhões de toneladas só de soja (IPEA, 1996).

Nesse mesmo estudo do IPEA (1996), a previsão para o ano de 2015, de produção de grãos é de 33,1 milhões de toneladas; desse total, 15 milhões de toneladas serão de soja. Com a implantação da Ferronorte, já estão sendo observados efeitos positivos na área plantada.

Segundo COSTA (1997), há estimativas de que os produtores de grãos, nessa área de influência da ferrovia, nas redondezas dos 400 km de linhas férreas entre o Alto Taquari (MT) e Aparecida do Taboado (MS), vão economizar R\$ 120 milhões no primeiro ano de operação. Em cinco anos, com aumento previsto da produção local de 6 milhões para 10 milhões de toneladas de soja, a economia deve subir para R\$ 200 milhões.

A estimativa para o ano 2015 prevê uma situação pós-ferrovia que, só por ela, com a possível redução de custos de escoamento de grãos da região do Alto Taquari e de Cuiabá para os mercados e portos do Sudeste em, respectivamente, R\$ 20,00/t e R\$ 32,00/t, induziria significativos efeitos macroeconômicos. Segundo a empresa, esses custos, em época de safra, alcançam de R\$ 80,00 a R\$ 100,00/t, respectivamente (IPEA, 1996).

O Projeto Ferronorte pretende interligar Cuiabá (MT) com as malhas ferroviárias existentes no Triângulo Mineiro e São Paulo, alcançar Porto Velho (RO), onde começa a navegação do Rio Madeira, e Santarém (PA), onde se integra à navegação de longo curso pelo Rio Amazonas.

A concepção básica do empreendimento considera a adoção de práticas operacionais sob os conceitos de multimodalidade de transportes, compreendendo serviços de transporte rodoviário e hidroviário (prevê a

integração à navegação nos rios da Bacia Amazônica e nos Rios Tietê, Paraná e Paraguai) e o acesso aos portos marítimos de Santos (SP) e, futuramente, Sepetiba (RJ), através das malhas da FEPASA (Ferrovias Paulista S/A) (CAIXETA et al., 1998).

Em maio de 1998, foram inaugurados os primeiros 110 km da ferrovia Inocência (MS) - Aparecida do Taboado (MS) e a ponte rodoferroviária sobre o rio Paraná. Essa ponte, que tem 2.600 m e liga Santa Fé do Sul (SP) a Aparecida do Taboado (MS), foi um dos projetos do Programa “Brasil em Ação” do Governo Federal. A Ferronorte, em 1999, movimentou cerca de 471,5 mil t/km, sendo a soja o principal produto transportado (GEIPOT, 2000a).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Referencial teórico**

##### **3.1.1. Teoria da localização: uma abordagem de Von Thünen e Weber**

O modelo teórico a ser adotado neste trabalho baseia-se na teoria da localização da produção agrícola do economista alemão Von Thünen que, em 1826, realizou as primeiras análises atinentes às relações entre a localização espacial e os padrões de utilização da terra e na teoria de localização de atividades industriais proposto por Weber, em 1929.

Em sua teoria, Von Thünen procurou determinar a influência das cidades na produção agrícola, bem como a distribuição espacial das culturas, em função de seu valor, constituindo-se no que se convencionou chamar “anéis de Thünen”. Para explicar seu modelo, pressupõe-se uma planície uniforme, no que diz respeito ao solo, ao transporte e a todos os outros fatores, com um único mercado localizado no centro.

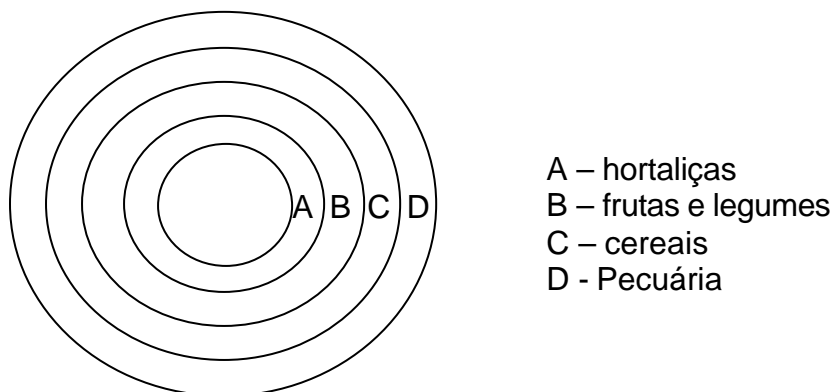
Von Thünen (1826), citado por WRIGHT (1980), afirma que os custos de transporte são proporcionais à distância em toda a planície, de modo que as diversas culturas se localizem dentro de faixas marcadas.

Pressupõe, ainda, um preço único para cada produto na cidade (mercado) e custos de transporte proporcionais à distância em toda a

superfície. O preço efetivo que o produtor recebe é igual ao preço do produto, menos o custo de transporte.

A localização estaria, nessa planície, subdivida em quatro faixas. Assim, na primeira faixa, “A”, seriam cultivados produtos altamente perecíveis e/ou difíceis de transportar (hortaliças). A faixa “B” seria ocupada também por produtos perecíveis (frutas, legumes). Os custos do transporte aumentam conforme a distância, pois a distâncias cada vez maiores, serão cultivados produtos cujos preços suportem os custos de transporte até o mercado; nesta planície estaria localizada a faixa “C”, ocupada pela produção de cereais. Por último, localiza-se a faixa “D”, que é destinada à criação da pecuária de corte (WRIGHT, 1980).

Essas faixas subdivididas são representadas na Figura 8. A circunferência externa marca, então, a fronteira da agricultura comercial. A partir daí nenhum produto agrícola teria preço suficiente para cobrir os custos de produção e de transporte até o mercado. Os produtores localizados além-fronteira se dedicariam à agricultura de subsistência.

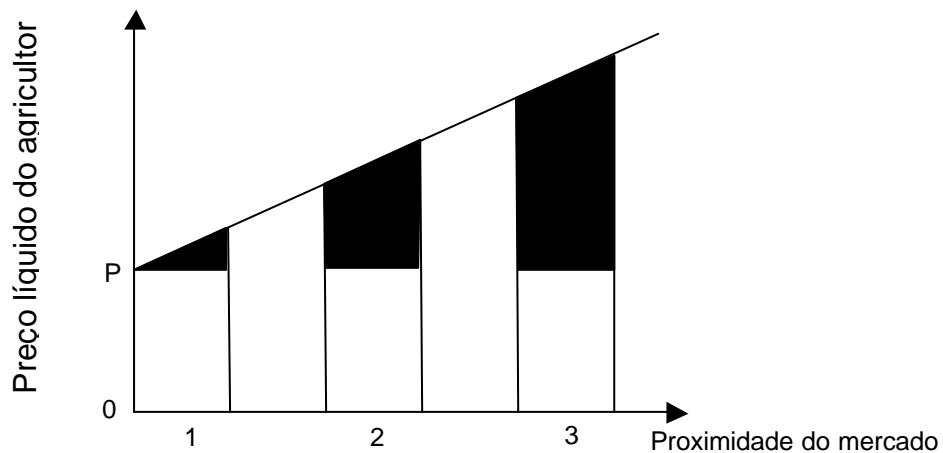


Fonte: WRIGHT (1980).

Figura 8 - Distância econômica e padrões de cultivo.

Von Thünen (1826), citado por VIEIRA (1992), fez também uma abordagem sobre rendas locacionais que está diretamente relacionada com os segmentos das faixas.

A Figura 9 mostra a relação entre receita líquida (renda locacional) e proximidade do mercado. O modelo de Von Thünen pressupõe custos constantes OP. Na propriedade “3” é obtida a maior renda, pois ela está mais próxima ao mercado (renda na área hachurada). Para a propriedade intermediária, “2”, a renda reduz-se devido ao aumento nos custos de transporte e à redução nos preços recebidos pelo produtor. A renda comercial da propriedade “1” é muito pequena e sua área comercial mais afastada do mercado apresenta uma renda zero. Esta extremidade marca a fronteira agrícola, onde o preço recebido apenas cobre os custos da produção, devido às despesas de transporte.



Fonte: WRIGHT (1980).

Figura 9 - Preço líquido ao agricultor como função da proximidade do mercado.

Dessa forma, segundo a teoria de Von Thünen (1826), as propriedades mais distantes terão suas rendas reduzidas, em função do aumento nos custos de transporte e da conseqüente redução nos preços efetivos recebidos pelos produtores.

### 3.1.2. Aplicações da teoria de Von Thünen

O modelo de Von Thünen vem sendo utilizado em vários trabalhos, tanto com enfoque geográfico, quanto econômico. O'KELLY e BRYAN (1996) listaram vários trabalhos que utilizaram tal metodologia, classificando-os em quatro grupos: a) os que buscavam evidências empíricas para a teoria de Von Thünen em trabalhos históricos; b) os que estudavam aspectos econômicos para a formação dos anéis; c) os que estudavam aspectos comportamentais para a formação dos anéis, e d) os que utilizavam programação matemática.

FERREIRA (1989) apresenta a formalização do modelo de Von Thünen baseado em DUNN (1970). Aquele autor relata que o elemento central na determinação da distribuição espacial das atividades agrícolas é a concorrência pelo uso da terra, que se concretiza com os pagamentos para a sua utilização. Ganha a concorrência quem der o lance mais alto para ter o direito de uso de determinada área.

JONES e O'NEILL (1993) elaboram um modelo que considera as externalidades atmosféricas e os desmatamentos como elementos decorrentes de eventos que estimulem o avanço da agricultura e imponham um imposto corretivo sobre a renda locacional da terra. Eles concluem que essa taxa não reverte o processo de avanço da agricultura, mas reduz a sua intensidade.

WANG e GULDMANN (1997) desenvolvem um modelo de equilíbrio espacial para dois setores, também baseado na metodologia de Von Thünen, com o intuito de determinar, através do equilíbrio entre os dois mercados (urbano e rural): a) o tamanho da região; b) a taxa de urbanização e a população da cidade, e c) a estrutura da zona rural.

Para um estudo da localização de agroindústrias, HSU (1997) desenvolve uma metodologia. A diferença deste setor para os outros setores industriais é o fornecimento de matéria-prima, que, neste caso, é feito pela agricultura. Logo, na metodologia proposta por esse autor, o setor agrícola é modelado de acordo com as pressuposições de Von Thünen.

ARAÚJO (1994) utiliza o modelo de Von Thünen para estudar a renda locacional da terra para cinco culturas e três períodos de tempo, tendo como mercado central a Grande São Paulo. Os resultados indicam que a hipótese de redução da renda locacional da terra em decorrência do aumento da distância

para o mercado consumidor não deve ser rejeitada, significando que a teoria de Von Thünen é válida neste caso.

SMITH et al. (1997) utilizam um modelo de uso da terra para a Amazônia e para o cerrado brasileiro com o objetivo de analisar o impacto de políticas e o desenvolvimento de novas tecnologias nas mudanças no uso da terra nas duas regiões até o ano 2020. Concluíram que, mesmo com políticas públicas favoráveis e com o desenvolvimento de tecnologias ambientais, os desmatamentos para a introdução de pastagens e agricultura de corte e queima continuarão a existir.

Na mesma linha, COSTA (2000) utilizou a teoria de Von Thünen para avaliar o potencial das diversas microrregiões da Amazônia para a agricultura comercial, através do estudo da viabilidade técnica e econômica da cultura da soja em novas áreas da região.

### **3.1.3. Modelo de localização de Weber**

Neste tópico analisa-se o modelo de localização proposto também por um teórico alemão, Alfred Weber (WEBER, 1929). Esse autor ocupou-se da localização de atividades industriais, apresentando uma teoria geral e abstrata para a localização de uma firma (agroindústria, no caso deste estudo) individualmente.

WEBER (1929) estabeleceu a localização mais adequada para as indústrias com base em três fatores gerais, entre as quais citam-se: custos de transporte, mão-de-obra e forças aglomerativas (forças que induzem a indústria a concentrar-se numa área limitada).

Para a determinação da localização de menor custo de transporte, Weber considera um caso em que existem duas matérias-primas necessárias e localizadas em dois pontos diferentes e único mercado consumidor, situado em um terceiro ponto. Esses três pontos formam o “triângulo locacional”.<sup>5</sup>

A teoria de localização foi desenvolvida para estabelecer o melhor lugar para a instalação de indústrias e permitir o conhecimento, quanto aos

---

<sup>5</sup> O triângulo locacional proposto por Weber refere-se a cada um de seus vértices atrai a localização com uma força proporcional ao custo de transporte da quantidade necessária para produzir uma unidade do produto final. A localização ótima encontra-se no local em que essas três forças de equilibram. Para maiores detalhes, ver AZZONI (1982).

fatores locacionais, de determinado território ou área de estudo, com objetivo de orientar a política de desenvolvimento e oferecer aos investidores as bases para a localização de atividades industriais (HADDAD, 1989).

Segundo FERREIRA (1989), as teorias da localização se estruturam na interpretação das decisões empresariais, em uma economia de mercado, sobre a melhor área onde se localizar. Essas decisões visam a minimizar os custos operacionais e, fundamentalmente, os custos de transporte das matérias-primas e do produto final até o mercado consumidor.

WEBER (1929) formula a teoria dos mercados puntiformes, ou seja, os consumidores se concentram em pontos discretos do espaço geográfico. Supunha, em seu modelo de localização, que as fontes de matéria-prima eram locais conhecidos e em número limitado, bem como os mercados consumidores. Tais mercados, por sua vez, constituíam-se de pontos do espaço geográfico onde estariam concentrados os consumidores.

A teoria weberiana da localização visa a responder onde se localizará uma dada atividade industrial, ao passo que a teoria da localização agrícola de Von Thünen visa a responder quais as atividades que deverão se localizar em uma dada área de produção. Seguindo a tradição dos precursores da análise do fenômeno espacial de sua época, Weber inicia sua análise de um modelo locacional de equilíbrio estático com a classificação dos fatores locacionais.

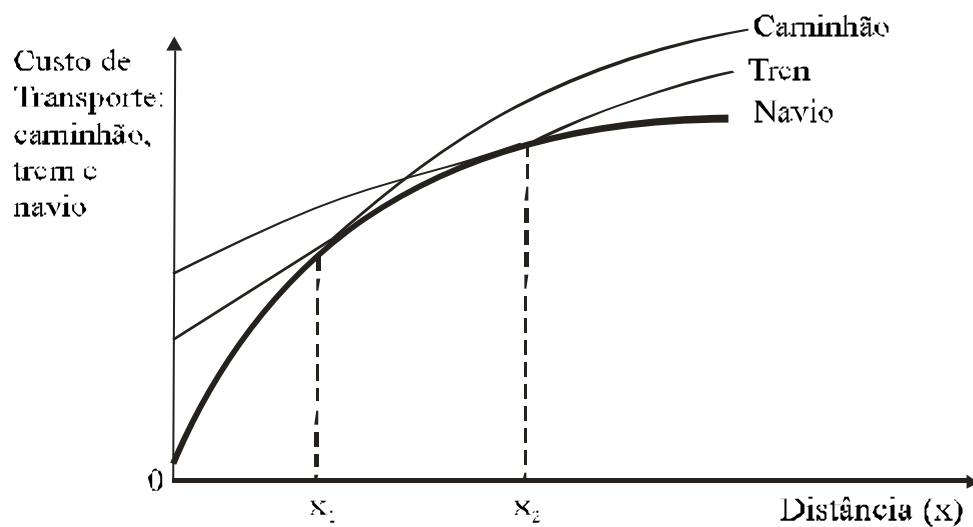
Essas teorias foram desenvolvidas com o objetivo de analisar os fatores que influenciam as decisões empresarias na escolha do local que conduzem à concentração geográfica das atividades e à escolha dos instrumentos que permitam o planejamento do desenvolvimento econômico das regiões (HADDAD, 1989).

As teorias fundamentais da localização de mercados consumidores puntiformes (Weber e Von Thünen) concentram-se na minimização dos custos de transporte. Essas teorias, de fato, não têm preocupações com a demanda para o produto final, pois admitem que toda produção será vendida a preço de mercado. Não levam a maiores reflexões com relação à dependência das decisões locacionais de uma empresa as decisões locacionais das outras empresas, não se preocupam com as conseqüências da escala de produção planejada sobre a escolha do melhor local para se implantar uma fábrica, nem a possibilidade de substituição de insumos, uma vez que admitem proporções

fixas, ou coeficientes técnicos de produção constantes, nos projetos industriais (FERREIRA, 1989).

Ainda sobre a questão dos custos de transporte, é importante salientar que a análise comparada de três modais clássicos de transporte de carga de grande peso e volume nos mostra que cada um desses modais apresenta custo menor dependendo da distância a ser percorrida.

A Figura 10 inclui as curvas de custo total de transporte de três modais mencionados. A linha cheia é a combinação mais econômica de utilização desses modais de transporte, dependendo do percurso (FERREIRA 1989).



Fonte: HADDAD (1989).

Figura 10 - Curvas de custo total de transporte para três modais clássicos de transporte de carga: caminhão, trem e navio.

No trecho de 0x<sub>1</sub>, as tarifas cobradas no transporte por caminhão são maiores, mas são compensadas pelos menores custos terminais. As maiores tarifas são representadas pela curva de custo total de transportes por caminhão, mais inclinada.

Para distâncias maiores do que x<sub>1</sub> e menores do que x<sub>2</sub>, o modal de transporte mais econômico é o trem, e para distâncias maiores do que x<sub>2</sub> o

modal mais econômico é o navio, apesar do mais alto custo terminal (FERREIRA, 1989).

### **3.2. Modelo analítico**

Nesta pesquisa o método analítico utilizado é o modelo de redes capacitadas, que tem sido indicado como método mais apropriado para localizar pontos de estrangulamento potenciais e avaliar o impacto econômico de melhoramentos alternativos na eficiência de sistemas de transportes e armazenagem, em regiões de fronteiras agrícolas, conforme observaram Wright e Meyer (1977), citados por VIEIRA (1992).

Como opção para a representação de problemas locais, vários autores têm utilizado os modelos de redes capacitadas. Tais modelos permitem considerar as particularidades relevantes de cada caso em estudo e possuem outros importantes atributos. Em WRIGHT (1980), relata-se que BRADLEY (1975) atribui o crescente emprego dos modelos de redes capacitadas a quatro vantagens: a) flexibilidade; b) simplicidade de uso e interpretação; c) rapidez no processamento de dados, e d) maior capacidade para estudo de problemas com maior número de variáveis e restrições do que qualquer outro método de otimização.

A teoria de localização, em termos de programação, pode ser entendida como uma variação do modelo de transporte, que, em conjunto com a programação inteira, constitui uma ferramenta bastante poderosa para a determinação do melhor local para a instalação de uma indústria. Tal teoria pode servir como base tanto para políticas de desenvolvimento como para investidores, sobre a localização para instalação de determinados estabelecimentos.

Alguns estudos importantes relacionados à localização de unidades industriais e problemas de transporte por meio de Programação Inteira e rede capacitada têm tido ampla aplicação, entre os quais citam-se:

- STOLLESTEIMER (1963) desenvolve um modelo analítico para determinar o número e a localização de fábricas que minimizam o custo combinado de várias matérias-primas, em quantidades diferentes, em pontos diversos.

- AMARO et al. (1973) estudam a forma eficiente de localização de novas fabricas para processamento de laranjas no Estado de São Paulo. A metodologia usada foi baseada no modelo de transporte para obter uma solução ótima na localização de indústrias.
- WRIGHT (1980) formula um modelo de redes capacitadas para avaliar a infra-estrutura de transporte e armazenagem de grãos no corredor de exportação de Paranaguá (PR).
- OLIVEIRA (1987) utiliza-se de um algoritmo de Programação Linear Inteira Mista para determinar a localização e as dimensões ótimas de unidades armazenadoras comunitárias, por meio de minimização de custos conjuntos de transporte e armazenagem, para o núcleo urbano de apoio rural de Nova Colina, Estado de Rondônia.
- CRUZ (1990), através de sistema de rede não-capacitada, determina a localização e o tamanho que tornavam mais eficientes economicamente as unidades armazenadoras no Estado de Minas Gerais, através de minimização de custo de transporte e instalação de novas unidades armazenadoras a granel.
- VIEIRA (1992) faz uma análise econômica de transporte e armazenagem de arroz no Estado do Maranhão (MA), utilizando como metodologia redes capacitadas.
- GUARIM (1992) analisa a competitividade das áreas de produção tradicional e de expansão de soja no comércio inter-regional brasileiro. O GEIPOT tem utilizado o instrumental para determinar rotas de menor custo e avaliar a infra-estrutura de transporte nos corredores de exportação no Brasil (GEIPOT, 1994 e 1995).
- OLIVEIRA (1996) utiliza-se do mesmo instrumental, redes capacitadas, para avaliar a competitividade do transporte hidroviário de grãos e farelos na área de influência da Hidrovia Tietê-Paraná. ARBAGE (1996) procedeu a estudo semelhante para o transporte de soja em grão no Estado do Rio Grande do Sul, considerando o maior aproveitamento do transporte hidroviário pelo Porto de Cachoeira do Sul, com destino ao Porto de Rio Grande. MARTINS (1998c) analisa a racionalização da infra-estrutura de transporte no Estado do Paraná, dando enfoque ao desenvolvimento e à contribuição das ferrovias para a movimentação de grãos e farelo de soja.

- LOPES (1997) desenvolve um estudo sobre a localização de granjas suínícolas no estado de Goiás, através de minimização do custo de transporte. O modelo de localização desenvolvido envolve uma estrutura de programação inteira-mista.

### 3.2.1. Modelo de redes capacitadas para o problema de transporte

Define-se rede capacitada como um conjunto de pontos - nós - interligados por um conjunto de conectores (arcos). A notação  $(i, j)$  é empregada para representar o arco que liga o nó  $i$  ao nó  $j$  no sentido de  $i$  para  $j$ . No caso de redes capacitadas, a cada arco  $(i, j)$  associam-se três parâmetros quantitativos, a saber:

- $C_{ij}$  - custo por unidade de fluxo no arco  $(i, j)$ . Esse custo, normalmente medido em unidade monetária, pode também ser definido como distância, tempo de viagem, consumo de combustível etc., conforme o objetivo do estudo;
- $L_{ij}$  - limite inferior do fluxo no arco  $(i, j)$ . Esse parâmetro serve para impor um fluxo mínimo ao arco, e
- $U_{ij}$  - limite superior do fluxo no arco  $(i, j)$ . Esse parâmetro determina a capacidade máxima de fluxo no arco.

A cada arco  $(i, j)$  associa-se, também, uma decisão  $X_{ij}$ , que é a quantidade do fluxo no arco  $(i, j)$ .

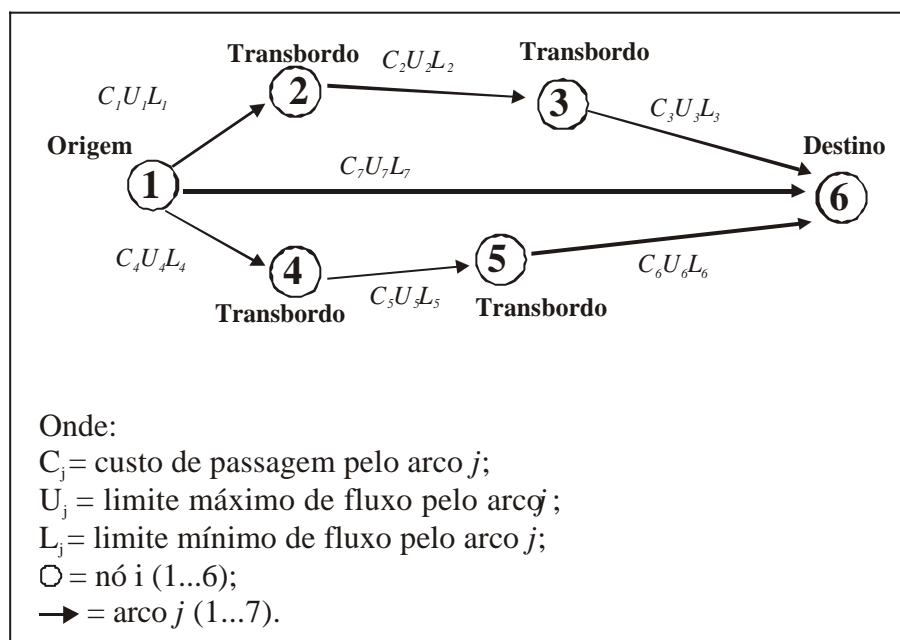
Um conjunto de fluxos será viável se  $L_{ij} \leq X_{ij} \leq U_{ij}$  para todo arco  $(i, j)$  da rede. Em problemas de otimização, o conjunto de valores viáveis de  $X_{ij}$ , que minimiza a soma dos custos determinados pelos fluxos na rede é a solução ótima. Existem diversos algoritmos bastante eficientes para determinar a solução ótima para modelos de redes capacitadas, isto é, alocar os fluxos na rede de modo que o custo total seja minimizado, respeitando os limites de fluxo em cada arco.

Em modelos mais simples, os arcos da rede representam vias de transporte, enquanto os nós figuram origens, destinos, pontos de transbordo ou simplesmente conexões entre arcos em locais que não dispõem de nenhuma instalação especial. No caso de haver pontos intermediários com características quantitativas associadas, tais pontos podem ser representados

por arcos ao invés de nós. Por exemplo, simboliza-se por um arco capacitado o ponto de transbordo ao qual se deseja associar um custo de carga e descarga e uma capacidade de recebimento limitada. Instalações de armazenamento com capacidade limitada e com custos de armazenagem relevantes são também representados por arcos da rede (KOO e LARSON, 1985).

Em resumo, os problemas de transporte são usualmente modelados por uma rede, composta de nós e arcos, reconhecendo-se a interdependência das atividades econômicas entre as regiões. Uma rede consiste de um conjunto de nós conectados por arcos. Um nó representa um ponto de referência da rede (cidade, indústrias, caminho de vias etc.). O arco é a distância entre dois nós; os arcos permitem tráfego para fluxos entre nós. Esses arcos podem ser classificados por modal de transporte.

De acordo com KOO e LARSON (1985), o modelo de rede é formulado a partir de nós e arcos de interconexão, conforme representado na Figura 11. Nós representam elementos considerados no sistema e arcos conectam nós. Cada nó tem um custo unitário associado e restrições de capacidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11 - Representação de um modelo de rede formado por 6 nós e 7 arcos de interconexão.

Com o surgimento da programação linear, em meados da década de 40, em especial o modelo de transporte, puderam ser introduzidas situações mais complexas que a original. Pôde-se então trabalhar com várias regiões de demanda, bem como com várias regiões de oferta de matéria-prima. Segundo BAZARAA e JARVIS (1990), uma das vantagens desse modelo consiste em se poder determinar, simultaneamente, o fluxo de produtos e os preços relativos de mercado.

Genericamente, o modelo de transporte com redes capacitadas pode ser representado, matematicamente, sob a forma de um problema de Programação Linear, da seguinte maneira:

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

sujeito a:

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

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

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

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

A função objetivo (1) é formada pelo custo total de transferência do conjunto de fluxos máximos  $X_{ij}$ . Inclui os custos de transporte, armazenagem e outros custos estabelecidos no modelo.

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

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

A restrição (4) significa que  $X_{ij}$  tem que ser maior ou igual a zero.

Segundo AMARO et al. (1973), o modelo de transporte apresenta algumas limitações, consequência de suas pressuposições básicas, que são:

1. considera um mercado em concorrência perfeita;
2. o produto considerado é homogêneo;
3. as ofertas e demandas de cada região são conhecidas;
4. não considera economia de escala no transporte, e
5. as regiões são representadas por nós e a ligação entre regiões, por arcos.

O acréscimo ou retirada de arcos ou apenas mudanças nos valores dos seus parâmetros podem ser utilizados para simular várias situações num modelo com redes capacitadas. Por exemplo, se se deseja avaliar os efeitos de variações, nos custos de frete, melhorias e/ou inclusão de novas rodovias, transbordo, simulação com outros modais (hidrovia, ferrovia), sobre todo sistema.

### **3.2.2. Modelo de redes capacitadas para o problema de localização**

Aplica-se, nesse modelo, o instrumental analítico apresentado por SANTOS (1990) para a solução de problemas de localização discreta de Instalações (fábricas, armazéns, agroindústrias, empresas públicas).

Uma importante classe de problemas aparece associada à estrutura denominada REDE, onde pares de nós são conectados por ligações identificadas como arcos, se providas de direção ou como aresta; caso contrario, como descrito anteriormente, no problema de transporte.

Nos problemas de localização, o modelo de redes capacitadas apresenta-se como um importante instrumental de análise para complementar os objetivos propostos neste trabalho. Os pressupostos básicos, necessários para o uso correto do modelo, são:

1. Pontos de demanda da Agroindústria: existe um conjunto de locais onde, em cada um deles, uma demanda quantificada de processamento deve ser

atendida. Neste trabalho, esses locais representam os Pólos produtores de soja;

2. Nós: um conjunto de locais que representam os Pólos candidatos à localização das agroindústrias;
3. Custo de atendimento da produção: custo de transporte associado ao atendimento em cada ponto de demanda, a partir de uma agroindústria localizada em cada ponto candidato;
4. Custos Fixos: custos associados à abertura de uma instalação em cada ponto candidato (Pólos com melhores infra-estruturas e produção);
5. Objetivo: consiste em determinar em que pontos candidatos devem ser instaladas novas agroindústrias, de forma que a função de custos, envolvendo os custos de atendimento e os custos fixos, seja minimizada.

O modelo de programação matemática a ser usado para o problema de localização de instalações capacitadas de agroindústria pode ser assim definido (SANTOS, 1990):

$$\text{Minimizar: } Z = \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} + \sum_i F_i Y_i \quad (5)$$

sujeito a:

$$\sum_i X_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

$$\sum_j D_j X_{ij} \leq Q_i Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (7)$$

$$0 \leq X_{ij} \leq 1, \text{ para todo } i, j \quad (8)$$

$$Y_i \in \{0, 1\}, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, M \quad (9)$$

em que  $i = (1, 2, \dots, M)$  é o conjunto de locais candidatos a receberem instalações;  $j = (1, 2, \dots, N)$  é o conjunto de locais que representam os pólos produtores de soja;  $D_j$  é a quantidade ofertada pelo cliente  $j$ ;  $C_{ij}$  é custo de atendimento de toda demanda em  $j$  pela instalação localizada em  $i$ , sendo  $C_{ij} \geq 0$ ;  $X_{ij}$  representa a fração da quantidade demandada em  $j$  que é atendida pela instalação  $i$ , sendo  $0 \leq X_{ij} \leq 1$ ;  $Q_i$  é a capacidade da instalação  $i$ ;  $F_i$  é o custo fixo associado à abertura de uma agroindústria  $i$ ;  $Y_i$  é uma variável binária que

assume o valor 1 se a instalação da agroindústria  $i$  é efetivada e assume o valor 0 se a instalação não é efetivada.

A função objetivo (5) é formada de uma parcela com os custos variáveis e de uma parcela com os custos fixos.

A restrição (6) garante que toda a demanda de cada cliente é satisfeita; a restrição (7) assegura que os clientes só serão atendidos por instalações efetivadas.

As restrições (8) e (9) procuram limitar as variáveis  $X_{ij}$  e  $Y_i$ , sendo que  $X_{ij}$  pode variar desde um não atendimento ( $X_{ij} = 0$ ) até um atendimento total ( $X_{ij} = 1$ ), pela instalação  $i$ , da quantidade demandada pelo cliente  $j$ .

O modelo de programação proposto não leva em consideração as economias de escalas. Assim, os custos de atendimento da produção  $C_{ij}$  são diretamente proporcionais às distâncias percorridas ou às quantidades transportadas.

Para o presente estudo, o processamento das informações deu-se pelo *software LINGO 7.0*, otimizador e linguagem de modelagem (SCHRAGE, 2000). Para o mapeamento da soja no Estado, o processamento das informações foi feito pelo *software SPRING<sup>R</sup> versão 3.5<sup>6</sup>*, com enfoque multidisciplinar, que pode ser proporcionado por um Sistema de Informações Geográficas<sup>7</sup> (SIG).

### **3.3. Área de estudo**

#### **3.3.1. Localização**

A área selecionada para a realização desta pesquisa foi o Estado de Mato Grosso, considerando as vinte duas microrregiões homogêneas, (neste estudo foram considerados pólos), de acordo com a divisão do estado adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

---

<sup>6</sup> O produto SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas) é um banco de dados geográficos de segunda geração, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Maiores informações no site [www.inpe.br](http://www.inpe.br).

<sup>7</sup> SIG é uma sistema computacional usado para análise espacial, o qual envolve uso de mapas e dados alfanuméricos aplicando métodos estatísticos, matemáticos, geométricos e cartográficos. Permite manipulação e visualização de informações que estejam associadas a uma localização espacial, sendo, portanto, devido à eficiência, uma forma viável de monitoramento e análise no espaço e no tempo.

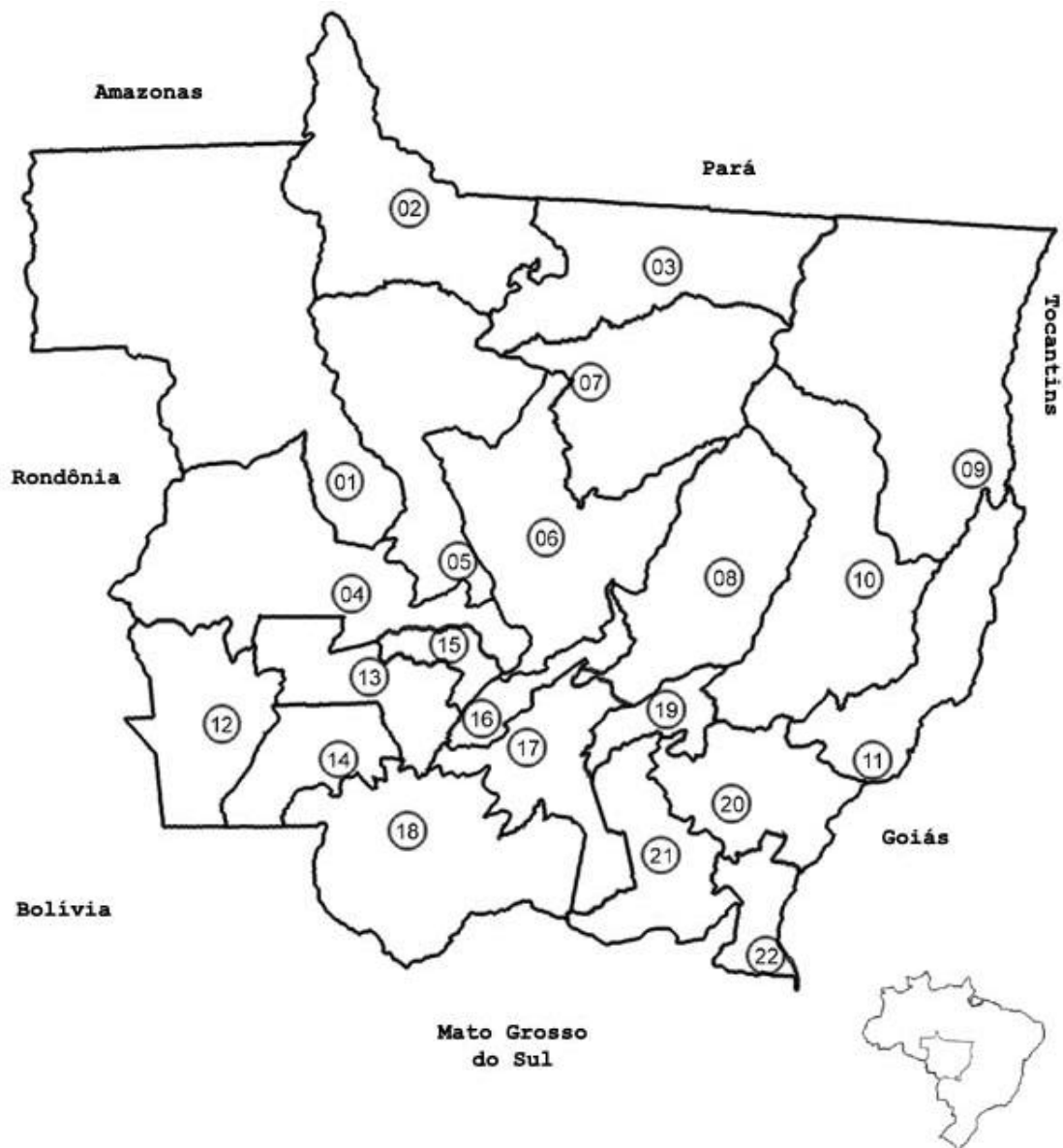
O Estado de Mato Grosso possui uma área de 901.420,7 km<sup>2</sup>, participa com 55,91% em relação à área da região Centro-Oeste (1.612.077,2 km<sup>2</sup>) e 10,5% do território nacional, sendo Cuiabá a capital do Estado. Limita-se ao norte com os Estados do Amazonas e Pará; a leste com os Estados de Tocantins e Goiás; ao sul pelo Estado de Mato Grosso do Sul; e ao Oeste com o Estado de Rondônia e o país Bolívia. Em território mato-grossense, as distâncias máximas são de 1.180 km na direção norte-sul, e entre os pontos extremos leste-oeste são de 1.250 km.

Subdivide-se o Estado, atualmente, em 142 municípios. Agrupam-se os municípios em cinco mesorregiões e 22 microrregiões homogêneas, para fins estatísticos do IBGE (2000). A Figura 12 e a Tabela 9 mostram a localização deste Estado assim como suas microrregiões homogêneas numeradas segundo o IBGE.

De acordo com o Censo Demográfico do IBGE (2000), Mato Grosso possui uma população de 2.502.260 habitantes, o que representa 1,47% de população do país e 27,46% da população da região Centro-Oeste. A densidade demográfica é de 2,75 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2000), sendo que a composição demográfica é de 73,23% urbana e 26,77% rural.

Para este estudo, procedeu-se o zoneamento do Estado, com vistas à identificação de pólos econômicos, pressupondo-se que nestes concentram-se algumas atividades relacionadas à comercialização, armazenagem de produtos agrícolas e empresas agroindustriais. Para estudos dessa natureza, a identificação de pólos significa concentração das atividades econômicas, maior produção de soja, população e infra-estrutura de transporte. Neste estudo os Pólos e suas respectivas áreas de influência encontra-se na Figura 13.

Diante dessa identificação, os pólos foram hierarquizados segundo seu alcance espacial no escoamento da produção. Dessa forma, estabeleceu-se a região de influência das cidades, hierarquizada conforme localidades centrais e suas respectivas áreas de influência.



Fonte: IBGE, SEPLAN-MT. (2000)

Figura 12 - Localização geográfica e microrregiões homogêneas do Estado de Mato Grosso.

Tabela 9 - Microrregiões homogêneas e seus respectivos pólos

N.º	Mesorregião	Microrregião	Pólo	Código
1	Norte mato-grossense	01 Aripuanã	Brasnorte	BTE
		02 Alta Floresta	Alta Floresta	AFL
		03 Colider	Colider	COL
		04 Parecis	Campo N. Parecis	CNP
		05 Arinos	São J. Rio Claro	SRC
		06 Alto Teles Pires	Sorriso	SOR
		07 Sinop	Sinop	SIN
		08 Paranatinga	Paranatinga	PGA
2	Nordeste mato-grossense	09 Norte Araguaia	Rib. Cascalheira	RCA
		10 Canarana	Nova Xavantina	NXA
		11 Médio Araguaia	Barra do Garças	BGA
3	Sudoeste mato-grossense	12 Alto Guaporé	Pontes e Lacerda	PLA
		13 Tangará da Serra	Tangará da Serra	TGA
		14 Jaurú	Mirassol D' oeste	MIR
4	Centro-Sul mato-grossense	15 Alto Paraguai	Nortelândia	NDA
		16 Rosário Oeste	Rosário Oeste	ROS
		17 Cuiabá	Cuiabá	CBA
		18 Alto Pantanal	Cáceres	CAC
5	Sudeste mato-grossense	19 Primavera Leste	Primavera Leste	PLE
		20 Tesouro	General Carneiro	GCA
		21 Rondonópolis	Rondonópolis	ROO
		22 Alto Araguaia	Alto Taquari	ATA

Fonte: IBGE (2000).



Fonte: IBGE/SEPLAN-MT (2000).

Figura 13 - Pólos econômicos do Estado do Mato Grosso e suas respectivas áreas de influência.

Para a operacionalização, os dados referentes aos pólos incluem a localidade e sua respectiva área de influência. Para tal, foram considerados 130 municípios (IBGE, 1998), com suas respectivas produções, sendo subdivididos em 22 microrregiões. Em cada microrregião foi selecionado um Pólo, de acordo com os critérios descritos anteriormente. Para o caso do Estado de Mato Grosso, as microrregiões geográficas e os respectivos pólos de influência encontram-se na Tabela 9.

### **3.4. Operacionalização do modelo**

Neste trabalho desenvolveu-se um modelo com redes capacitadas para análise de transporte e localização de agroindústria de soja no Estado de Mato Grosso. Considerou-se apenas uma safra 1999/2000 e, como base, as condições de infra-estrutura de transporte e processamento, em 2000. Tomou-se como referência o mês de abril de 2000, em que se observa o fim da colheita da safra no Estado. O pico da colheita se dá nos meses de janeiro a março, ficando os meses de abril a agosto para o escoamento da safra interna e para fora do Estado.

Na formulação desse modelo, considerou-se os 22 pólos produtores de soja nos quais se subdividiu o Estado de Mato Grosso. Cada pólo constitui-se num ponto de produção e a demanda representada pelas agroindústrias instaladas no Estado. A ligação entre os pólos é feita por arcos que representam as vias de transporte que, neste trabalho, são as principais rodovias federais e estaduais. Considerou-se, também, a simulação da ferrovia no Estado, quando esta for implementada.

Para todos os arcos, as capacidades estão definidas em toneladas e os custos de transporte e os custos fixos de instalação das agroindústrias em reais a preços de abril de 2000.

A operacionalização ocorreu em duas partes, a saber: o atendimento (fluxo) da produção de soja nas unidades processadoras selecionadas pelo modelo e a posterior distribuição dessa produção entre as novas agroindústrias selecionadas pelo modelo.

### **3.5. Variáveis operacionais**

#### *a) Distâncias*

A Matriz de Distância Rodoviária (Tabela 10), em quilômetro, foi construída a partir das distâncias entre os pólos produtores e os centros de demandas (agroindústrias), bem como entre os pólos candidatos à instalação de uma nova unidade processadora, priorizando sempre as rodovias asfaltadas, tendo como base o GUIA QUATRO RODAS (1996). Neste estudo, foram consideradas as distâncias rodoviárias para simulação de fluxo de transporte atual e as distâncias ferroviárias para simulação futura, quando a ferrovia for implementada.

#### *b) Custos de transportes*

Os custos de transportes foram determinados basicamente em função da distância a ser percorrida, do tipo de carga a ser transportada e da modalidade de transporte a ser utilizada. Os custos de transporte referem-se aos custos de deslocamento da produção de soja dos Pólos produtores às agroindústrias em reais por toneladas, não considerando os custos de transporte das exportações para fora do estado e nem para o mercado externo, partindo do pressuposto de que os custos terminais tais como carga e descarga são os mesmos para todos os Pólos. Assim, sua exclusão não compromete os resultados. Quanto ao excedente da produção não-processado pelas agroindústrias do Estado de Mato Grosso, foi destinado para um porto (nó fantasma), com custo zero.

Para elaborar a matriz de custos de transporte, foram utilizados dados do Sistema de informações de Fretes para Cargas Agrícolas (SIFRECA/ESALQ/USP), referente ao mês de abril de 2000. Também foram utilizados dados de empresas da região para complementar a matriz dos custos de transportes.

Neste estudo, pelo fato de se estar trabalhando com dados agregados para os Pólos, não foram considerados custos de transporte para movimentações feitas dentro de um mesmo Pólo. A matriz de custos de transportes é apresentada na Tabela 11.

Tabela 10 - Matriz de distância em km entre os pólos produtores de soja no Estado de Mato Grosso, 2000

	A Taquari	Rondonópolis	G. Carneiro	P.Leste	Caceres	Cuiabá	R.Oeste	Nortelândia	M.Oeste	T.Serra	P.Lacerda	B. Garças	N.Xavantina	R.cascalheira	Paranatinga	Sinop	Sorriso	S.J.R.Claro	C.N.Parecis	Colider	A Floresta
Brasnorte	1080	792	1045	810	795	580	460	350	497	300	631	1110	1186	1105	736	350	428	508	183	461	412
A Floresta	1287	1022	1250	1090	997	812	689	732	1050	850	1224	1315	982	753	962	311	394	788	585	161	
Colider	1156	866	1121	886	863	656	535	576	915	694	1068	1186	881	592	806	155	238	592	644		
C.N.Parecis	860	570	825	590	612	360	260	240	534	116	448	927	1003	922	553	655	572	404			
S.J.R.Claro	820	532	785	550	532	320	197	173	605	288	760	823	966	1300	691	477	394				
Sorriso	893	628	856	648	306	418	295	338	655	456	830	921	1064	1295	308	83					
Sinop	1001	711	939	731	686	501	378	421	738	539	913	1004	1147	1378	391						
Paranatinga	527	262	345	139	586	371	367	625	638	615	813	410	400	631							
R.Cascalheira	678	768	439	414	1092	877	1000	1131	1144	1121	1319	374	231								
N.Xavantina	447	537	208	414	861	646	769	900	1092	890	1088	143									
B.Garças	304	394	65	271	718	503	626	757	770	747	945										
P.Lacerda	917	652	880	672	227	442	535	441	162	431											
T. Serra	719	454	682	474	204	244	203	142	152												
M. Oeste	742	477	705	497	52	267	360	266													
Nortelândia	729	464	692	475	214	254	141														
R.Oeste	598	333	561	353	308	123															
Cuiabá	475	210	438	230	215																
Cáceres	690	425	653	445																	
P.Leste	379	114	206																		
G.Carneiro	369	320																			
Rondonópolis	265																				

Fonte: Guia Rodoviário - Quatro Rodas (1996).

Tabela 11 - Matriz de custo de transporte de soja entre os pólos, em R\$/t, em abril de 2000, para o Estado de Mato Grosso

	A Taquari	Rondonópolis	G. Carneiro	P. Leste	Caceres	Cuiabá	R. Oeste	Nortelândia	M. Oeste	T. Serra	P. Lacerda	B. Garças	N. Xavantina	R. Cascalheira	Paranatinga	Sinop	Sorriso	S. J.R. Claro	C. N. Parecis	Colider	A Floresta
Brasnorte	130,5	39,85	92,7	39,4	38,8	28,53	25,47	19,63	27,95	16,65	34,98	61,48	72,85	77,65	45,95	23,65	28,45	34,62	22,81	55,26	89,63
A Floresta	85,69	67,74	84	72,2	66,3	54,28	45,72	48,52	69,68	56,45	82,62	87,52	65,42	50,62	64,52	17,48	22,62	52,25	38,86	10,18	
Colider	60,76	36,45	48	37,3	36,8	27,53	22,42	34,52	38,5	29,86	45,72	49,87	51,42	34,85	46,72	9,85	15,29	25,62	29,62		
C.N.Parecis	41,5	30,52	39,9	28,3	29,6	17,42	12,55	11,62	25,86	9,74	21,65	44,77	66,55	61,15	36,58	43,44	37,95	26,86			
S.J.R.Claro	42,55	29,43	43,5	30,5	29,4	17,48	15,86	13,85	33,45	22,45	42,86	45,88	53,46	71,95	38,26	26,45	21,85				
Sorriso	47,62	30,85	42,9	32,6	30,3	17,95	12,53	13,95	32,95	22,84	41,69	41,86	47,85	62,35	15,55	6,75					
Sinop	52,36	34,15	48,7	30,7	28,7	20,74	15,68	17,65	30,52	28,65	47,79	52,15	60,52	71,55	20,45						
Paranatinga	27,65	21,74	19	11,7	30,4	20,16	20,11	34,35	34,96	30,85	42,28	19,52	28,95	44,25							
R.Cascalheira	45,45	51,53	29,5	27,7	73,3	58,95	67,12	75,77	76,65	75,12	88,9	20,75	15,45								
N.Xavantina	29,95	35,96	14	27,7	57,8	43,65	51,5	60,65	56,75	46,26	56,47	10,45									
B.Garças	16,75	21,76	5,55	18,2	39,5	27,68	34,4	41,63	42,62	41,85	52,67										
P.Lacerda	44,15	31,53	42,5	32,3	11,9	21,25	25,76	21,25	12,85	20,74											
T. Serra	34,72	21,98	33	26,3	12,3	24,96	20,75	12,24	12,25												
M. Oeste	3,45	21,54	36,9	26	6,59	14,75	19,65	14,65													
Nortelândia	38,62	25,64	33,5	21	17,4	20,4	11,65														
R.Oeste	31,62	19,75	29,7	18	14,9	10,96															
Cuiabá	23,52	11,45	24,6	15,9	14,6																
Cáceres	36,96	20,55	34,2	21,6																	
P.Leste	23,75	10,65	16,7																		
G.Carneiro	20,53	16,98																			
Rondonópolis	14,53																				

Fonte: SIFRECA/ESALQ-USP (2000) e consultas feitas às empresas do Estado.



Para o cálculo do frete ferroviário dentro do Estado, utilizou-se, neste trabalho, a equação estimada por COSTA (2000), para a Ferronorte:

$$a) Y = 0,02620 x$$

em que Y = valor do frete, a preços de abril de 2000, em reais/toneladas; x = distância total (em km).

Essa equação foi estimada com dados obtidos através de equações regionalizadas, dados coletados em campo ou informações secundárias para a região da Amazônia Legal.<sup>8</sup>

Considerou-se o custo de transbordo de R\$ 2,00 a tonelada, onde houve embarque intermodal.

#### *c) Pólos de produção de soja*

Os Pólos produtores considerados neste trabalho foram os 60 municípios mato-grossenses produtores de soja na safra de 1999/2000, que foram agrupados em 22 Pólos (Tabela 2A - Apêndice A).

Os municípios analisados foram aglutinados de modo que os de menor volume de produção fossem incorporados aos de maior produção, de acordo com a distância entre eles, de forma que os municípios Pólos recebessem a produção dos pequenos municípios de sua área de influência. Assim, optou-se pelo processamento dos dados dos 22 pólos produtores de soja, representando todo o Estado de Mato Grosso (Tabela 2A).

No processo de seleção dos Pólos candidatos a receberem uma instalação de agroindústria de esmagamento da soja, a produção é um dos fatores decisivos, sendo analisada, também, sua infra-estrutura de transporte, população, bancos etc. Assim, os municípios com maior volume de produção são os candidatos potenciais a receberem unidades de esmagamento de soja (farelo de soja).

---

<sup>8</sup> A Amazônia Legal compreende aos Estados de Mato Grosso, Pará, Rondônia, Maranhão, Amazonas, Acre, Tocantins, Roraima e Amapá.

#### *d) Investimento em construções e ampliações*

O custo de instalações de novas agroindústrias, bem como a ampliação das unidades já existentes, foi calculado de acordo com as planilhas de investimento em novas empresas da Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração do Programa de Desenvolvimento Industrial do Estado de Mato Grosso (PRODEI - 2000). Nesse sentido, foi considerado o custo da obra e equipamentos necessários para que as agroindústrias possam processar o esmagamento da soja e derivados.

### **3.6. Fonte de dados**

Para execução da pesquisa foram utilizados dados secundários de custos de transportes, referentes ao frete rodoviário dentro do Estado de Mato Grosso, coletados no Sistema de informações de Fretes para Cargas Agrícolas (SIFRECA/ESALQ-USP) e nas empresas de transporte da região. A quantidade produzida de soja por microrregião, referente à safra (1999/2000), foi coletada no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e na Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso (SEPLAN). A capacidade de processamento das agroindústrias dentro do estado de Mato Grosso foi coletada na Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Mato Grosso (SICMT). Foram, ainda, utilizados dados secundários dos seguintes órgãos oficiais: Federação da Agricultura do Estado de Mato Grosso (FAMATO), Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Mato Grosso (DER-MT), Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), Secretaria da Fazenda do Estado de Mato Grosso (SEFAZ), Federação da Indústria e Comércio do Estado de Mato Grosso (FIEMT) e Ministério dos Transportes.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentam-se os principais resultados obtidos pelos procedimentos metodológicos descritos neste trabalho. É importante lembrar que o modelo básico foi formulado tendo-se por base as condições de infraestrutura de transporte e agroindústria processadora de soja existentes no Estado de Mato Grosso, em 2000.

Os resultados são apresentados na seguinte ordem. Primeiro, é feito o mapeamento da produção da soja no Estado, com os municípios produtores, considerando a produção da safra de 1999/2000. Para esse mapeamento utilizou-se do *software* nacional SPRING<sup>R</sup> versão 3.5.

A seguir, é feita operacionalização do modelo referente ao fluxo da produção da soja entre os Pólos produtores para as agroindústrias existentes no Estado. Esse fluxo da produção considera as rodovias existentes e a implantação de novos trechos rodoviários, sejam eles pavimentados ou não. Ainda nesta parte, é explorado o cenário de inclusão de ferrovia e comparado com a situação padrão encontrada no modelo.

Por fim, utiliza-se da localização de novas agroindústrias selecionadas pelo modelo e a posterior distribuição da produção dentro do Estado. Considera-se, também, a mesma condição da malha rodoviária e da ferrovia a ser implementada no Estado.

A seguir são apresentados alguns aspectos gerais da solução ótima do modelo básico (solução padrão), seguidos dos resultados das simulações feitas

de transporte e da localização das agroindústrias. Todos os custos considerados na operacionalização estão em reais, a preços de abril de 2000. Tais custos referem-se a despesas com transporte, instalações e ampliação de agroindústrias de processamento de soja.

O custo total obtido na primeira parte da solução padrão foi de 204.286,6 mil reais. Esse custo apresentou apenas o custo de transporte rodoviário e ferroviário dentro do Estado de Mato Grosso.

Na solução padrão, o transporte de soja pela ferrovia foi feito como se a Ferronorte estivesse operando. A simulação partiu de dois pólos, Sorriso e Campo Novo dos Parecis, ambos para o Pólo de Cuiabá, por onde essa ferrovia passará.

As maiores disponibilidades de processamento da soja pelas agroindústrias verificam-se no período de pico da colheita, que se dão nos meses de janeiro a abril. Na solução padrão, de um total de, aproximadamente, 8,5 milhões de toneladas de soja, produzidos no Estado, apenas 32% foram processados pelas agroindústrias instaladas nos Pólos de Cuiabá (capital) e no sul do Estado, em Rondonópolis. O restante da produção foi destinado para agroindústria do sul e sudeste do país, e posteriormente para o mercado externo (Europa e Ásia).

As principais agroindústrias de soja no Mato Grosso estão concentradas nas principais cidades do Estado, Cuiabá e Rondonópolis. Em Cuiabá, estão instaladas as seguintes empresas: Ceval Ltda; Encomind S/A; Sementes Maggi Ltda. e Sperafico S/A; em Rondonópolis a Ceval Ltda. e a Adm. S/A.

A capacidade instalada de esmagamento de soja no Estado, em 2000, era de 2,8 milhões t/ano, ou 9,3 mil t/dia. Em Cuiabá a capacidade total de esmagamento e produção de farelo de soja era de 1,7 milhões, e 307,5 mil toneladas/ano, respectivamente; em Rondonópolis esta capacidade é de 1,07 milhões t/ano de esmagamento e de 798,03 mil t/ano de produção de farelo de soja ao ano.

O excedente da produção, cerca de 5,69 milhões t (solução padrão), foi destinado para processamento para outras agroindústrias localizadas nos Estados do Paraná, Minas Gerais e São Paulo e foi destinada, também, parte da produção para o mercado externo.

Entre os Pólos que se destacaram na produção de soja (solução padrão), estão o Pólo de Campo Novo dos Parecis, como o principal Pólo produtor, com uma produção de 2,564 milhões toneladas. Nesse Pólo, os maiores produtores são os municípios de Campos de Júlio, Sapezal, Diamantino e Campo Novo dos Parecis. O Pólo de Sorriso ocupa o segundo lugar, com 2,047 milhões toneladas, com destaque para os municípios de Lucas do Rio Verde, Nova Mutum e Sorriso, e o Pólo de Rondonópolis, o terceiro, com 943,8 mil toneladas, destacando os municípios de Pedra Preta, Itiquira e Rondonópolis. Esses três Pólos concentram mais de 54% da produção de soja do Estado.

Outros pólos importantes que se destacaram na produção de soja, que são incluídos na solução padrão, são os Pólos de Primavera do Leste, Nova Xavantina, General Carneiro e Alto Taquari. O Pólo de Alto Taquari se destaca pela posição logística de escoamento, pois nele está localizado o terminal ferroviário FERRONORTE, que tem ligação direta com os principais portos de exportações (Santos e Paranaguá).

O Pólo de Campo Novo dos Parecis também se destaca pela posição logística onde está localizado. Parte de sua produção pode ser escoada pela Hidrovia do Madeira (Estado de Rondônia) (Figura 6 - mapa da hidrovia).

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

Inicialmente são apresentados os resultados relativos ao mapeamento de cultivo da soja no Estado do Mato Grosso.

#### 4.1. Mapeamento da produção de soja no Estado de Mato Grosso

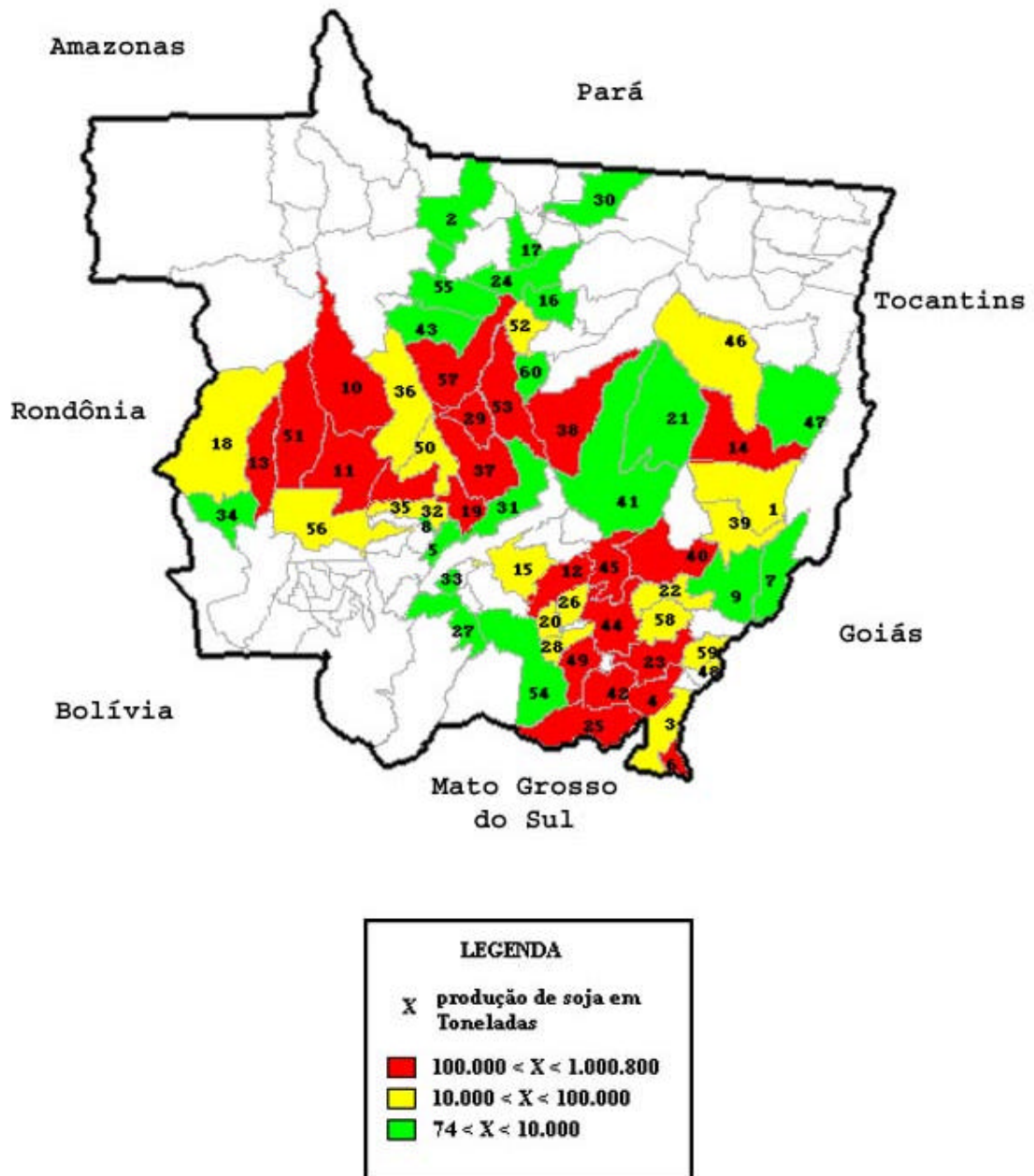
Constituiu-se um mapa de cultivo da soja no Estado de Mato Grosso, referente aos municípios produtores de grãos. Objetiva-se, assim, mapear municípios com produção expressiva de modo a possibilitar uma visualização para expansão de novos plantios.

Não se teve como intenção analisar os fatores edafoclimáticos e os solos da cultura da soja e, sim, apenas mostrar, através de um mapa, onde está concentrada a produção no espaço dentro do Estado de Mato Grosso, fornecendo um subsídio de informação aos produtores, cooperativas e governo para implementação de políticas agrícolas e demanda de créditos para produtores rurais.

Foram gerados pelo *software Spring* dois mapas para mostrar a localização da produção. O primeiro (Figura 14) mostra apenas a localização dos municípios e o segundo (Figura 15) apresenta a localização da produção e as principais rodovias federais e estaduais pavimentadas e não pavimentadas no Estado.

Analisando a Figura 14, foram constituídos três intervalos de produção: o primeiro se refere ao intervalo de produção maior que 100 mil e menor que 1.000.800 toneladas de soja, representado pela cor vermelha; o segundo representa a produção maior de 10 mil e menor de 100 mil toneladas (cor amarela), e o terceiro representado pela cor verde, corresponde ao intervalo de maior de 74 e menor de 10 mil toneladas.

No primeiro intervalo, estão concentrados os maiores municípios produtores de soja (cor vermelha). Esses municípios participaram com 89,35% da produção estadual de soja no ano de 2000. Com destaque para os Pólos de Campo Novos dos Parecis, que aglomera os municípios de Sapezal, Diamantino, Campos de Julio. O Pólo de Sorriso, segundo maior produtor, com destaque para os municípios de Nova Mutum, Lucas do Rio Verde. No Pólo de Rondonópolis, os principais produtores foram os municípios de Itiquira e Pedra Preta. No Pólo de Primavera do Leste destaca-se o município de Campo Verde. Por fim, tem-se o Pólo de Alto Taquari, com destaque para o município de Alto dos Garças.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2000).

Figura 14 - Mapa de produção de soja no Estado de Mato Grosso na safra de 1999/2000.

No segundo intervalo (cor amarela) estão concentrados 9,93% da produção de soja no Estado. Esses municípios correspondem a áreas novas de expansão e observa-se que se encontram em áreas intermediárias e/ou próximas das de maior produção. Neste intervalo destacam-se os seguintes municípios em expansão: Sinop, Nova Xavantina, Alto Araguaia, General Carneiro, Jaciara, Juscimeira, Dom Aquino.

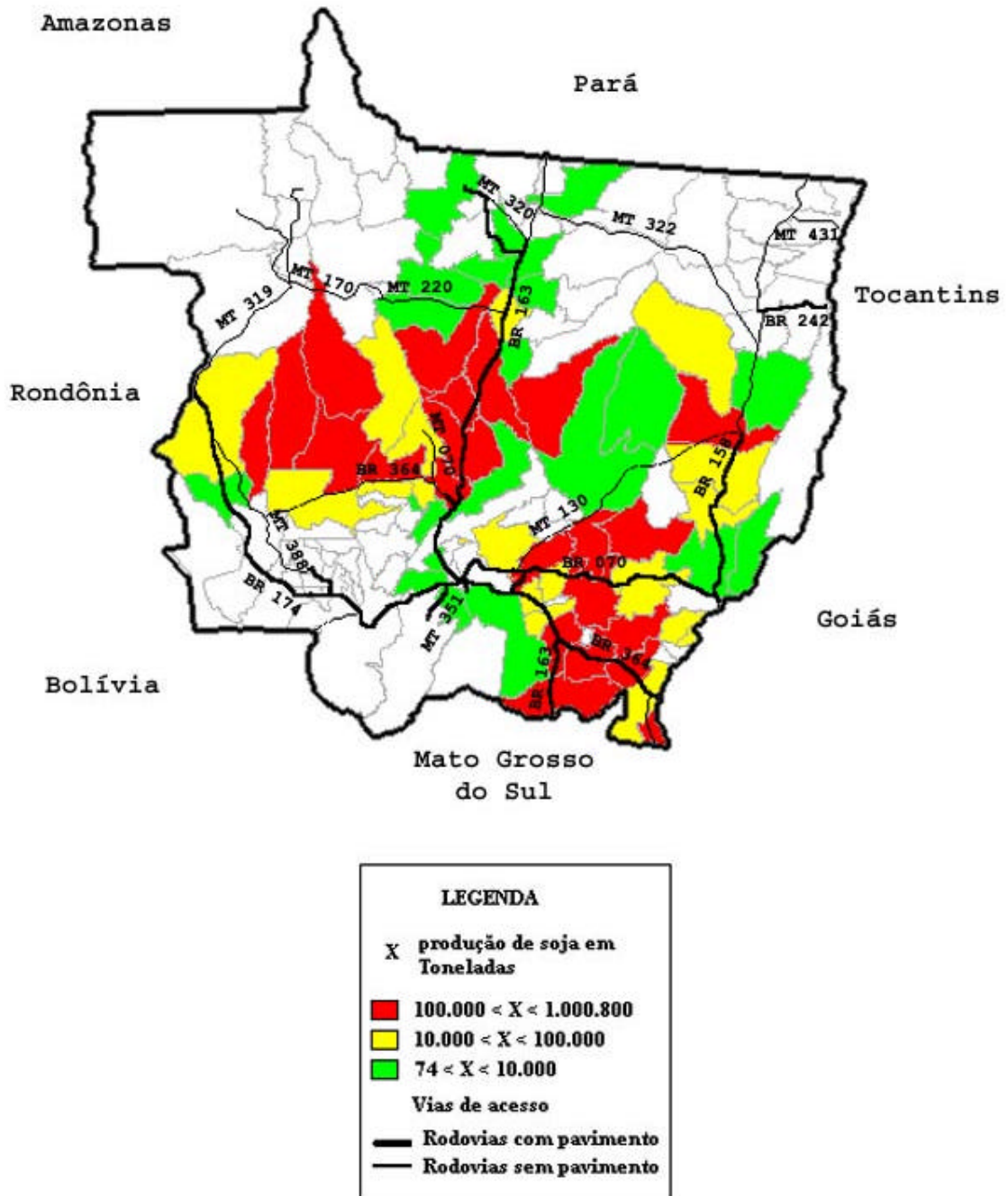
No último intervalo (Figura 14) concentram-se apenas 0,72% da produção de soja no Estado (cor verde). São municípios com pouca produção, que se localizam na parte norte do Estado (Pólo de Alta Floresta e Colíder) e em áreas com precária infra-estrutura de transporte, como é o caso do Pólo de Paranatinga e Ribeirão Cascalheira. Os Pólos de Barra dos Garças e de Pontes e Lacerda têm produção inferior a 10 mil toneladas, sendo suas atividades econômicas concentradas na pecuária de corte. Portanto, sua importância nesse estudo é de apenas servir como via de escoamento de grãos.

Enfim, a produção da soja em Mato Grosso concentra-se, basicamente, em duas Mesorregiões: Norte Mato-grossense e Sudoeste Mato-grossense, que totalizaram 91,6% da produção de soja no Estado em 2000. A principal Mesorregião produtora de soja é a Norte Mato-grossense, responsável por 60% do total produzido no Estado e composta pelas Microrregiões de Aripuanã (Pólo de Brasnorte), Alta Floresta (Pólo de Alta Floresta), Colíder (Pólo de Colíder), Parecis (Pólo de Campo Novo dos Parecis), Arinos (Pólo de São José do Rio Claro), Alto Teles Pires (Pólo de Sorriso), Sinop (Pólo de Sinop) e Paranatinga (Pólo de Paranatinga).

A segunda mais importante Mesorregião é denominada Sudoeste Mato-grossense, responsável por 31,6% da produção estadual de soja e composta pelas Microrregiões de Primavera do Leste (Pólo de Primavera do Leste), Tesouro (Pólo de General Carneiro), Rondonópolis (Pólo de Rondonópolis) e Alto Araguaia (Pólo de Alto Taquari). Tais microrregiões destacaram-se quanto à produção de soja os Pólos de Primavera do Leste e Rondonópolis.

A Figura 15 foi inserida neste trabalho com objetivo de mostrar o grande vazio, a dispersão espacial das rodovias existente no Estado. Notam-se

poucas rodovias federais interligando o extremo Norte do Estado sendo, portanto, extremamente insuficiente em relação à extensão territorial.



Fonte: INPE (2000). IBGE (2000).

Figura 15 - Mapa de produção de soja, na safra de 1999/2000, com as principais rodovias no Estado de Mato Grosso.

O Estado de Mato Grosso possui uma malha rodoviária de aproximadamente 84.200 km, das quais apenas 5% são pavimentadas, o que corresponde a cerca de 4.508 km.

As principais rodovias geradas pelo *software Spring 3.5* são apresentada na Figura 15, compostas pelas BR 070, 163, 174, 158 e BR 364 e pelas rodovias estaduais MT 322, 431, 020, 129, 130, 220, 170, 319, 320, 010, 235, 100 e 388.

A rodovia BR 163 constitui uma das principais rodovias do Estado, em função da sua integração desde o Norte (divisa PA/MT) até o Sul, com a divisa do Estado de Mato Grosso do Sul. Essa rodovia atravessa importantes regiões produtoras de grãos, com destaque para Pólo de Sorriso, cortando os municípios de Nova Mutum e Lucas do Rio Verde, região de alto potencial econômico. Ao sul do Estado, passa pelo Pólo de Rondonópolis, beneficiando os municípios de Itiquira, Juscimeira, Jaciara e Rondonópolis. A BR 163 apresenta-se como uma alternativa para o escoamento da produção para as regiões Sul e Sudeste do país.

A BR 364, também, é uma das principais rodovias, como alternativa para o transporte de soja, em direção a cidade de São Paulo, para processamento e exportação pelo porto de Santos. De acordo com a Figura 15, a BR 364 apresenta cerca de 450 km de rodovia sem pavimentação, estando localizada na maior região produtora de soja do Estado, a Chapada do Parecis. Nessa região, uma das alternativas para escoamento da produção é seguir pela BR 174, trecho coincidente da BR 364 até Porto Velho, e daí pelo modal hidroviário até o Porto de Itacoatiara, no Estado do Amazonas.

Ao Sul do Estado, a BR 364 atravessa os Pólos de Rondonópolis e Alto Taquari, beneficiando o escoamento da produção dos municípios de Alto Araguaia, Pedra Preta, Guiratinga, Poxoréo, Tesouro e Dom Aquino. A BR 364 corta o sul do Estado desde a divisa com o Estado de Goiás até a divisa com o Estado de Rondônia.

Os Pólos de Primavera do Leste, General Carneiro e Barra dos Garças são beneficiados com a BR 070 (Figura 15), que também constitui rota de escoamento da produção desses Pólos para o sul de Goiás e Uberlândia, em Minas Gerais.

A BR 158 inicia-se no Pólo de Barra dos Garças, atravessando os Pólos de Nova Xavantina e Ribeirão Cascalheira rumo ao Extremo norte do Estado até a divisa com o Estado do Pará. Os municípios beneficiados por essa rodovia são Água Boa, Canarana e Querência, que estão expandindo o plantio da soja. No futuro próximo, a BR 158 terá grande importância para escoamento da produção no Estado pelo modal hidroviário, ou seja, a hidrovía Araguaia-Tocantins, que num processo intermodal, chegaria ao Porto de Itaqui, localizado no Estado do Maranhão, saída para o oceano atlântico.

As rodovias estaduais selecionadas pelo modelo apresentam pouca importância para o escoamento da produção pelo interior do Estado. Sua distribuição é esparsa e encontra-se sem pavimentação na maior parte do Estado.

As principais rodovias estaduais que têm influência na produção de grãos no Estado são as MT 235, 100, 170, 220, 130, 010, beneficiando os Pólos de Campo Novo dos Parecis, Alto Taquari, Brasnorte, Sinop, Paranatinga e São José do Rio Claro, respectivamente.

As MT 322 e 431, localizadas ao norte do Pólo de Ribeirão Cascalheira, são precárias e, no período de chuvas, é impossível a trafegabilidade nesta região.

Em síntese, o mapeamento proporciona informações que podem ser usadas para tomadas de decisão por parte do Governo, Cooperativas e produtores no Estado de Mato Grosso.

#### **4.2. Resultados das simulações do modelo de transporte**

Inicialmente foram feitas 14 simulações de transporte, das quais 13 relativas a rodovias e uma referente à ferrovia. Das 13 simulações com rodovias, oito referem-se a simulações com rodovias a serem pavimentadas, além de uma simulação feita com as principais rodovias na mesma situação, incluída no modelo. Nessas simulações foram reduzidos 50% do custo de transporte por toneladas e quatro simulações foram feitas com trechos rodoviários não-pavimentados.

No caso das simulações de implantação de novos trechos rodoviários, considerou-se que eles terão apenas revestimento primário. Alguns trechos rodoviários (estaduais e federais) no Estado estão sendo pavimentados.

A simulação de ferrovia refere-se à implementação da ferrovia FERRONORTE no trecho que liga os Pólos Alto Taquari a Rondonópolis e Cuiabá. No Pólo de Cuiabá há uma conexão para o Pólo de Campo Novo dos Parecis (Oeste do Estado) e outra para o Pólo de Sinop, Norte do Estado.

A ferrovia é de extrema importância para o futuro escoamento da produção do Estado, pois fará ligação com os principais portos do país e terá saída estratégica para a Hidrovia do Rio Madeira (Porto Velho), fazendo ligação com o Porto de Santarém no Pará.

#### **4.2.1. Rodovias**

Nesta parte, objetivou-se determinar a alocação modal ótima dos fluxos estimados, aquela que minimiza os custos totais de transporte de soja no Estado do Mato Grosso, dentro da modalidade de transporte rodoviário efetivamente disponibilizada em 2000.

Os principais resultados obtidos com as simulações de transporte rodoviários encontram-se sumariados na Tabela 12 e na Figura 16.

A Figura 16 representa o fluxo da soja no Estado de Mato Grosso e as alternativas de escoamento da produção da soja para fora do Estado. Ao norte tem-se a possibilidade de escoamento via a BR 163 para o Porto de Santarém no Pará.

A noroeste do Estado, através da BR 364, a soja pode ser escoada via processo intermodal, primeiro pelo modal rodoviário até Porto Velho-RO e, a partir desse ponto, seguiria via modal hidroviário para o Porto de Itacoatiara-AM. A grande saída da produção da soja no Estado de Mato Grosso se dá pela BR 163, no sul do Estado, passando pelos Pólos de Rondonópolis e Alto Taquari. Neste Pólo está localizado o terminal da Ferronorte, onde a ferrovia encontra-se em funcionamento até o Porto de Santos-SP.

Através da BR 163, a soja atinge as principais agroindústrias de esmagamento da soja que se localizam no sul (Paraná) e sudeste do país (Minas Gerais e São Paulo). Outra alternativa de escoamento via rodovia é a

BR-070, saindo do Pólo de Barra dos Garças para o Estado de Goiás e Minas Gerais. Essas são as saídas de escoamento da produção para fora do Estado de Mato Grosso.

Com relação ao fluxo interno da soja no Estado de Mato Grosso, observa-se que o escoamento se dá em direção aos Pólos de Cuiabá (capital do Estado) e Rondonópolis, onde estão concentradas as agroindústrias esmagadoras de soja no Estado. As principais rotas acontecem da seguinte forma: a soja sai do Pólo de Sinop para o Pólo de Sorriso e deste para o Pólo de Cuiabá e/ou Rondonópolis, o Pólo de Campo Novo dos Parecis escoar parte da sua produção para as agroindústrias (Cuiabá e Rondonópolis) e outra parte segue via hidrovía para o Porto de Itacoatiara-AM, atingindo o mercado externo.

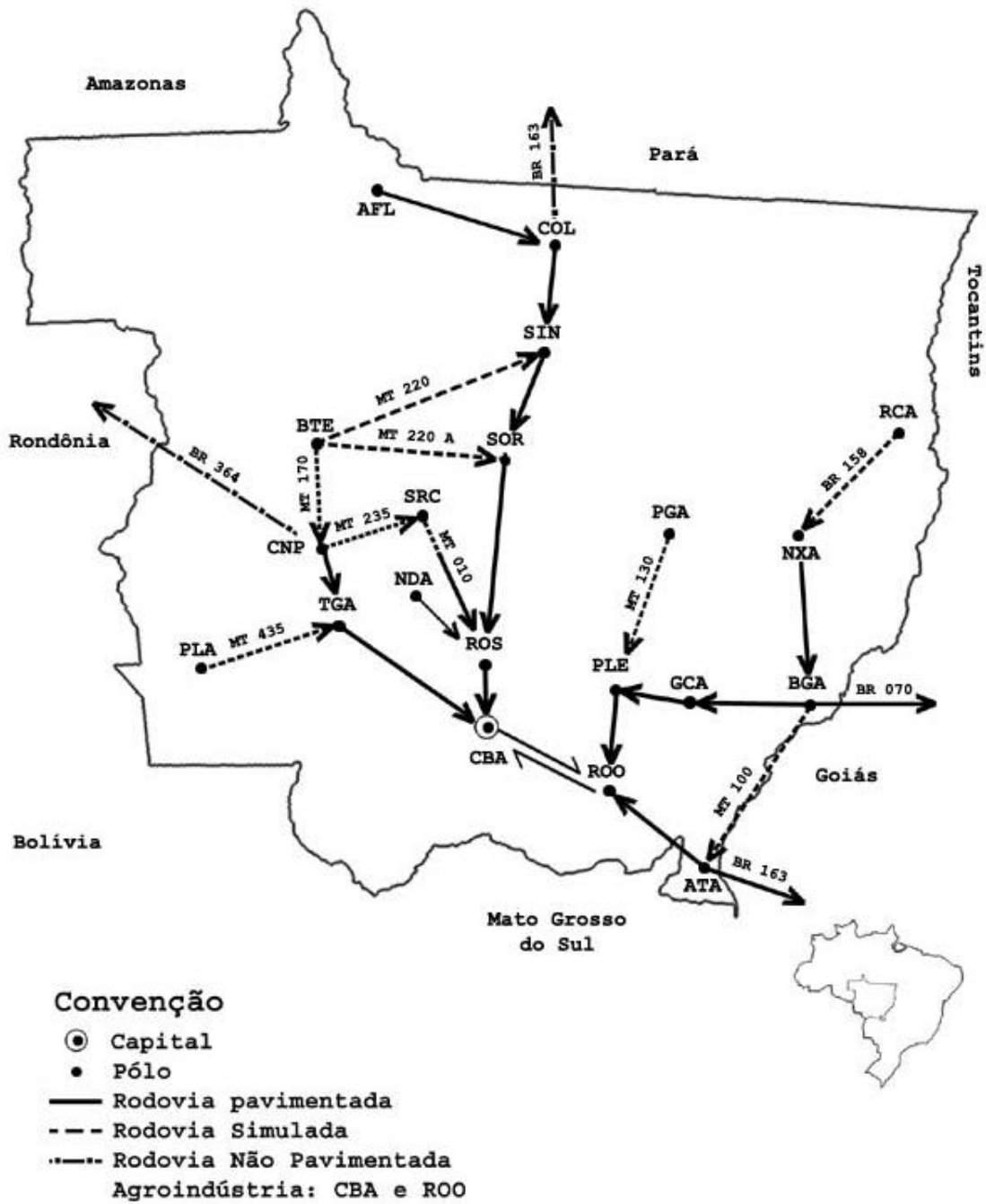
O Pólo de Nova Xavantina escoar sua produção para o Pólo de Barra dos Garças, Primavera do Leste e, em seguida, para o Pólo de Rondonópolis. Nessa cidade, parte da soja é esmagada e processada em farelo de soja e derivados e outra parte é armazenada e transferida posteriormente para outras unidades das empresas, localizadas no sul do país.

No cenário 1 apresenta-se o custo total da distribuição de soja da solução padrão, que é de 204.286,6 mil reais. Nos cenários seguintes está cada simulação independente, cuja variação no custo total é comparada à solução padrão.

Tabela 12 - Valor da solução ótima e resultados das simulações de transporte para o Estado de Mato Grosso

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

Fonte: Resultados da pesquisa.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 16 - Demonstração de cenário e do fluxo da soja no Estado de Mato Grosso, em 2000.

O cenário 2 refere-se à simulação da rodovia estadual MT 170, que liga o Pólo de Brasnorte ao Pólo de Campo Novo dos Parecis. Essa rodovia possui uma extensão de 183 km e sua localização pode ser visualizada, assim como todas as outras rodovias simuladas, na Figura 16.

Nesse cenário, o Pólo de Brasnorte destina sua produção de 161.350 t de soja para o Pólo de Campo Novo dos Parecis. O município de Brasnorte é o único produtor no Pólo com potencial de expandir sua produção para outros municípios, à medida que novas rodovias forem pavimentadas.

O efeito no custo total de tal simulação foi uma redução de R\$ 1.841,0 milhões de reais no custo total de distribuição em relação à solução padrão, correspondendo a uma variação percentual de -0,9% em relação à mesma solução.

A introdução da MT 435 ligando o Pólo de Pontes e Lacerda ao Pólo de Tangara da Serra teve pouca influência na redução do custo total do modelo (cenário 3), o que aconteceria mesmo sendo tal rodovia pavimentada. Esse trecho possui uma extensão de 431 km e seu efeito no custo total foi uma redução de apenas de R\$ 22,4 mil, em relação à solução padrão. Em termos percentuais, teve uma redução -0,01%, a menor de todas as simulações. A produção do Pólo foi baixa, com 2.160 t, sendo sua atividade econômica concentrada na pecuária, constituindo forte produtor de bovino, com grandes frigoríficos instalados na região. A pavimentação beneficiaria, portanto, essa atividade, com melhor integração do comércio regional. Outra rodovia importante é a BR 174, ligando este Pólo à capital do Estado de Rondônia, Porto Velho. No Pólo de Tangará da Serra, a produção de 79.400 t de soja seguiria pela rodovia pavimentada, BR 364, até a agroindústria localizada no Pólo de Cuiabá.

Por ser analisado um único produto, no caso a soja, algumas reduções no custo total não apresentaram grande relevância. Porém, a pavimentação e melhoria na infra-estrutura de transporte irão incrementar a utilização dessas rotas para escoamento de outros produtos como milho, arroz, algodão, transporte de suínos, bovinos, aves, inclusive uma incrementação no turismo na região.

No cenário 4, introduziu-se no modelo a única rodovia federal, a BR 158, do trecho de Ribeirão Cascalheira ao Pólo de Nova Xavantina, o que

proporcionou uma redução no custo total de R\$ 305,2 mil. Tal número, em relação à solução padrão, correspondeu a uma variação percentual de -0,14%. Esse trecho rodoviário possui uma extensão de 231 km e seria uma alternativa de escoamento da produção do Pólo de Ribeirão Cascalheira, para o Sul do estado (Rondonópolis). Outra alternativa desse Pólo seria o escoamento via Hidrovia Araguaia-Tocantins (a ser concluída no Estado) até o Porto de Itaquí, no Maranhão, utilizando um processo intermodal. Os municípios produtores de soja desse Pólo são Querência e Ribeirão Cascalheira, com 39.400 t e 74 t, respectivamente. No Pólo de Nova Xavantina continuaria o escoamento via BR 158, sendo que a partir desse trecho a BR está pavimentada. A produção total desse Pólo foi de 510.474 t e seus principais municípios produtores foram Água Boa, Canarana, São Joaquim e Nova Xavantina.

A introdução no modelo da rodovia MT 130, que liga o Pólo de Paranatinga ao Pólo de Primavera do Leste (cenário 5), reduziu o custo total em R\$ 87,2 mil, correspondendo à segunda menor variação (-0,04%), em relação à solução padrão. Essa rodovia é importante para a integração do interior do Estado. No Pólo de Primavera do Leste essa rodovia se encontra asfaltada, constituindo um dos principais produtores de soja do Estado, com mais de 800 mil toneladas. Parte de sua produção foi destinada para a agroindústria, localizada em Rondonópolis, sul do Estado. Nesse cenário, foram transportadas 14.593 t de soja do Pólo de Paranatinga para o Pólo de Primavera do Leste. Destacam-se os municípios de Campo Verde e Primavera do Leste.

O cenário 6 simula a pavimentação da rodovia estadual MT 010, que liga o Pólo de São José do Rio Claro ao Trevo da BR 364, localizada no município de Diamantino-MT. Possui uma extensão de 108 km e houve decréscimo no custo total de R\$ 641,5 mil, o que correspondeu a uma variação de -0,31%, em relação à solução padrão. Esse trecho é uma alternativa de fluxo para o escoamento da produção dos municípios de influência da região (Porto dos Gaúchos, Nova Maringá, Tabaporã). Esse Pólo produziu um total de 134.432 t, produção que segue pela MT 010 até o Trevo da BR 364 e continua até Cuiabá, para processamento na agroindústria.

A inclusão no modelo da rodovia MT 220, que liga o Pólo de Brasnorte ao Pólo de Sinop (cenário 7), possui uma extensão de 350 km e constitui uma

alternativa de fluxo de soja que sai do município de Sinop. Ao invés de a produção de Brasnorte seguir pela MT 170, a Tangará da Serra e, em seguida, acessar a BR 364, uma das principais rodovias de escoamento de grãos para exportação, o produto pode seguir de Sinop, acessando a BR 163 e ir até o Porto de Santarém, no Pará. Outra alternativa seria o transporte intermodal, indo de rodovia até Sinop e seguindo via ferrovia até o Porto de Santarém no Estado do Pará.

O Pólo de Sinop constitui importante centro de produção agropecuária e indústria de beneficiamento de madeira. A melhora na infra-estrutura de transporte causaria grande impacto na economia local, beneficiando os municípios adjacentes como Santa Carmem, Vera, Cláudia e Itaúba.

O custo total decresceu R\$ 2.337,2 mil com a introdução no modelo da MT 220, no trecho de Brasnorte a Sinop. Isso correspondeu a uma variação percentual, em relação à solução padrão, de -1,14%.

Todas estas simulações de transporte têm-se por base a situação física existente em 2000 e de tarifas vigentes no Estado de Mato Grosso, em abril de 2000. Alterações nos valores entre tarifas, mudanças nos fluxos de escoamento, localização de agroindústria de processamento e alteração de produção de soja entre os Pólos podem alterar os resultados aqui apresentados.

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

No Pólo de Sorriso, tem-se a segunda maior produção de soja do Estado de Mato Grosso, com 2.047,3 mil toneladas. Há importantes municípios voltados para essa atividade, entre os quais se destacam: Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Tapurah. Esses municípios caracterizam-se pela ocupação recente (projetos de colonização públicos e privados) e com forte migração sulista.

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

Outra alternativa de escoamento da produção do Pólo de Campo Novo dos Parecis, que inclui um processo intermodal, é pela BR 364 até Porto Velho, via modal rodoviário e, a partir deste ponto, via modal hidroviário, pela Hidrovia do Madeira. Hoje, parte de produção dessa região é escoada pela hidrovia. Esse Pólo se constitui no maior produtor de soja do Estado de Mato Grosso, com uma produção que ultrapassa as 2,5 milhões de toneladas, sendo seus principais municípios produtores Diamantino, Sapezal, Campos de Júlio e Comodoro.

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

Nas quatro últimas simulações de rodovias (cenários 11, 12, 13, e 14), procurou-se avaliar o efeito sobre o custo total sem as devidas pavimentações. Nos cenários 11 e 12, introduziu-se, no modelo, a rodovia MT 220, agora uma estrada de chão, inicialmente de Brasnorte a Sinop e, posteriormente, num trecho maior, de Brasnorte a Sorriso. O trecho inicial possui uma extensão de

350 km e o trecho maior, 428 km. Essa rodovia segue pelo interior, ao norte do Estado, chegando até a BR 163, uma das principais rodovias federais, e corta o Estado de Norte a Sul.

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

A introdução no modelo da rodovia MT 100, no trecho de Barra do Garças ao Pólo de Alto Taquari, com uma extensão de 304 km, proporcionou um aumento no custo total de R\$ 5.453,5 mil (cenário 13). Isso correspondeu a uma variação percentual, em relação à solução padrão, de 2,66%. Por outro lado, essa ligação mostra-se interessante, como alternativa para escoar a produção dos Pólos de Ribeirão Cascalheira, Nova Xavantina, General Carneiro e Barra dos Garças até o terminal ferroviário Ferronorte, localizado no Pólo de Alto Taquari, partindo daí para o Porto de Santos-SP e Porto Paranaguá-PR, num processo intermodal. O terminal ferroviário de Alto Taquari embarcaria mais de 1.449,5 mil toneladas de soja, oriunda desses Pólos.

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

Das 13 simulações efetuadas com rodovias, o cenário 9 (pavimentação da MT 235 que liga o Pólo de Campo Novo dos Parecis a São José do Rio Claro) foi o mais significativo quanto à redução no custo total.

Outros cenários que também proporcionaram importantes reduções no custo total foram os de número 10 (que incluem a pavimentação das principais rodovias utilizada no modelo) e 7 (pavimentação do trecho da MT 220, que liga o Pólo Brasnorte ao Pólo de Sinop).

#### **4.2.2. Ferrovia**

Na simulação com ferrovia, foi feito apenas um cenário, considerando hipoteticamente a ferrovia Ferronorte operando, o que hoje não ocorre. O cenário 15 (Tabela 12) refere-se à introdução no modelo do trecho ferroviário de Sorriso (norte do Estado) a Cuiabá, com uma extensão de 450 km. Outra conexão seria do Pólo de Campo Novo dos Parecis à capital do Estado, Cuiabá. Seu efeito no custo total foi uma redução de R\$ 86.862,4 mil, o que correspondeu a uma variação de -42,51%, em relação à solução padrão.

No cenário foram considerados como ponto de transbordo os Pólos de Sorriso e Campo Novo dos Parecis, utilizando-se um processo intermodal. A produção dos Pólos de Alta Floresta, Colider e Sinop seguiria via rodoviária até Sorriso e, a partir deste ponto, seguiria pela ferrovia até Cuiabá, para a agroindústria. Outra alternativa para escoamento pela ferrovia seria a continuação desta para o Norte do Estado, até o Porto de Santarém. O percurso total da ferrovia, partindo de Cuiabá até o Porto de Santarém, é de 2.000 km (Figura 7).

Na outra conexão, a produção sairia do Pólo de Campo Novo dos Parecis para o Pólo de Cuiabá. O Pólo de Campo Novo dos Parecis receberia a produção via modal rodoviário dos Pólos de Brasnorte, Tangará da Serra, Pontes e Lacerda, para, em seguida, embarcar no modal ferroviário. Nesse cenário, foi considerado o custo de transbordo de R\$ 2,00 a toneladas.

Outra alternativa seria o escoamento da produção num processo intermodal; a produção sairia do Pólo de Campo Novo dos Parecis, via modal ferroviário, até Porto Velho, Estado de Rondônia; em seguida, a produção seguiria via modal Hidroviário, pela hidrovía do Madeira até o Porto de Belém, no Pará. Isso é relevante se se considera o interesse por esse processo intermodal para o transporte de grãos para sua exportação via Porto de Belém, no Pará.

O Pólo de Rondonópolis continuaria recebendo a produção via modal rodoviário dos seguintes Pólos: Primavera do Leste, Paranatinga, General Carneiro, Barra dos Garças, Ribeirão Cascalheira e Nova Xavantina.

Como se pode notar, o cenário foi relevante quando se considera redução no custo de transporte.

#### 4.3. Locais de instalação das novas agroindústrias de processamento de soja

Os locais escolhidos pelo modelo para instalações de novas agroindústrias processadoras de soja foram os Pólos de Tangará da Serra e Alto Taquari, cuja capacidade de processamento foi delineada em 1.500 e 900 mil t/ano, respectivamente (Tabela 13).

Tabela 13 - Capacidade de processamento das agroindústrias processadoras de soja selecionadas pelo modelo no Estado de Mato Grosso - custo de instalação, ampliação e de transporte (em mil reais)

Pólos agroindustriais	Capacidade atual (1.000 t/ano)	Capacidade ampliada e, ou, implementada (1.000 t/ano)	Custo de instalação (1.000 reais)	Custo de ampliação (1.000 reais)
Cuiabá	1.720	856	-	250.0000
Rondonópolis	1.076	1.424	-	270.000
Alto Taquari	-	900	223.000	-
Tangara da Serra	-	1.500	240.000	-
Total	2.796 ( 1)	4.680 ( 2)	463.000 ( 3)	520.000 ( 4)
Total (1) + (2)	7.476			
Total (3) + (4)	983.000			
Custo de transporte em 1.000 reais (5)		365,3		
Custo total (3) + (4) + (5)		983.365,3		

Fonte: Dados da pesquisa.

Na capacidade atual, o Estado de Mato Grosso processa apenas 32% da produção de soja em farelos e derivados, sendo o restante escoado em grãos para outros Estados e para o exterior. As agroindústrias instaladas no

Estado estão localizadas em Cuiabá e Rondonópolis, tendo capacidade de esmagamento de 1.720 e 1076 mil t/ano, respectivamente. De acordo com a Tabela 13, os Pólos de Cuiabá e Rondonópolis tiveram sua capacidade ampliada em 856 e 1.424 mil t/ano. Com tais ampliações e novas instalações das agroindústrias, o Estado passaria a processar 7.476 mil t/ano, correspondendo a 88% da produção de soja da safra de 1999/2000. É importante destacar que o processamento não atinge 100% da produção do Estado devido à limitação da capacidade de processamento das agroindústrias.

Analisando-se os custos, observa-se um mínimo total de R\$ 983.365,3 mil (resultado do modelo), com as seguintes composições: o custo de novas instalações foi de R\$ 463.000 mil, correspondendo a 47,08% do custo total; o custo de ampliação das agroindústrias já instaladas no Estado foi de R\$ 520.000 mil, e o custo de transporte foi de R\$ 365,3 mil reais, correspondendo a 52,87% e 0,05%, respectivamente.

A Tabela 14 e a Figura 17 mostram a nova distribuição otimizada de soja dos Pólos produtores para as agroindústrias no Estado. Com a instalação da nova agroindústria no Pólo de Tangará da Serra, cuja capacidade é de esmagamento de 1.500 mil t/ano, seria atendida a produção de 79.400 t, bem como a produção dos Pólos de Brasnorte e de Pontes e Lacerda com 161.350 e 2.160 t, respectivamente. No Pólo de Campo Novo dos Parecis, observa-se uma competição pela produção, sendo que 49% da produção foram escoados para o Pólo de Tangará da Serra (1.256.512 t) e 51% para a agroindústria localizada em Cuiabá. Em termos percentuais, a agroindústria de Tangará da Serra foi abastecida com 83,80% da soja oriunda do Pólo de Campo Novo dos Parecis; 10,76% do Pólo de Brasnorte; 5,3% do próprio Pólo. O destino final do processamento em farelo de soja seria parte para o mercado interno e o restante para o mercado externo. Uma alternativa para escoamento da produção deste Pólo seria a Hidrovia do Rio Madeira, em Porto Velho, até o Porto de Itacoatiara-AM.

Tabela 14 - Resultado da distribuição (otimizada) dos pólos produtores de soja para as agroindústrias processadoras de soja no Estado de Mato Grosso

Agroindústrias (pólos)	Tangará da Serra		Cuiabá		Rondonópolis		Alto Taquari	
	Quantidade (t)	Participação (%)	Quantidade (t)	Participação (%)	Quantidade (t)	Participação (%)	Quantidade (t)	Participação (%)
Tangará da Serra	79.400	5.30						
Pontes e Lacerca	2.160	0.14						
Brasnorte	161.350	10.76						
Campo N. dos Parecis <sup>1</sup>	1.256.512	83.80						
Alta Floresta			540	0.01				
Colider			999	0.02				
Sinop			185.262	5.12				
Sorriso			2.047.356	56.68				
Cuiabá			20.900	0.57				
Rosário Oeste			3.317	0.09				
Campo N. dos Parecis <sup>2</sup>			1.307.798	36.19				
Nortelândia			46.770	1.32				
São José Rio Claro					134.432	5.44		
Primareva do Leste					826.600	33.37		
Paranatinga					14.593	0.58		
Nova Xavantina <sup>3</sup>					127.618	5.15		
General Carneiro					430.500	17.37		
Rondonópolis					943.800	38.09		
Ribeirão Cascalheira							39.474	4.40
Nova Xavantina <sup>4</sup>							382.856	42.68
Barra dos Garças							5.450	0.60
Alto Taquari							469.100	52.32
Total	1.499.422	100.00	3.612.942	100.00	2.477.543	100.00	896.880	100.00

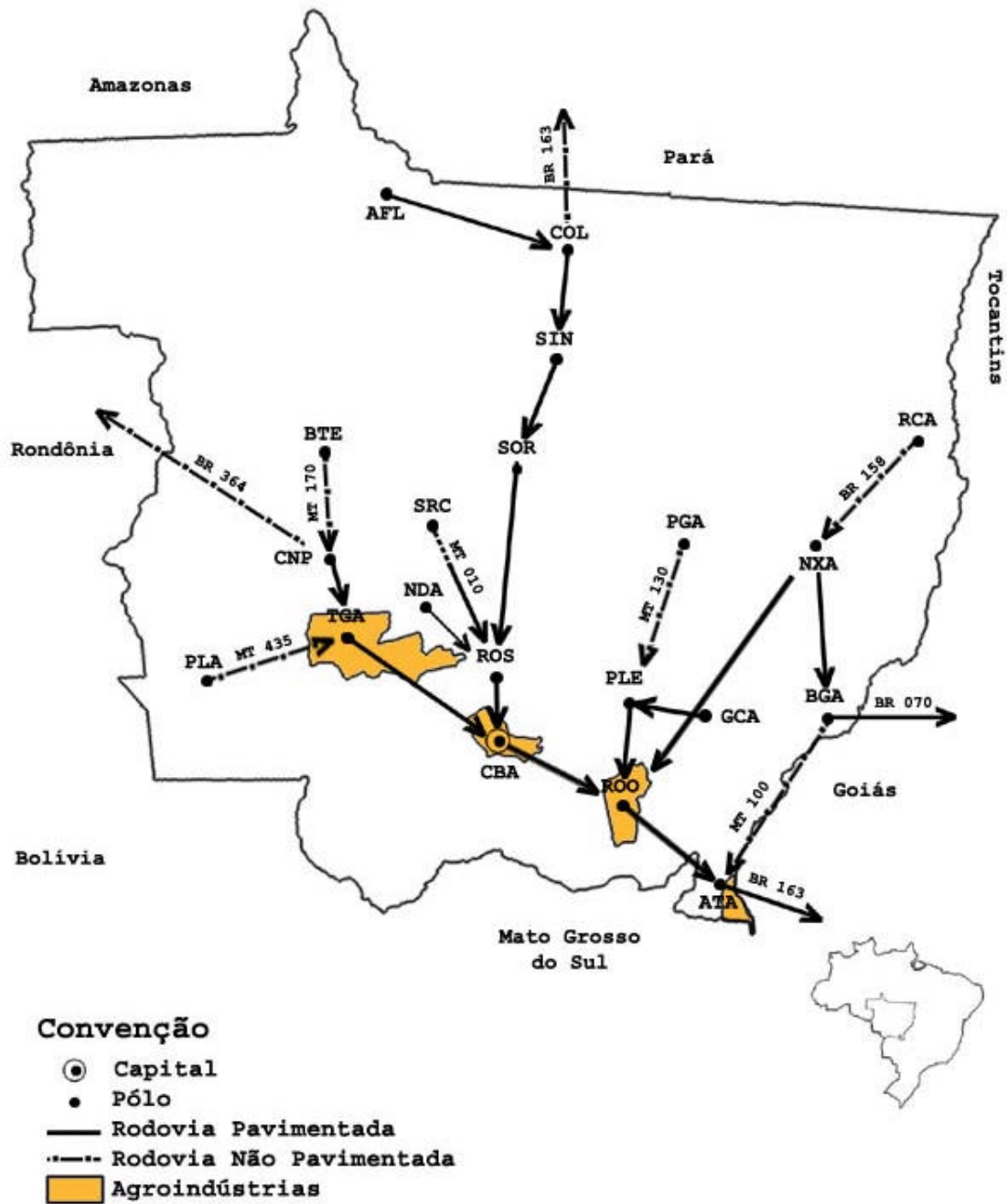
Fonte: Resultado da pesquisa.

<sup>1</sup> Refere-se ao abastecimento de 49% da produção para a agroindústria de Tangará da Serra.

<sup>2</sup> Refere-se ao abastecimento de 51% da produção para a agroindústria de Cuiabá.

<sup>3</sup> Refere-se ao abastecimento de 25% da produção para a agroindústria de Rondonópolis.

<sup>4</sup> Refere-se ao abastecimento de 75% da produção para a agroindústria de Alto Taquari.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 17 - Representação da localização das agroindústrias e o fluxo de soja no Estado de Mato Grosso.

O Pólo de Cuiabá teve sua capacidade de esmagamento de soja ampliada para 856 mil t/ano, perfazendo um total de 2.576 mil t/ano. Esse Pólo recebeu um total de 3.612.942 toneladas de soja, sua e exportação líquida em grãos para outras regiões Sul e Sudeste foi de 1.036.942 t, ou seja, quantidade que não foi processada pela agroindústria em Cuiabá. Os maiores fornecedores para esse Pólo seriam os Pólos de Sorriso, com 2.047.356 t, correspondendo a mais de 56,68% do fornecimento total, e o Pólo de Campo Novo dos Parecis, que enviou 51% de sua produção, ou seja, um total de 1.307.798 t, correspondendo a 36,19% do abastecimento total. O restante do fornecimento de soja viria dos Pólos de Alta Floresta, Colider, Sinop, Rosário Oeste e Nortelândia, perfazendo 7,13% do total destes Pólos.

Na agroindústria localizada no Pólo de Rondonópolis, a atual capacidade de processamento da soja de 1.076 foi ampliada em 1.424 mil t/ano, perfazendo um total de 2.500 mil t/ano, uma ampliação de 32,34%. Nesse Pólo concentram-se mais de 33% do esmagamento total de soja do Estado de Mato Grosso. O maior fornecedor de soja foi o próprio Pólo, com capacidade de 943.800 t, e o segundo fornecedor foi o Pólo de Primavera do Leste, fornecendo 826.600 t, correspondendo a 38,09 e 33,37%, respectivamente. Houve competição no fornecimento de soja do Pólo de Nova Xavantina, que enviou 25% de sua produção para a agroindústria de Rondonópolis e 75% para a agroindústria de Alto Taquari. O Pólo de Nova Xavantina enviou 127.618 t para o Pólo de Rondonópolis e este recebeu soja ainda dos Pólos de São José do Rio Claro, Paranatinga e General Carneiro.

Por fim, o modelo selecionou o Pólo de Alto Taquari para instalação de agroindústria, sendo sua capacidade de processamento de 900 mil t/ano, encontrando-se numa posição estratégica, em termos de logística competitiva, pois, neste Pólo, está localizada a estação ferroviária Ferronorte, com acesso direto ao Porto de Santos e com os principais centros consumidores do país.

Essa agroindústria seria abastecida pelo próprio Pólo, com a produção de 465.100 t de soja, correspondendo a mais de 52,32% de produção total, pelo Pólo de Nova Xavantina, com fornecimento de 382.856t, correspondendo a 42,68% da produção total. Receberia ainda dos Pólos de Ribeirão Cascalheira, Barra dos Garças, com as seguintes produções 39.474 e 5.450 t,

respectivamente. Dessa forma, o Pólo teria como opção de escoamento do farelo de soja e derivados os modais rodoviário e/ou ferroviário.

Com a abertura e ampliação de agroindústrias, percebe-se uma diminuição do “passeio” do produto dentro do Estado, pois aquelas são abastecidas pela própria produção do Pólo e pelas regiões próximas, reduzindo, assim, o custo de transporte.

Outros benefícios proporcionados pela abertura e ampliação dessas empresas são a geração de emprego, renda e agregação de valor ao produto soja. Em vez de exportar a soja em grãos, exporta-se farelo e derivados, trazendo benefícios sociais e econômico para a comunidade local.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo principal identificar e analisar as rodovias na alocação modal ótima que minimizem os custos de transporte na movimentação de soja no Estado de Mato Grosso, com especial interesse na localização de novas agroindústrias e no mapeamento da produção de soja no Estado.

O interesse na análise do transporte rodoviário e da localização de novas agroindústrias é justificado pela importância da produção estadual no total nacional, visto que o Estado é o principal produtor de soja do país, merecendo atenção na distribuição de sua produção, bem como na ampliação de empresas processadoras de grãos de modo a se ter uma minimização dos custos de transportes envolvidos.

O método utilizado foi o instrumental da programação linear, mediante um modelo de redes capacitadas. Considerou-se, como base, as condições de infra-estrutura, de transporte e processamento de soja existentes em 2000 e os custos e tarifas incluídos no modelo estão em reais a preços de abril de 2000.

Foram constituídos dois mapas de produção de soja no Estado, por meio do *software Spring 3.5*, que possibilita mostrar a distribuição espacial do plantio com as principais rodovias que cortam as regiões produtoras. Verificou-se que as principais regiões produtoras de soja estão localizadas nos Pólos de Campo Novos dos Parecis, Sorriso, Rondonópolis, Primavera do Leste e Nova Xavantina, sendo que as principais rodovias de acesso são as BR 163, 364,

070 e 158 e as MT 130, 170 e 220. Esse mapeamento possibilita a implementação de futuras políticas agrícolas e o planejamento logístico para novos plantios no Estado.

As simulações feitas a partir do modelo básico incluem a pavimentação de algumas rodovias, introdução de novas rodovias não-pavimentadas e de um trecho ferroviário a ser implementado.

O custo total obtido na solução padrão foi de R\$ 204.286,6 mil. Entre as simulações de modificações na rede rodoviária que proporcionaram as maiores reduções no custo total de distribuição de soja, em relação à solução padrão, estão:

- a) Pavimentação da rodovia MT 235 que liga o Pólo de Campo Novo dos Parecis ao Pólo de São José do Rio Claro. Esse percurso possui uma extensão de 204 km e, caso fosse pavimentado, teria uma redução no custo total de 3,89% em relação à solução padrão - a maior redução apresentada pelo modelo - o que facilitaria o escoamento da produção desse Pólo até o de São José do Rio Claro e seguiria pela BR 364 para processamento na agroindústria em Cuiabá. A MT 235 vem se tornando indispensável como rota alternativa de escoamento da produção da região da Chapada dos Parecis, uma área de grande importância com relação à produção de grãos. O Pólo de Campo Novo se constitui no maior produtor de soja do Estado de Mato Grosso, cuja produção ultrapassa as 2,5 milhões de toneladas, sendo seus principais municípios produtores Diamantino, Sapezal, Campos de Júlio e Comodoro;
- b) Pavimentação das principais rodovias incluídas no modelo (1.092 km), que se distribuem por vários trechos em várias áreas do estado de Mato Grosso. A redução no custo total da solução padrão dessa simulação foi de 1,62%, e
- c) Pavimentação de 350 km da MT 220, no trecho de Brasnorte a Sinop. A pavimentação desse trecho rodoviário beneficiaria as regiões Noroeste e Norte do Estado e facilitaria o escoamento de grãos para o Porto de Santarém, no Pará, pela BR 163. O custo total, em relação à solução padrão, reduziu-se em 1,14%, com a simulação.

As outras simulações de modificações na rede rodoviária tiveram efeitos mais reduzidos. A introdução dos trechos da MT 220 de Brasnorte ao Pólo de Sorriso (428 km), da MT 170 de Brasnorte ao Pólo de Campo Novo

dos Parecis (183 km), da MT 010 de São José do Rio Claro ao Trevo da BR 364 (108 km) e da BR 158 que liga o Pólo de Ribeirão Cascalheira ao Pólo de Nova Xavantina (231 km) reduziu, respectivamente, o custo total de distribuição de soja em 0,95, 0,90, 0,31 e 0,14%, em relação à solução padrão.

A pavimentação da MT 435, que liga o Pólo de Pontes e Lacerda ao Pólo de Tangará da Serra (431 km), teve uma variação de apenas 0,01%, a menor percentagem em relação ao custo total; a segunda menor variação percentual foi de 0,04% em relação ao custo total. Esse trecho liga o Pólo de Paranatinga ao Pólo de Primavera do Leste e possui uma extensão de 139 km. Essas simulações foram feitas considerando (hipoteticamente) que todos esses trechos fossem pavimentados.

As simulações das rodovias sem pavimentação tiveram os seguintes resultados:

- a) Com a introdução da MT 235, que liga o Pólo de Campo Novo dos Parecis ao Pólo de São José do Rio Claro (404 km), o custo total teve um aumento de 20% em relação à solução padrão.
- b) Outro cenário que apresentou aumento, em relação à solução padrão, foi a MT 100, que liga o trecho de Barra dos Garças ao Pólo de Alto Taquari. O custo total da solução padrão aumentou 2,66% com a simulação.

A introdução da MT 220, mesmo com rodovias sem pavimentação, teve efeito reduzido em relação ao custo total da solução padrão. Nos trechos considerados de Brasnorte a Sorriso (428 km) e Brasnorte a Sinop (350 km) a redução no custo total foi de 0,71 e 0,56%.

De forma geral, os maiores efeitos na redução do custo total de distribuição de soja foram observados nas modificações da rede rodoviária que facilitam o escoamento para os principais centros de consumo dentro do Estado e que facilitam também as exportações para outros Estados. Em 2000, o Estado do Mato Grosso produziu 8.486,78 mil toneladas de soja (IBGE, 2000) e o Estado processou apenas 32%, sendo os restantes 68% exportados para outros Estados, bem como para o mercado externo.

No sistema ferroviário simulou-se a implementação da Ferronorte no Estado de Mato Grosso. O trecho simulado foi de Sorriso ao Pólo de Cuiabá (450 km), capital, e de Campo Novo dos Parecis até Cuiabá (380 km). O efeito

sobre o custo total de distribuição de soja foi uma redução de 42,51% em relação à solução padrão.

Com relação à localização de novas agroindústrias no Estado de Mato Grosso, essa já pode ser considerada como um fato concreto, em razão do interesse e confirmação de algumas empresas de grande porte em se instalarem na região, principalmente na parte sul do Estado. O Estado de Mato Grosso destaca-se, nesse cenário, pela sua vocação agropecuária, ocupando uma posição equidistante dos principais centros consumidores do país.

Nesse contexto, torna-se interessante o estudo da distribuição espacial da localização da agroindústria dentro do Estado, de modo a se ter uma minimização dos custos de transportes envolvidos. A teoria de localização de Von Thunnen, posteriormente aprimorada por Weber – acrescida de programação matemática - constituiu-se num ferramental bastante apropriado neste estudo.

De acordo com os resultados apresentados, o modelo selecionou para a instalação de novas agroindústrias os Pólos de Alto Taquari e Tangará da Serra, com capacidade de processamento de 900 e 1.500 mil toneladas/ano, respectivamente. Foi proposta, também, a ampliação das capacidades de esmagamento das agroindústrias localizadas nos Pólos de Cuiabá e Rondonópolis, com 856 e 1.424 mil t/ano. Com tais ampliações e novas instalações das agroindústrias, o Estado passaria a processar 7.476 mil toneladas/ano, correspondendo a 88% da produção de soja da safra de 1999/2000, em vez de 32% da capacidade atual. A localização das mesmas obedeceu à tendência de localização próxima aos centros produtores de soja, o que seria uma forma de se minimizar os custos de transporte de grãos.

Pode-se destacar algumas contribuições deste estudo. Primeiro, a identificação das principais rodovias, bem como uma melhor compreensão do sistema de transporte no Estado de Mato Grosso, demonstrando que a utilização do modal ferroviário pode ser uma alternativa de uso num futuro próximo, constituindo importante forma de conferir vantagens competitivas à produção agrícola no Estado. Nesse sentido, os agentes de políticas de transportes devem estabelecer parâmetros que dizem respeito ao aprimoramento dos serviços prestados por esse modal. Também, demonstrou-se quais os principais trechos que devem ter prioridade quanto à pavimentação

das rodovias. Segundo, o estudo determinou a localização ótima de novas agroindústrias que minimizem o custo de transporte, dentro do Estado. Terceiro, pode-se destacar a contribuição deste estudo no que diz respeito ao mapeamento da produção espacial no Estado e planejamento logístico, evidenciando a concentração da cultura da soja em algumas regiões do Estado.

Há algumas limitações que podem ser listadas para este trabalho, a partir das quais novos estudos poderiam ser formulados. Primeiro, é importante destacar que a análise de problemas relacionados a transporte de grãos é prejudicada quando a delimitação geográfica se restringe a apenas uma região ou Estado, como foi o caso. Dificulta, ainda, a incorporação de novos modais de transporte oferecidos em outros estados que possam interferir nos fluxos, em termos de rotas e de origens e destinos.

A segunda limitação diz respeito à distribuição das exportações de soja entre as diversas saídas para outros estados (como Minas Gerais, Paraná, Goiás e São Paulo) do país, bem como para o mercado externo.

A terceira limitação foi que, embora o Mato Grosso seja grande produtor de milho, algodão e carne bovina, o estudo considerou apenas a atividade soja.

Outra limitação está relacionada ao fornecimento de matéria-prima, uma vez que a localização de projetos industriais envolve garantias de longo prazo; neste estudo, considerou-se apenas o curto prazo, ou seja, uma safra de soja. Esse volume representa uma limitação, pois não dá nenhuma garantia do volume ofertado durante o horizonte do projeto, o que poderia afetar sensivelmente toda a distribuição espacial recomendada. No entanto, tais limitações não invalidam este estudo.

Este estudo suscita algumas pesquisas futuras, que venham a utilizar outros produtos agropecuários, dependendo da disponibilidade de dados, e aborda novas simulações. Pode também ser interessante para que estudos de localização que envolvem grãos no Estado de Mato Grosso considerem sua competitividade em nível internacional, dada a sua vocação agro-exportadora. Para tais estudos, onde a exportação esteja sendo considerada, será preciso levar em conta outros tipos de modais de transporte, tais como as hidrovias e ferrovias, bem como os custos de transbordo em diferentes portos, a fim de

reduzir os custos de transporte e ganhar competitividade no mercado externo. Assim, estudos que incorporem outros modais de transporte e localização de novas agroindústrias em outros estados podem contribuir para aperfeiçoar este trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, D. A indústria de esmagamento de soja no Brasil: mudança estrutural, conduta e alguns indicadores de desempenho. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 23-46, 1994.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2000. 526 p.
- ARAÚJO, A.S. **Distância e renda locacional da terra: uma aplicação do modelo de Von Thünen**. Viçosa: UFV, 1994. 67 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- ARBAGE, A.P. Análise econômica do transporte de soja em grãos no Estado do Rio Grande do Sul (o caso do porto de cachoeira do sul). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1996, Sergipe. **Anais...** Brasília: SOBER, 1996. p. 1557-1573.
- AZZONI, C.R. **Teoria da localização: uma análise crítica**. São Paulo: IPE/USP, 1982. 200 p.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Informe infra-estrutura. Navegação de cabotagem no Brasil**. maio 1997. n. 10.
- BARBALHO, J. Retrospectiva 2000. **A Gazeta**, Cuiabá, 31 dez. 2000, p. 6.
- BAZARAA, M.S., JARVIS, J.J. **Linear programming and networks flows**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1990.

- BULHÕES, R. **Análise da competição entre os portos de Paranaguá e Santos para movimentação de soja: aplicação de um modelo de equilíbrio espacial**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 108 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1998.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. **Programa "Brasil em Ação"**. [20 set. 2001]. (<http://www.transportes.gov.br>).
- BRASIL. Ministério do Planejamento. **Plano Plurianual 2000-2003**. [30 set. 2001]. (<http://www.mpo.gov.br>).
- CAIXETA FILHO, J.V., SILVA, N.D.V., GAMEIRO, A.H., LOPES, R.L., GALVANI, P.R.C., MARTIGNON, L.M., MARQUES, R.W.C. **Competitividade no agribusiness: a questão do transporte em um contexto logístico**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 209 p.
- CAMPOS, S.C. **Sustentabilidade da agroindústria da soja: a experiência em Mato Grosso no período de 1980-1996**. João Pessoa: UFPB, 2000. 73 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal da Paraíba, 2000.
- CINCO BACIA S/A. Empresa portuária. **Relatório anual - 2000**. [20 out. 2001]. (<http://www.cinconav.com.br>).
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB. **Relatório anual sobre a cultura da soja**. Brasília, 2000. p. 225-228.
- COSTA, E.A. Ponte de R\$ 550 milhões reativa a Ferronorte. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 3 set. 1997, p. 1 e 8.
- COSTA, F.G. **Avaliação do potencial de expansão da soja na Amazônia Legal: uma aplicação do modelo de Von Thünen**. Piracicaba: ESALQ, 2000. 159 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2000.
- CRUZ, J.C.F. **Eficiência locacional e dimensões econômicas de unidades armazenadoras no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1990. 97 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- DIAS, M.A.P. **Transportes e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1987. 212 p.
- DUNN JR., E.S. The equilibrium of land-use patterns in agriculture. In: DEAN, R.D. et al. **Spatial economic theory**. New York: The Free Press, 1970. p. 233-249.

- DUTRA, E.S. **Análise do padrão de ocupação da fronteira agrícola de Rondônia**. São Paulo: USP, 1993. 198 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de São Paulo, 1993.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS NO ESTADO DE MATO GROSSO - FIEMT. Instituto Euvaldo Lodi. **Mato Grosso - sinopse sócio-econômica**. 3.ed. Cuiabá, 1997. 39 p.
- FERRAZ, J.C., KUPFER, D., HAGUENAUER, L. **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Campus, 1995. cap. 3.
- FERREIRA, J.C.V. **Mato Grosso e seus municípios**. Cuiabá: Secretaria de Educação/Buriti, 2001. 660 p.
- FERREIRA, L.R., BURNQUIST, H.L., AGUIAR, D.R.D. **Infra-estrutura, comercialização e competitividade da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 1993. 63 p. (Textos para discussão, 318).
- FERREIRA, C.M.C. As teorias da localização e a organização espacial da economia. In: HADDAD, P.R. (Org.). **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989. 694 p.
- FINGER, M.A., MARCONATTO, A. No centro de convergência. **Informe Rural**, Nova Mutum-MT, ed. esp., p. 12-14, abr. 1999.
- FURIA, T.H. Rio Acima. Hidrovia Paraná-Paraguai. **Agroanalysis**, v. 20, n. 5, p. 37-38, maio 2000.
- GALVÃO, O.J.A. **Desenvolvimento dos transportes e integração regional no Brasil - uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: IPEA, 1996. p. 183-211. (Textos para discussão: Planejamento e Políticas Públicas, 13).
- GEIPOT. **Corredores de transporte: corredor do Paraná/Santa Catarina**. Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1994. 58 p.
- GEIPOT. **Corredores de transporte: proposta de ações para adequação da infra-estrutura e para racionalização de transporte de granéis agrícolas**. Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1995. 227 p.
- GEIPOT. **Anuário estatístico dos transportes**. Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1996. [20 out. 1996]. (<http://www.geipot.gov.br/anuario/htm>).
- GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Corredores de transportes: proposta de ações para adequação da infra-estrutura e para racionalização do transporte de granéis agrícolas. Relatório de atualização**. Brasília: Ministérios dos Transportes/GEIPOT, 1997.

- GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Estudo de transportes do Brasil: estudos rodoviários**. Brasília: Ministérios dos Transportes/GEIPOT, 2000a. [11 set. 2001]. (<http://www.geipot.gov.br/cardernos/2000/mt-2000.htm>).
- GEIPOT. **Anuário estatístico dos transportes**. Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 2000b. [20 out. 2001]. (<http://www.geipot.gov.br/anuario/2000.htm>).
- GOMES, E. Algodão e soja: moedas fortes de Mato Grosso. **Produtor Rural**, n. 92, p. 14-25, ago. 2000.
- GUARIM, I. **Análise da competitividade inter-regional da soja em grão no mercado brasileiro**. Viçosa: UFV, 1992. 116 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1992. 116 p.
- HADDAD, P.R. (Org.). **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989. 694 p.
- HSU, S.K. The agroindustry: a neglected aspect of the location theory of manufacturing. **Journal of Regional Science**, v. 37, n. 2, p. 259-274, 1997.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil - 1994**. Rio de Janeiro, 1994. v. 54, 775 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil - 1997**. Rio de Janeiro, 1997. v. 55, 789 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário do Mato Grosso - 1995-1996**. Rio de Janeiro, 1998. 231 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Diretoria de Pesquisa. Departamento de Contas Nacionais. Rio de Janeiro, 1998. 231 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil - 2000**. Rio de Janeiro, 2000. v. 52, 795 p.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Perspectiva da reestruturação financeira e institucional dos setores de infra-estrutura**. Rio de Janeiro, 1996. 82 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL - INPE. [05 jul. 2000]. (<http://www.inpe.br>).
- JONES, D.W., O'NEILL, R.V. Land-use in the presence of an atmosphere externality, with and without corrective taxes. **Journal of Regional Science**, v. 33, n. 4, p. 457-480, 1993.

- KOO, W.W., LARSON, D.W. **Transportation models for agricultural products**. Bolder: Westview, 1985. 211 p.
- LÍCIO, A., CORBUCCI, R. A agricultura e os corredores de transportes multimodais. **Revista de Política Agrícola**, v. 5, n. 2, p. 22-36, 1996.
- LOPES, R.L. **Suinocultura no Estado de Goiás: aplicação de um modelo de localização**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 95 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997.
- MANZANO, N.T. O sonho possível - especial hidrovias. **Agroanalysis**, v. 20, n. 5, p. 9-14, maio 2000.
- MARTINS, R.S. **Racionalização da infra-estrutura de transporte no Estado do Paraná: o desenvolvimento e a contribuição das ferrovias para a movimentação de grãos e farelo de soja**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 215 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1998.
- MARTINS, R.S., CAIXETA FILHO, J.V. Análise das contribuições das ferrovias à matriz de transporte para produtos agrícolas no estado do Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 33-54, jul./set. 1998a.
- MARTINS, R.S., CAIXETA FILHO, J.V. Ferrovias e transporte de produtos agrícolas no Paraná. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, p. 14-17, nov. 1998b.
- MATO GROSSO. Governo do Estado de Mato Grosso. Secretaria de Infra-Estrutura. Departamento de Viação e Obras Públicas. **Sistema rodoviário do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, 1996. p. ir.
- MATO GROSSO. Governo do Estado de Mato Grosso. Secretaria de Planejamento. **Manual do investidor no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, 2000. 110 p.
- OLIVEIRA, L.A. **Localização, número e dimensionamento de unidades armazenadoras comunitárias**. Viçosa: UFV, 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- OLIVEIRA, J.C.V.R. **Análise do transporte de soja, milho e farelo de soja na hidrovía Tietê-Paraná**. Piracicaba: ESALQ, 1996. 135 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1996.
- O'KELLY, M., BRYAN, D. Agricultural location theory: von Thünen's contribution to economic geography. **Progress in Human Geographt**, v. 20, n. 4, p. 457-474, 1996.

- PEREIRA, B.D. **Industrialização da agricultura de Mato Grosso**. Cuiabá: EdUFMT, 1995. 222 p.
- PIAIA, I.I. **Geografia de Mato Grosso**. 2.ed.rev.atual. Cuiabá: EdUNIC, 1999. p. 91-130.
- PINAZZA, L.A. Jogo de cintura. **Agroanalysis**, v. 20, n. 11, p. 14-21, nov. 2000.
- PRETTO, G. **Importância econômica da cultura da soja**. Viçosa: UFV, 2001. 22 p. (Mimeogr.). (Trabalho da disciplina ERU 680 - Economia Rural Brasileira).
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: IAC, 1986. 603 p
- SANTOS, H.N. **Métodos de solução para problemas de localização capacitados com ou sem restrição de fonte única**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1990. 143 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.
- SCHRAGE, L. **LINDO - linear, interactive a ND discrete optimizer**. [04 mar. 2000]. (<http://www.lindo.com>).
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE MATO GROSSO - SEPLAN. **Anuário estatístico do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, 2000.
- SILVA, C.A.B. (Coord.). Perfis interativos: uma proposta para a disseminação de tecnologia e fomento à implantação de empreendimentos agroindustriais. In: SIMPÓSIO DE AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa, 1998.
- SILVA, C.F., SANTOS, C.O., REIS, E.M. **Distribuição e logística empresarial**. Campinas: IPEP, 2001. 48 p. Monografia (Lato Sensu) - Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa, 2001.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE FRETES PARA CARGAS AGRÍCOLAS - SIFRECA. **Informe**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. diversos números.
- SMITH, J., WINOGRAD, M., GALOPIN, G., PACHICO, D. Dynamics of the agricultural frontier in the Amazon and savannas of Brazil: analyzing the impact of policy and technology. **Environment Modeling and Assessment**, n. 3, p. 31-46, 1998.
- SOUSA, I.S.F. Condicionantes da modernização da soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 175-212, abr/jun. 1990.
- STOLLSTEIMER, J.F. A working model for plant numbers and location. **Journal of Farm Economics**, v. 45, n. 3, p. 631-645, ago. 1963.

- VIEIRA, W.C. **Análise econômica de transporte e armazenagem de arroz no Estado do Maranhão**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 125 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.
- WANG, F., GULDMANN, J.M. A spatial equilibrium model for region size, urbanization ration, and rural structure. **Environment and Planning**, v. 29, p. 429-441, 1997.
- WEBER, A. **Theory of the location of industries**. Chicago: University of Chicago, 1929.
- WILKINSON, J. Competitividade da agroindústria brasileira. **Agricultura em São Paulo**, v. 42, n. 1, p. 27-55, 1995.
- WRIGHT, C.L. **Análise econômica de transporte e armazenagem de grãos - estudo do corredor de exportação de Paranaguá**. Brasília: GEIPOT, 1980. 189 p.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Tabela 1A - Investimentos previstos no Plano Plurianual (PPA), de 2000 a 2003, plano de ação - Mato Grosso, por modal

Modal	Investimentos	Valor (mil reais)
Rodoviário	BR-070/158/MT - Construção do anel viário de Barra do Garças	1.000
	BR-070/163/MT - Adequação da Av. Ulisses P. Campos - V. Grande	7.325
	BR-070/163/364/MT - Adequação do km 343/360 - Serra S. Vicente	10.225
	BR-070/163/364/MT - Construção de viaduto (Cristo Rei) V. Grande	25
	BR-158/MT - Construção do trecho entroc. MT326 - Entronc. BR 242	15.750
	BR-364/MT - Adequação do trecho Cuiabá - Rondonópolis	34.000
	BR-364/MT - Construção do trecho Sapezal - Comodoro	21.448
	BR-163/MT - Construção do trecho Santa Helena - Matupá	38.400
	BR-174/MT - Construção do trecho Cáceres - Comodoro	8.550
	BR-242/MT - Construção do trecho São Félix do Araguaia - Enc. BR 158	42.250
	BR-163/MT - Construção do trecho Santa Helena - Div. MT/PA	25.000
	BR-251/MT - Construção do trecho N. Xavantina/Paranatinga	10.025
	Portuário	Ampliação do Porto Fluvial de Cáceres (MT)
Hidroviário	Construção de terminais no rio Araguaia	20.580
	Melhoria na navegação da Hidrovia do Par.-Paraguai no trecho de Cáceres	2.800
Ferrovário	Construção do trecho ferroviário Alto Araguaia - Cuiabá (MT)	848.280
<b>Total</b>		<b>1.092.486</b>

Fonte: GEIPOT (2000b).

Tabela 2A - Municípios produtores de soja do Estado de Mato Grosso - área (ha), produção (t) e população, em 1999/2000

Municípios	Área (ha)	Produção (t)	População
Água Boa	10.383	31.700	16.711
Alta Floresta	200	540	46.956
Alto Araguaia	15.000	43.800	11.332
Alto Garças	68.000	221.600	8.325
Alto Paraguai	1.995	6.100	8.607
Alto Taquari	60.295	203.700	4.460
Araguaiana	400	1.080	3.428
Arenápolis	921	2.800	11.581
Barra do Garças	1.900	4.370	52.136
Brasnorte	55.850	161.350	9.769
Campo Novo dos Parecis	271.855	858.200	17.529
Campo Verde	102.125	331.900	17.152
Campos de Júlio	107.260	366.310	2.906
Canarana	35.000	106.900	15.407
Chapada dos Guimarães	4.730	14.100	15.736
Claúdia	180	230	10.247
Colíder	250	675	28.035
Comodoro	4.620	15.700	14.990
Diamantino	223.009	663.650	18.457
Dom Aquino	24.970	82.700	8.427
Gaucha do Norte	2.494	6.135	4.606
General Carneiro	31.230	95.400	4.347
Guiratinga	44.000	144.800	12.626
Itaúba	1.540	2.932	8.542
Itiquira	121.250	400.600	9.202
Jaciara	22.620	67.500	23.804
Jangada	570	1.397	7.097
Juscimeira	15.544	47.900	12.060
Lucas do Rio Verde	153.650	491.800	19.322
Matupá	120	324	12.141
Nobres	2.860	6.776	14.942
Nortelândia	5.685	15.700	7.223
Nossa Senhora do Livramento	200	300	12.141
Nova Lacerda	800	2.160	4.058
Nova Marilândia	7.161	21.900	2.354
Nova Maringá	15.360	34.686	3.951
Nova Mutum	139.000	421.280	14.817
Nova Ubiratã	55.000	127.600	5.631
Nova Xavantina	19.520	43.300	17.828
Novo São Joaquim	96.755	328.574	9.443
Paranatinga	3.852	8.458	15.310
Pedra Preta	47.487	176.600	13.652

Tabela 2A, Cont.

Municípios	Área (ha)	Produção (t)	População
Porto dos Gaúchos	453	1.094	5.665
Poxoréo	45.685	116.600	20.008
Primavera do Leste	165.500	494.700	39.807
Querência	13.950	39.400	7.274
Ribeirão Cascalheira	35	74	8.859
Ribeirãozinho	8.590	23.700	1.980
Rondonópolis	80.000	168.500	150.049
São José do Rio Claro	32.260	97.500	12.733
Sapezal	223.950	660.450	7.889
Sinop	13.550	37.500	74.761
Sorriso	350.330	1.000.800	35.397
Sto. Antônio do Leverger	2.415	6.500	15.431
Tabaporã	400	1.152	10.849
Tangará da Serra	29.406	79.400	58.341
Tapurah	4.685	126.700	11.501
Tesouro	11.850	34.300	3.132
Torixoréu	4.800	15.700	4.889
Vera	2.500	6.800	9.064
<b>Total</b>	<b>2.766.000</b>	<b>8.474.397</b>	<b>1.034.917</b>

Fonte: IBGE (2000) e SEPLAN-MT(2000).

## APÊNDICE B

### 1. Problema de transporte (formulação)

MODEL:

**PT(MIN)** = 15.86\*SRCROS + 10.96\*ROSCBA + 11.65\*NDAROS +  
12.53\*SORROS + 6.75\*SINSOR + 9.85\*COLSIN + 10.18\*ALFCOL +  
15.45\*RCANXA + 10.45\*NXABGA + 5.55\*BGAGCA + 16.65\*GCAPLE +  
11.72\*PGAPLE + 10.65\*PLEROO + 22.81\*BTECNP + 9.74\*CNPTGA +  
20.74\*PLATGA + 24.96\*TGACBA;

NDAROS = 46770;

SRCROS = 134432;

ALFCOL = 540;

COLSIN - ALFCOL = 999;

SINSOR - COLSIN = 185262;

SORROS - SINSOR = 2047356;

ROSCBA - NDAROS - SRCROS - SORROS = 3317;

ROSCBA + TGACBA - CBAPOR = 1699400;

BTECNP = 161350;

CNPTGA - BTECNP = 2564310;

PLATGA = 2160;

TGACBA - CNPTGA - PLATGA = 79400;

RCANXA = 39474;

NXABGA - RCANXA = 510474;

BGAGCA - NXABGA = 5450;

GCAPLE - BGAGCA = 430500;

PLEROO - GCAPLE - PGAPLE = 826600;

PGAPLE = 14593;

PLEROO - ROOPOR = 132200;

END

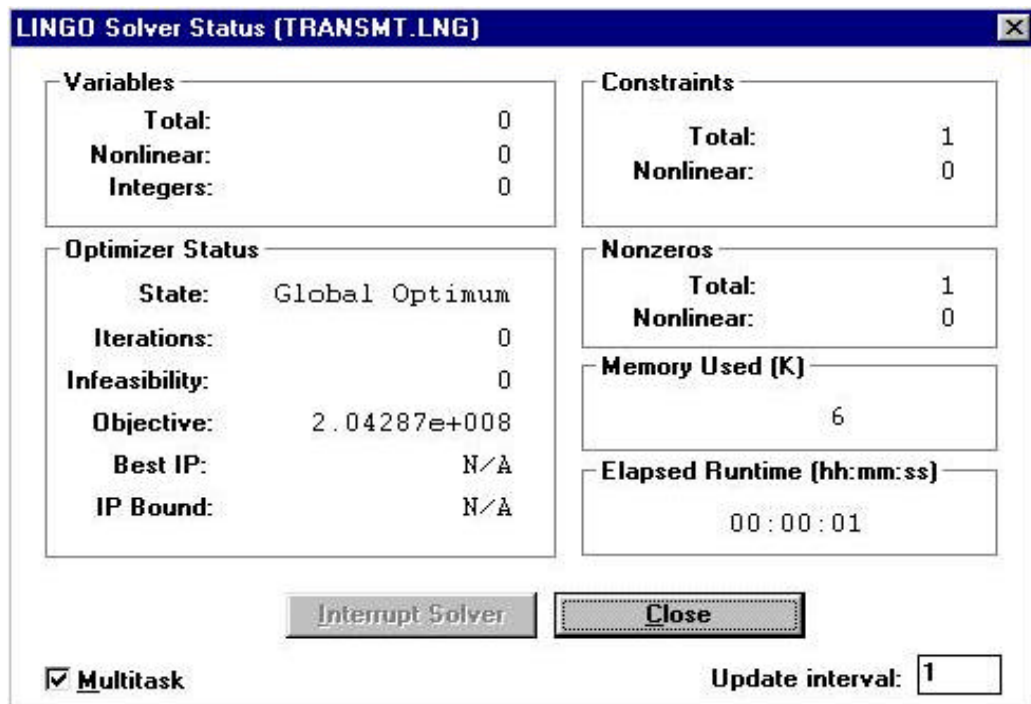


Figura 1B - Mensagem de solução para o problema de transporte (software Lingo).

Rows= 1 Vars= 0 No. integer vars= 0 ( all are linear)  
 Nonzeros= 1 Constraint nonz= 0( 0 are +- 1) Density=1.000  
 Smallest and largest elements in absolute value= 0.100000E+21 0.000000E  
 No. < : 0 No. =: 0 No. > : 0, Obj=MIN, GUBs <= 0  
 Single cols= 0

Optimal solution found at step: 0  
 Objective value: 0.2042866E+09

Variable	Value	Reduced Cost
SRCROS	134432.0	0.000000E+00
ROSCBA	2418676.	0.000000E+00
NDAROS	46770.00	0.000000E+00
SORROS	2234157.	0.000000E+00
SINSOR	186801.0	0.000000E+00
COLSIN	1539.000	0.000000E+00
ALFCOL	540.0000	0.000000E+00
RCANXA	39474.00	0.000000E+00
NXABGA	549948.0	0.000000E+00
BGAGCA	555398.0	0.000000E+00
GCAPLE	985898.0	0.000000E+00
PGAPLE	14593.00	0.000000E+00
PLEROO	1827091.	0.000000E+00

BTECNP	161350.0	0.0000000E+00
CNPTGA	2725660.	0.0000000E+00
PLATGA	2160.000	0.0000000E+00
TGACBA	2807220.	0.0000000E+00
CBAPOR	3526496.	0.0000000E+00
ROOPOR	1694891.	0.0000000E+00

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2042866E+09	-1.000000
2	0.0000000E+00	-22.60986
3	0.0000000E+00	-26.81982
4	0.0000000E+00	-50.26953
5	0.0000000E+00	-40.08960
6	0.0000000E+00	-30.23975
7	0.0000000E+00	-23.48975
8	0.0000000E+00	-10.95996
9	0.0000000E+00	0.0000000E+00
10	0.0000000E+00	-57.50977
11	0.0000000E+00	-34.69995
12	0.0000000E+00	-45.69995
13	0.0000000E+00	-24.95996
14	0.0000000E+00	-58.74951
15	0.0000000E+00	-43.29956
16	0.0000000E+00	-32.84961
17	0.0000000E+00	-27.29980
18	0.0000000E+00	-10.64990
19	0.0000000E+00	-22.36987
20	0.0000000E+00	0.0000000E+00

## 2. Problema de localização (formulação)

MODEL:

MIN = 250000\*CBA + 250000\*SOR + 270000\*ROO +223000\*ATA +  
240000\*TGA +

22.62\*AFLSOR + 15.29\*COLSOR + 6.750\*SINSOR + 6.650\*BTETGA +  
28.53\*BTECBA + 39.85\*BTEROO + 9.740\*CNPTGA + 20.74\*PLATGA +  
10.96\*ROSCBA + 17.48\*SRCCBA + 20.40\*NDACBA + 10.65\*PLEROO +  
21.74\*PGAROO + 20.53\*GCAATA + 28.45\*BTESOR + 17.42\*CNPCBA +  
16.75\*BGAATA + 29.95\*NXAATA + 45.45\*RCAATA + 17.95\*SORCBA +  
51.53\*RCAROO + 30.52\*CNPROO + 35.96\*NXAROO + 21.76\*BGAROO +  
16.98\*GCAROO + 21.25\*PLACBA + 31.53\*PLAROO + 29.43\*SRCROO +  
25.64\*NDAROO + 19.75\*ROSROO + 27.53\*COLCBA + 54.28\*COLCBA +  
20.74\*SINCBA + 30.85\*SORROO + 21.98\*TGAROO;

+ BTECBA + BTETGA + BTEROO + BTESOR = 1;

+ CNPCBA + CNPTGA + CNPROO = 1;

+ PLATGA + PLACBA + PLAROO = 1;

+ SRCROO = 1;  
+ NDACBA + NDAROO = 1;  
+ ROSCBA + ROSROO = 1;  
+ COLSOR + COLCBA = 1;  
+ AFLSOR + AFLCBA = 1;  
+ SINSOR + SINCBA = 1;  
+ SORCBA + SORROO = 1;  
+ RCAATA + RCAROO = 1;  
+ NXAATA + NXAROO = 1;  
+ TGACBA + TGAROO = 1;  
+ BGAATA + BGAROO = 1;  
+ GCAATA + GCAROO = 1;  
+ PGAROO = 1;  
+ PLEROO = 1;  
+ CBAPOR = 1;  
+ TGAPOR = 1;

161350\*BTECBA + 2564310\*CNPCBA + 134432\*SRCROO + 46770\*NDACBA  
+ 3317\*ROSCBA - 2555100\*CBA <= 0;

161350\*BTETGA + 2564310\*CNPTGA + 2160\*PLATGA - 1420600\*TGA <= 0;

161350\*BTEROO + 2564310\*CNPROO + 39474\*RCAROO +  
510474\*NXAROO + 5450\*BGAROO + 430500\*GCAROO + 14593\*PGAROO +  
826600\*PLEROO - 1556200\*ROO <= 0;

39474\*RCAATA + 510474\*NXAATA + 5450\*BGAATA + 430500\*GCAATA -  
430900\*ATA <= 0;

161350\*BTESOR + 999\*COLSOR + 540\*AFLSOR + 185262\*SINSOR -  
452644\*SOR <= 0;

@ BIN (CBA);  
@ BIN (SOR);  
@ BIN (ROO);  
@ BIN (ATA);  
@ BIN (TGA);

END

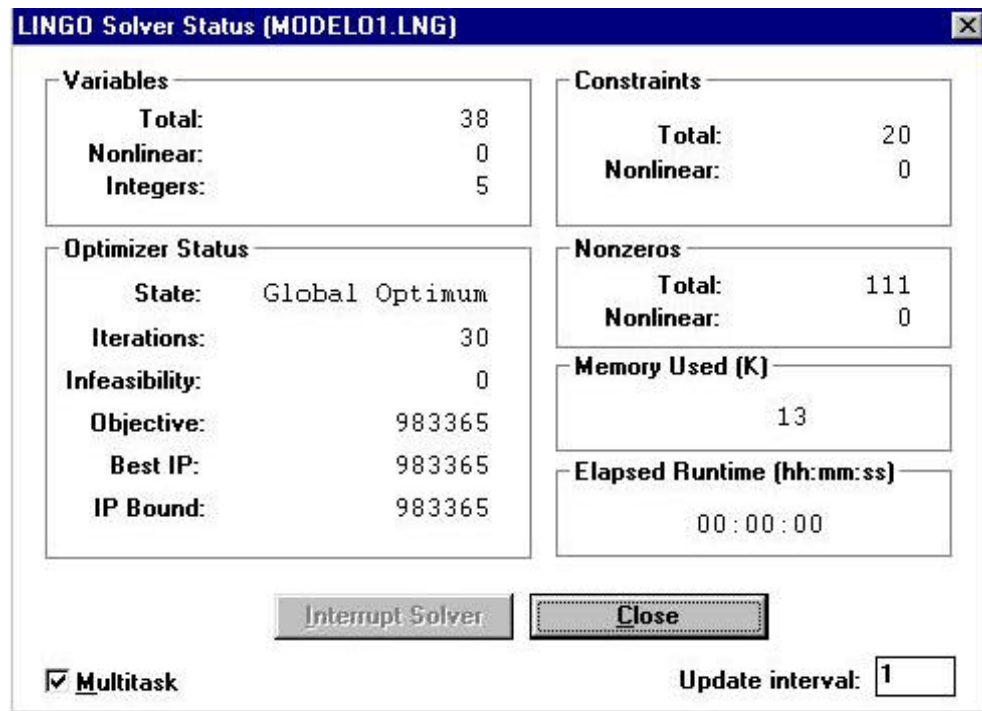


Figura 2B - Mensagem de solução para o problema de localização de agroindústrias (software Lingo).

Rows= 20 Vars= 38 No. integer vars= 5 ( all are linear)  
 Nonzeros= 111 Constraint nonz= 58( 32 are +- 1) Density=0.142  
 Smallest and largest elements in absolute value= 1.00000 0.256431E  
 No. < : 5 No. =: 14 No. > : 0, Obj=MIN, GUBs <= 14  
 Single cols= 3

\*\* WARNING \*\* Problem is poorly scaled. The units of the rows and variables should be changed so the coefficients cover a much smaller range.

Optimal solution found at step: 30  
 Objective value: 983365.3  
 Branch count: 4

Variable	Value	Reduced Cost
CBA	1.000000	250000.0
SOR	0.0000000E+00	0.0000000E+00
ROO	1.000000	270000.0
ATA	1.000000	222994.9
TGA	1.000000	239995.7
AFLSOR	0.0000000E+00	320.8676
COLSOR	0.0000000E+00	485.2381
SINSOR	0.0000000E+00	102308.1
BTETGA	1.000000	0.0000000E+00

BTECBA	0.000000E+00	21.39676
BTEROO	0.000000E+00	32.71676
CNPTGA	0.4902254	0.000000E+00
PLATGA	1.000000	-0.5035309
ROSCBA	1.000000	-8.790000
SRCCBA	0.000000E+00	17.48000
NDACBA	1.000000	-5.239999
PLEROO	1.000000	0.000000E+00
PGAROO	1.000000	0.000000E+00
GCAATA	0.000000E+00	8.618437
BTESOR	0.000000E+00	89136.60
CNPCBA	0.5097746	0.000000E+00
BGAATA	1.000000	0.000000E+00
NXAATA	0.7561129	0.000000E+00
RCAATA	1.000000	0.000000E+00
SORCBA	1.000000	0.000000E+00
RCAROO	0.000000E+00	5.615258
CNPROO	0.000000E+00	13.10000
NXAROO	0.2438871	0.000000E+00
BGAROO	0.000000E+00	4.945835
GCAROO	1.000000	0.000000E+00
PLACBA	0.000000E+00	0.000000E+00
PLAROO	0.000000E+00	10.28000
SRCROO	1.000000	0.000000E+00
NDAROO	0.000000E+00	0.000000E+00
ROSRROO	0.000000E+00	0.000000E+00
COLCBA	1.000000	0.000000E+00
SINCBA	1.000000	0.000000E+00
SORROO	0.000000E+00	12.90000
TGAROO	0.000000E+00	21.98000
AFLCBA	1.000000	0.000000E+00
TGACBA	1.000000	0.000000E+00
CBAPOR	1.000000	0.000000E+00
TGAPOR	1.000000	0.000000E+00

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	983365.3	-1.000000
2	0.000000E+00	-7.133236
3	0.000000E+00	-17.42000
4	0.000000E+00	-21.25000
5	0.000000E+00	-29.43000
6	0.000000E+00	-25.64000
7	0.000000E+00	-19.75000
8	0.000000E+00	-81.81000
9	0.000000E+00	0.000000E+00
10	0.000000E+00	-20.74000
11	0.000000E+00	-17.95000
12	0.000000E+00	-45.91474
13	0.000000E+00	-35.96000
14	0.000000E+00	0.000000E+00

15	0.000000E+00	-16.81417
16	0.000000E+00	-16.98000
17	0.000000E+00	-21.74000
18	0.000000E+00	-10.65000
19	0.000000E+00	0.000000E+00
20	0.000000E+00	0.000000E+00
21	1063361.	0.000000E+00
22	0.000000E+00	0.2994958E-05
23	160009.0	0.000000E+00
24	0.000000E+00	0.1177337E-04
25	0.000000E+00	0.5523104