



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA
LAVRAS -- MINAS GERAIS

MARIO CESAR LUZ FERREIRA

ANALISE ECONOMICA DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE GRÃOS: UM ESTUDO NA REGIÃO NORTE MATOGROSSENSE

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA
ESAL - Cx. Postal 37 - 37.200 - LAVRAS - M. G.

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte da exigência do Curso de Mestrado em Administração Rural para obtenção do grau de MESTRE.

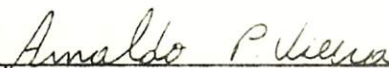
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1990

APROVADA.



Prof. GUARACY VIEIRA
ORIENTADOR



Prof. ARNALDO PEREIRA VIEIRA



Prof. ANTONIO JOAO DOS REIS



Prof. JOSE GERALDO DE ANDRADE

DEDICATORIA

Aos meus avós
Alcy e Ozires
Jaziel e Corina
Aos meus pais
Amaro e Jizela
A minha esposa
Walda Vania
e a minha filha
Jannine

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, em especial ao Departamento de Administração e Economia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Professor Dr. Charles Leslie Wright, pela colaboração e incentivo.

Ao Geipot, pelo acesso ao uso do Sistema de Processamento de Dados e em especial ao Dr. Noboru Ofugi, pela orientação e auxílio e aos funcionários Valdir Pereira Macedo e Cleusa Ferreira Santos, pelos serviços de programação e auxílio no manuseio do equipamento.

A Companhia de Financiamento da Produção, em especial ao Dr. Mauro Lopes, pelos dados e bibliografias fornecidas.

A Fundação Cândido Rondon MT, pelo acesso aos dados estatísticos.

Ao Escritório de Representação de Mato Grosso em Brasília, pelo fornecimento de mapas e informações.

A Cibrazem, por liberar-me para este curso e à coordenadoria de Mato Grosso pelo fornecimento de material de consulta.

Aos professores Guaracy Vieira, Arnaldo Pereira Vieira e Antônio João dos Reis, pela orientação e apoio no decorrer deste trabalho

Aos professores Edgard Alencar, Ricardo de Carvalho Peres Rivera e Jovino Amâncio de Moura Filho, pela colaboração e sugestão.

Aos professores do Mestrado de Administração e dos diferentes departamentos da ESAL pelos cursos ministrados.

A equipe de servidores da biblioteca da ESAL, na pessoa do Biblioteconomista Dorval Botelho dos Santos, pela revisão bibliográfica.

Aos funcionários do Departamento de Administração e Economia Rural, pela colaboração e apoio.

Aos demais professores e funcionários da Esal, pela valiosa colaboração, pelo apoio e pelo incentivo.

A professora Eliane de Carvalho Faria e Cicarelli pela revisão de português e inglês.

Aos companheiros de curso, pela amizade e convivência.

Finalmente, a todos quantos, direta ou indiretamente, tenham contribuído para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

O autor é filho de Amaro Barbeitas Ferreira e Jizela Luz Ferreira e nasceu na cidade do Rio de Janeiro, aos 28 de maio de 1950.

Concluiu o 1o. grau no Ginásio Olegário de Barros em Taubaté - São Paulo, em 1967 e o 2o. grau no Colégio La Salle em Aparecida do Norte - São Paulo, em 1970.

Em 1974 graduou-se em Ciências Econômicas pela Fundação de Ciências Sociais do Paraná em Curitiba - Paraná.

Iniciou suas atividades profissionais na Open Corretora, no Rio de Janeiro, em 1974. Em 1975 trabalhou na SUDEPE; em 1976 na COBAL e em 1977 passou para a CIBRAZEM, onde permanece até a presente data.

Em 1985, ingressou no curso de Mestrado em Administração Rural na Escola Superior de Agricultura de Lavras - Minas Gerais.

SUMARIO

	Páginas
1. Introdução	01
1.1 - Panorama Mundial da Produção de Grãos	01
1.1.1 - A Necessidade Mundial de Grãos	01
1.1.2 - Mercado Mundial de Grãos	02
1.1.3 - Mercado Interno de Grãos	03
1.1.4 - Conjuntura do Milho	04
1.1.5 - Conjuntura da Soja	05
1.2 - O Problema e sua Importância	07
1.2.1 - Infra-estrutura de Armazenagem	12
1.2.2 - Infra-estrutura de Transporte	14
1.3 - Objetivos	16
1.3.1 - Objetivos Gerais	16
1.3.2 - Objetivos Especificos	16
2. Metodologia	17
2.1 - Area de Estudo	17
2.2 - Períodos de Estudo	20
2.3 - Formulação do Modelo	22
2.3.1 - Conceito de Redes Capacitadas	25

2.3.2 - O Algoritmo de Fulkerson	27
2.4 - Operacionalização do Modelo	30
2.4.1 - Localização e Dimensionamento de Armazéns	30
2.4.2 - Processamento, Armazenagem e Operações	32
2.4.3 - Parâmetros dos Custos de Armazenagem	32
2.4.4 - Parâmetros dos custos de Transportes	34
2.4.5 - Parâmetros da Produção Líquida à ser Armazenada	35
2.4.6 - Operacionalização da Rede	35
3 Resultados e Discussões	41
3.1 - Análise da Infra-estrutura da Comercialização	41
3.2 - Resultado da Situação Atual	41
3.3 - Resultado da Situação Futura	43
3.4 - Discussões	47
4 Conclusões e Sugestões	56
4.1 - Conclusões	56
4.2 - Sugestões	57
5. Resumo	58
6. Summary	60
7. Bibliografia	62
APENDICE	64
APENDICE A - Fluxo da produção (origem, transporte e destino).	65
APENDICE B - Representação do Processo - Exemplo de esquema de representação do processo de transporte e armazenagem considerando 2 municípios.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadros	Páginas
01 - Relação entre oferta e demanda do milho no Brasil de 1986 a 1988 em 1.000 t	04
02 - Preços e custos comparativos do milho no Brasil - safra de 1987	05
03 - Consumo de milho em grãos segundo os setores no Brasil em 1981	06
04 - Balanço nacional de suprimento do complexo de soja-safras 84/85 a 87/88	08
05 - Preços de paridade da soja grão em agosto de 1987	09
06 - Capacidade de Armazenagem de 11 municípios da região norte de Mato Grosso em 1987	13
07 - Armazenagem a granel no Brasil-Centro Oeste, Mato Grosso e área de estudo, em tonelada, no ano 1989	14
08 - Evolução das rodovias no Brasil e em Mato Grosso e sua participação por modalidade 82/86	15
09 - Relação das rodovias da área em estudo, 1987	15
10 - Relação dos municípios da área de estudo	18
11 - Tarifa de armazenagem à granel em agosto de 1987	33
12 - Custo operacional de transporte por modalidade em Cz\$ por ton/Km - agosto de 1987	35
13 - Produção consolidada do milho e soja por município da área de estudo, ano de 1987	36

14 - Produção consolidada de milho e soja por município da área de estudo, projeção para 1995	37
15 - Análise do modelo de redes capacitadas do sistema atual (1987) situação 1 e 2	49
16 - Saldos comercializados e capacidade estática existente e consolidada do sistema atual (1987)	50
17 - Frequência e moda da alocação de armazéns nos locais candidatos do sistema atual (1987) modelo 2	51
18 - Análise do modelo de redes capacitadas do sistema futuro (1995) modelos 3, 4 e 5	52
19 - Saldos comercializados e capacidade estática existente e consolidada do sistema futuro (1995)	53
20 - Frequência e moda da alocação de armazéns candidatos, sistema futuro (1995) modelo 4	54
21 - Frequência e moda de armazéns candidatos, sistema futuro (1995) modelo 5	55

Introdução

1.1 Panorama Mundial da Produção de Grãos

Com o crescimento observado da população mundial estima-se que esta dobrará até o ano de 2.000, em relação a 1970, acarretando assim um aumento proporcional da demanda de alimentos, SUKHATMEC (23)

Em 1970 eram utilizados cerca de 14 milhões de Km² de área para produção de alimentos, sendo 3 milhões de Km² utilizados nos continentes da África, América do Sul e Oceania, os quais possuem 23,17 e 7 milhões de Km² respectivamente de áreas agricultáveis PAWLEY (20). O Brasil possui 8,5 milhões de Km², dos quais 0,5 milhões de Km² são áreas de cerrado, sendo estas de boa qualidade para o cultivo de grãos.

1.1.1 - A Necessidade Mundial de Grãos

Em virtude de sua capacidade e propriedades de resistência à deterioração, facilidade de armazenamento e transporte a baixo custo, os grãos alimentícios constituem o alimento básico da segurança alimentar da humanidade. Assim, historicamente, a dieta humana apoia-se num alimento básico, normalmente algum tipo de grão.

Segundo estudos da FAO/OMS (13), a dieta básica para atender às necessidades alimentares da população deve ser de 60% de grãos.

A produção mundial de grãos em 1983, ONU/FAO (19), era de 1,6 bilhões de toneladas ocupando uma área de 718 milhões de ha. A América do Sul, com uma produção de 70,6 milhões de toneladas, ocupava 37 milhões de ha., sendo que o Brasil produzia 29,3 milhões de toneladas em 18 milhões de ha.

Para atender ao crescimento da demanda de alimentos por decorrência do crescimento da população para o ano 2.000, a área cultivada tenderá a ser o dobro da do ano de 1983, e para atender a este crescimento, será necessário expandir as fronteiras agrícolas da África, Oceania e América do Sul sendo que, segundo EMPA-MT (19), destas regiões, a que possui melhores qualidades fitotécnicas e fitossanitárias é o cerrado brasileiro.

1.1.2 - Mercado Mundial de Grãos

Até o início da década de 40, praticamente todas as áreas menos desenvolvidas da Ásia, África e da América Latina eram exportadoras líquidas de trigo, arroz, milho e outros grãos para os países mais industrializados. Contudo, após a 2a. Guerra Mundial os países menos desenvolvidos perderam a sua capacidade de gerar excedentes, o fluxo de alimentos inverteu-se, pelo fato de que a produção de alimentos passou a ser uma condição estratégica.

Atualmente o mercado exportador é dominado pelos EUA com aproximadamente a metade do volume exportado, seguido pelo Canadá, Argentina e Austrália. A França e a Tailândia surgem na Europa e Ásia, respectivamente, como exportadoras de grãos, e o Brasil é a mais nova força na produção de soja no mundo, FAO (12).

Apesar das incertezas que caracterizam as previsões a curto prazo, devidas principalmente a causas climáticas e, em menor grau, a causas políticas, as previsões a longo prazo são de aumento do volume transacionado. Projeções recentes indicam claramente que, considerados os grandes blocos geopolíticos importadores, a demanda de grãos permanecerá crescendo igualmente para todos eles, a uma taxa em torno de 3% ao ano. Isto significa que a cada ano serão comercializados mais 6 milhões de toneladas. Entretanto, uma análise das estatísticas por parte dos exportadores e o conhecimento da política econômica em vigor nos EUA indicam que este país, embora mantendo a liderança nas exportações, diminuirá sua participação proporcional no mercado, abrindo campo para os produtores menores.

1.1.3 - Mercado Interno de Grãos

O processo de comercialização no Brasil é marcado pela acentuada oscilação de preços no período safra/entresafra. Este comportamento pode ser atribuído, em larga escala, à escassa atividade de formação de estoques pela iniciativa privada em razão dos baixos níveis de remuneração e do risco envolvido na atividade. Muito embora se admita que as amplitudes das oscilações sazonais de preços possam resultar também de imperfeição de mercado e de deficiência de infra-estrutura, as variações de preços de mercado dentro do ano são de natureza complexa, prevalecendo principalmente a demanda e a oferta de estoques de carácter especulativo LOPES (17).

Muitos problemas de comercialização para o mercado interno são estudados e existem questões conhecidas e aplicáveis às soluções de abastecimento de grãos alimentícios. Porém, o sistema brasileiro

de comercialização de alimentos é pouco satisfatório.

Uma política de abastecimento de grãos, em que os preços pagos aos produtores sejam aviltados, apresenta resultados negativos logo na safra seguinte. Como as culturas são anuais poucos se arriscam a plantar, porque grande parte dos produtores não sabe se o seu trabalho será compensador. É importante ter os recursos mínimos necessários de infra-estrutura para reduzir ao máximo as perdas. Desta forma, com o mesmo preço de varejo, o produtor poderia ser melhor remunerado, PUZZI (22).

1.1.4 - Conjuntura do Milho

A cultura do milho defronta um dilema conjuntural. De um lado a necessidade de elevação dos seus preços reais para que seja aumentada a oferta interna e de outro as dificuldades do setor consumidor (aves e suínos) em suportar preços reais acima dos atuais.

Pode-se verificar, no Quadro 1, que enquanto a produção tem oscilado, o consumo tem crescido e a importação decrescido, não chegando esta, a ocorrer em 1988. Assim, para se evitar a importação, o plantio em novas áreas terá que ser incentivado.

QUADRO 1 - Relação entre oferta e demanda do milho no Brasil, de 1986 a 1988, em 1.000 t.

	1986	1987	1988
1. Estoque Inicial	600	1.600	3.903
2. Produção	20.264	27.028	24.300
3. Importação	2.936	360	-
4. Suprimento	23.800	28.988	28.203
5. Consumo	22.200	25.085	25.805
6. Excedente	1.600	3.903	2.398

Fonte: CFP (06)

Em 1987 o custo médio da saca de 60 kg era, segundo CFP (06), de Cz\$ 253,92 e o preço pago ao produtor na propriedade, entre Cz\$ 140,00 e Cz\$ 155,00. Para o produto armazenado o preço era de Cz\$ 160,00 a Cz\$ 171,60 e no atacado entre Cz\$ 175,00 a Cz\$ 195,00. Para que o produtor não incorra em prejuízos, terá que correr o risco de estocar o produto na expectativa de melhores preços conforme demonstra o Quadro 2.

QUADRO 2 - Preços e custos comparativos do milho no Brasil - safra de 1987

	Cz\$/60Kg
A. Custo de Produção (médio)	253,92
B. Preços Mínimos (médio corrigido 80% da OTN)	223,78
- Ao produtor na propriedade	140,00/155,00
C. Preço de Mercado - Ao produtor armazenado	216,40/231,17
- Atacado	223,78
- A nível de produtor	242,40
D. Preço Mínimo Proposto	
- A nível de atacado	341,45
Centro Oeste e SP	

Fonte: CFP (06)

Verifica-se, pelo Quadro 3, o grau de diversificação do consumo do milho e a sua importância tanto na dieta humana como nos setores industrial e rural.

1.1.5 - Conjuntura da Soja

O Brasil, ao longo dos últimos 15 anos, consolidou-se como maior concorrente dos EUA na oferta mundial do complexo de soja uma vez que dos 98,05 milhões de toneladas de produção mundial, 17,30

QUADRO 3 - Consumo de milho em grãos segundo os setores no Brasil em 1981.

Tipos de consumo	em 1.000 Toneladas	%
A. Consumo Animal		
- Autoconsumo residual	13.445,56	53,60
- Mistura na propriedade	5.603,99	22,34
- Moagem para ração	3.195,83	12,74
B. Consumo Humano		
- Milho verde em grãos	792,69	3,16
- Fubá integral	599,53	2,39
- Indústria de alimentos		
. Amidos e Farinha	723,70	2,88
. Oleo Glicose e Colas	361,85	1,44
. Farelo	361,85	1,44
Consumo Total	25.085,00	100,00

Fonte: CFP (05)

milhões pertenciam ao Brasil na safra 86/87, representando 17,6%. No caso do farelo de soja o Brasil é o maior ofertante mundial. A produtividade da soja é apenas ligeiramente inferior à americana, com excessão da região tradicional do Paraná e das novas regiões de cerrado, onde a produtividade já se iguala à dos EUA.

Apesar da grande evolução da soja na década de 70, desde o início da década de 80 o potencial de produção está praticamente estagnado em torno de 14 a 18 milhões de toneladas, como demonstra o Quadro 4.

Três razões básicas explicam esta estagnação da lavoura de soja nos últimos anos, CFP (06).

- a) - restrição quantitativa e qualitativa do crédito oficial para a agricultura, imposta pelas políticas de controle da inflação no período;

- b) - elevada carga tributária que onerava o setor, atingindo aproximadamente 18% do valor produzido;
- c) - queda nas cotações externas em função dos crescentes estoques mundiais.

Paralelamente ocorreu um grande crescimento da participação da região do cerrado na produção brasileira. Da safra 78/79 até a de 86/87, a produção do cerrado passou de 10,1% para quase 40% do total. Isto significou uma inigualável contribuição à ocupação e ao desenvolvimento das novas regiões, porém passou a implicar também na necessidade de maior atendimento a obras de infra-estrutura, principalmente viária e de armazenagem, acarretando ônus nos custos de comercialização da safra brasileira, CFP (04).

As regiões mais afastadas dos centros de demanda tem seus preços de paridade(*) mais baixos, a exemplo do que ocorre no município de Diamantino, centro de comercialização cujo preço de paridade é o mais baixo, em decorrência da elevação dos custos de transporte e armazenagem. Quadro 5.

1.2 - O Problema e sua Importância

A soja e o milho são os grãos mais importantes no Estado de Mato Grosso, juntamente com o trigo, em algumas áreas. A soja, em particular, apresenta um problema para os setores de transporte e armazenagem, por causa dos grandes aumentos na produção. Em 1982 o estado de Mato Grosso era o oitavo produtor nacional e hoje é o

(*) Paridade: Valor (FOB) de exportação, ou quanto vale 01 saco de soja posto em Ponta Grossa, Dourados ou Diamantino, pago ao produtor.

QUADRO 4 - Balanço nacional de suprimento do complexo de soja, safras 84/85 a 87/88.

Descrição	S A F R A S			
	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
Grão				
Estoque Inicial	590	799	720	371
Produção	18.211	14.189	17.072	18.000
Importação	228	257	450	300
Esmagamento	13.774	12.332	13.781	13.800
Exportação	3.456	1.193	2.990	3.200
Sementes/Perdas	1.000	1.000	1.100	1.200
Estoque Final	799	720	371	471
Farelo				
Estoque Inicial	363	394	283	251
Produção	10.716	9.594	10.721	10.735
Consumo Interno	2.057	2.773	2.734	2.900
Exportação	8.628	6.932	8.019	7.835
Estoque Final	394	283	251	251
Oleo				
Estoque Inicial	107	172	210	113
Produção	2.589	2.317	2.590	2.593
Importação	107	147	60	50
Consumo Interno	1.701	2.013	1.773	1.800
Exportação	930	413	974	800
Estoque Final	172	210	113	156

Fonte: CFP (06)

terceiro, CFP (02). Em Mato Grosso a soja, além de estimular a expansão da Triticultura e melhoramento nos armazéns e terminais, possibilitou também vantagens para a venda e a exportação de milho em grandes quantidades, embora em alguns casos a cultura do milho esteja limitada a terras geralmente impróprias para a soja, CFP (02).

Em 1982 a produção brasileira de soja foi de 12.891 milhões de toneladas, tendo o estado de Mato Grosso contribuído com 3%. Em 1987 essa produção alcançou 17.072 milhões de toneladas sendo que

QUADRO 5 - Preço de paridade da soja grão em agosto de 1987

Operações	Preço	Ponta Grossa	Dourados	Diamantino
1 CBT Maio/88	US\$/bu	5.750	5.570	5.750
2 Prêmio	US\$/bu (+/-)	- 0.100	- 0.100	- 0.100
3 Preço FOB	US\$/t(=)	207.602	207.602	207.602
4 Preço FOB Cz\$ 47.130/US\$	Cz\$/t(=)	9.784.278	9.784.278	9.784.278
Despesas Portuá- ria	Cz\$/t(-)	300.000	300.000	300.000
6 Frete	Cz\$/t(-)	250.000	916.666	1.416.666
7 Subtotal I	Cz\$/t(=)	9.234.278	8.567.611	8.067.612
8 ICM (13% s/item/ 7)	Cz\$/t(-)	1.200.456	1.113.789	1.048.790
9 PIS(0,75% s/item /4)	Cz\$/t(-)	73.382	73.382	73.382
10 Corretagem de Câmbio (0,1875% s/item 4)	Cz\$/t(-)	18.346	18.346	18.346
11 Quebra (0,25% s/ item 4)	Cz\$/t(-)	24.461	24.461	24.461
12 Comissão de Ven- da (US\$ 0,5/t)	Cz\$/t(-)	23.565	23.565	23.565
13 Subtotal II	Cz\$/t(=)	7.894.068	7.314.069	6.879.069
14 Despesas Admi- nistrativas (1% s/item 17)	Cz\$/t(-)	74.123	68.677	64.592
15 Despesas Finan- ceiras (3% s/ item 17)	Cz\$/t(-)	222.368	206.030	193.777
16 IAPAS (2,5% s/ item 17)	Cz\$/t(-)	185.307	171.692	161.480
17 Paridade	Cz\$/t(=)	7.412.270	6.867.670	6.459.220
18 Paridade Grão	Cz\$/sc (=)	444.736	412.060	387.553

Fonte: CFP (06)

Mato Grosso contribuiu com 14% deste total. Esta elevação representa 32% para o Brasil e 627% para Mato Grosso, abrindo assim uma nova fronteira agrícola com grande potencial para os produtores. Por ser um dos estados que mais produz esta cultura, a expectativa é que num período curto o estado deverá ser o maior produtor nacional de soja, CFP (02).

Geralmente o milho e a soja, quando comercializados ou exportados, são armazenados e transportados a granel. Os volumes transportados são grandes e se destinam a um pequeno número de indústrias (no caso da soja) e aos portos (para exportação de soja ou milho). Estas características justificam a escolha destes dois produtos para o presente estudo. O estado de Mato Grosso produz outros grãos, como o arroz e o feijão, em diversas áreas, mas tendem a ser consumidos localmente ou enviados a destinos diversos, no mesmo ou em outros Estados. Com raras exceções, ensacam-se e estocam-se estes produtos em armazéns convencionais WRIGHT (24).

Em resumo, o transporte do milho e da soja, seja em âmbito interestadual, seja para exportação, é caracterizado por volumes muito grandes distribuídos em poucos lugares, ao passo que o transporte de outros produtos agrícolas é distinguido por sua origem e destinos diversos, pequenos volumes, e por movimentação e acondicionamento em sacarias.

A importância do problema de transporte e armazenagem no planejamento de um sistema de transferência de grãos deve-se aos seguintes fatos:

- a) a má localização de armazéns pode gerar maiores percursos médios entre as zonas de produção e as de consumo, o que eleva os custos de transporte e o consumo de combustíveis;
 - b) redes regionais de armazenagens, constituídas por unidades de grande porte, concentradas em um pequeno número de locais, proporcionam importantes economias de escala nos custos de implantação de armazéns.
- Por outro lado, essa concentração dos armazéns, geralmente,

implica em transporte desnecessário de umidade e impurezas por maiores distâncias, dificultam o acesso do produto ao armazém mais próximo e podem criar percursos adicionais entre as zonas de produção e o destino final; portanto, o planejamento de uma rede regional de armazém coletor requer uma confrontação entre as economias de escala nos investimentos e os custos de transporte decorrentes do dimensionamento da rede;

- c) do ponto de vista do produtor rural, uma rede de armazéns bem dimensionada tem efeito semelhante ao de melhorias na rede viária (redução do custo de transporte até o armazém); No entanto, investimentos em armazenagem normalmente são menores, mais divisíveis e podem ser realizados em poucos meses;
- d) para o sistema de transferência como um todo, armazéns corretamente distribuídos podem minimizar os efeitos adversos de uma rede de rodovias vicinais, mal conservadas e pouco densas. Armazéns acessíveis permitem que se estoque o produto nas zonas da produção durante o período em que as estradas estão intransitáveis, evitando-se perdas significativas;
- e) tendo em vista a pequena quantidade de grãos transportados, o investimento em uma rodovia não se justifica apenas pelo custo desse transporte, uma vez que a implantação de uma estrada vicinal de boa qualidade, custava, em 1980, acima de Cr\$ 1 milhão por Km, além de exigir substancial investimento em conservação nas épocas de chuvas, que em muitos casos a torna intransitável;

- f) Sob o aspecto de investimentos públicos, não existem fundos para elevar, a curto ou médio prazo, os padrões da imensa rede de vicinais(*).

1 2.1 - Infra-Estrutura de Armazenagem

Os grãos, de um modo geral, necessitam ser transportados, secados, expurgados e armazenados nos primeiros dias de colheita. Isto demanda investimento com infra-estrutura e outros gastos. A infra-estrutura é que irá impor os limites máximos dos volumes da produção que poderão ser comercializados. Assim, os custos de cada safra e os preços no mercado é que irão determinar os ganhos ou prejuízos do produtor.

Quanto ao processo de secagem, expurgo e armazenagem, existem duas modalidades: sacaria e a granel. A sacaria se utiliza de instalações simples e versáteis, mas muito dependentes de mão-de-obra, tendo por isto custo de manuseio da safra bem oneroso, sendo utilizada apenas para o caso de grãos quando não existe graneleiro ou este está cheio. Os armazéns graneleiros são totalmente mecanizados e otimizados em suas operações de recepção, secagem, expurgo, armazenamento e expedição, tendo com isto, um custo operacional baixo, além de serem eficientes no tempo gasto com suas operações.

E notável, segundo PUZZI (22), o prejuízo anual que a

(*) Estima-se que, em 1974, a rede brasileira de rodovias vicinais somava 1.200.000 Km (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER. Classificação funcional do sistema rodoviário do Brasil. Rio e Janeiro, 1974). O custo, por quilômetro, de melhoramentos em rodovias vicinais variava entre Cr\$ 100 mil e Cr\$ 1 milhão, em 1979, dependendo do tipo de melhoramento e das particularidades do trecho.

economia das nações subdesenvolvidas ou em desenvolvimento sofre em consequência da perda ou quebra da produção agrícola a partir da colheita. No Brasil, as perdas relacionadas com cereais, grãos, leguminosos e outros grãos secos, que constituem os alimentos deterioráveis, não são conhecidas. Segundo pesquisadores citados por FUZZI (22), as perdas devem atingir, aproximadamente, um índice de 10 a 20 % em virtude de não se poder contar com nenhum tipo de armazenagem.

Dos 30 municípios da região Norte de Mato Grosso (BR-163), apenas 11 possuem armazém graneleiros e, mesmo assim, com capacidade estática insuficiente para a produção de sua área de ação, Quadro 6.

No que se refere à capacidade estática a granel do país, a região Centro Oeste tem uma participação de 26,33%; o Estado de Mato Grosso, apesar de ser o quinto produtor nacional de grãos, tem uma participação de 0,07%. A área de estudo, representa apenas 0,03% em relação ao Centro Oeste, 11,45% e em relação ao Estado de Mato Grosso, 45,55%. Quadro 7.

QUADRO 6 - Capacidade de armazenagem de 11 municípios da Região Norte de Mato Grosso em 1987.

Municípios	Capacidade Estática em ton.	Número de Unidades
Alta Floresta	16.000	01
Arenápolis	11.000	11
Colider	16.000	01
Diamantino	500.000	39
Nobres	32.000	07
Porto Gaúcho	22.000	01
Rosário do Oeste	3.000	01
S. José do Rio Claro	7.000	01
Sinop	16.000	01
Sorriso	194.000	14
Tangara da Serra	54.000	03

Fonte: CFP/DIOP (07)

QUADRO 7 - Armazenagem à granel do Brasil, Centro Oeste, Mato Grosso e área de estudo, em toneladas no ano de 1987.

Regiões	Mil Toneladas	a %	b %	c %
Brasil (a)	28.879	100,00	-	-
Centro Oeste (b)	7.604	25,33	100,00	-
Mato Grosso (c)	1.912	0,07	25,15	100,00
Area de Estudo (d)	871	0,03	11,45	45,55

Fonte: CFP/DIOP (07)

1.2.2 - Infra-Estrutura de Transporte

No Brasil a distribuição geográfica da produção e do consumo de grãos localiza-se em áreas bem distintas e com longas distâncias entre si.

O transporte não eficiente é responsável pelos altos custos de comercialização de gêneros alimentícios constituindo-se num dos grandes problemas dos países em desenvolvimento. No Brasil, um dos componentes que mais pesa no custo final dos grãos é o frete, devido a falta de hidrovias, insuficiência de ferrovias e precariedade de estradas asfálticas, PUZZI (22).

Conforme os dados do Quadro 8, verifica-se uma participação de rodovias pavimentadas inferior a 10%, principalmente em virtude dos grãos serem transportados por estradas não pavimentadas em veículos menores e com custos por ton/km mais elevados.

A malha rodoviária da área de estudo é composta de rodovias federais (BR) e estaduais (MT). A BR-163 é a principal rodovia da área de estudo, onde as demais surgem ou a cruzam. Através do Quadro 9, verifica-se que existem muitos trechos e algumas rodovias não pavimentadas, representando 58,25%, e as asfaltadas 41,75%, possuindo 12 municípios sem ligação por rodovias asfaltadas que

QUADRO 8 - Evolução das rodovias no Brasil e em Mato Grosso e sua participação por modalidade, 1982 a 1986

Ano	Mato Grosso		%	Brasil		%
	Paviment. (a)	Não Pavim. (b)		Paviment. (c)	Não Pavim. (d)	
82	1.047	36.491	2,9	98.147	1.296.018	7,6
83	1.250	39.928	3,1	101.746	1.297.308	7,8
84	2.530	40.135	6,3	110.593	1.318.806	8,4
85	2.732	38.688	7,1	115.725	1.311.196	8,8
86	3.563	37.933	9,4	123.355	1.274.356	9,7

Fonte: GEIPOT-MT (10)

são: Alta Floresta, Brasnorte, Guaranta do Norte, Juara, Marcelândia, Nova Canaã, Novo Horizonte, Peixoto Azevedo, Porto dos Gaúchos, São José do Rio Claro, Terra Nova do Norte e Vera.

QUADRO 9 - Relação das Rodovias da área em estudo, em 1987

Rodovia Sigla	Extensão (Km)	
	Asfaltada	Terra
BR - 163	604,8	71,5
BR - 364	21,5	50,8
MT - 010	50,5	176,0
MT - 140	-	75,4
MT - 170	-	300,9
MT - 206	30,0	-
MT - 208	-	49,0
MT - 220	-	224,0
MT - 225	-	32,0
MT - 240	75,5	-
MT - 246	58,1	-
MT - 320	-	133,0
MT - 338	-	32,0
MT - 343	69,5	-
MT - 358	38,5	-
MT - 423	-	179,0
TOTAL	948,4	1.323,3

Fonte: FCR (16)

Assim procura-se respostas para as seguintes questões:

As localizações dos armazéns são adequadas para produção da

região em estudo?

Na hipótese de se projetar novos armazéns quais seriam os locais mais adequados?

Para a safra de 1995 qual será o déficit de armazenagem e os seus custos de transferências?

Um equacionamento da questão de armazenagem e sua direta associação com as estradas de boa qualidade poderá redundar em benefícios diretos para os produtores, comerciantes e consumidores significando melhor eficiência e alocação dos vários produtos.

1.3 - Objetivos

1.3.1 - Objetivos Gerais

O objetivo geral desta Pesquisa é fazer uma análise econômica do atual problema de transporte e armazenagem no Norte Matogrossense (BR-163), envolvendo relações de custo/benefício.

1.3.2 - Objetivos Específicos

a) Analisar as estratégias alternativas para melhorar a infra-estrutura de armazenagem ligada aos custos de transferência de grãos:

- i) no sistema de transferência em 1987 ("Sistema Atual");
- ii) no sistema projetado para 1995 ("Sistema Futuro"), com aumento projetado na produção de grãos.

b) Diagnosticar os déficits de armazenamentos, a fim de localizá-los e dimensioná-los.

2 Metodologia

2.1 Area de Estudo

O Estado de Mato Grosso limita-se ao norte com os Estados do Amazonas e do Pará, a leste com Goiás e Tocantins, ao sul com Mato Grosso do Sul, a noroeste Rondônia e a oeste com a Bolívia. A região de estudo, cuja superfície de 337.220 Km², compreende o raio de atuação da BR-168 entre Cuiabá e a divisa norte do Estado, abrangendo trinta municípios, onde cada um deles foi considerado um polo de produção, sendo Cuiabá o seu destino único.

Os municípios que compõem este estudo estão indicados no Quadro 10

A escolha desta área foi feita em razão das seguintes características:

- a Os municípios produtores acham-se geograficamente separados dos centros de beneficiamento e dos portos de exportação,
- b A produção ocorre durante um curto período, enquanto o beneficiamento e a exportação se estendem por um prazo muito maior;

QUADRO 10 - Relação dos Municípios da área de estudo.

MUNICÍPIOS	
01. Acorizal	16. Nortelândia
02. Alta Floresta	17. Nova Canãa
03. Alto Paraguai	18. Nova Olimpia
04. Arenápolis	19. Novo Horizonte
05. Barra do Bugre	20. Paranaíta
06. Brasnorte	21. Peixoto Azevedo
07. Colider	22. Porto dos Gauchos
08. Denise	23. Rosário Oeste
09. Diamantino	24. São José Rio Claro
10. Guarata do Norte	25. Sinop
11. Itaúba	26. Sorriso
12. Jangada	27. Tangara
13. Juara	28. Terra Nova do Norte
14. Marcelândia	29. Várzea Grande
15. Nobres	30. Vera

- c. A atividade de armazenagem, a qual facilita o transporte e as demandas para processamento e exportação, poderá ser efetuada nas áreas produtoras, nas indústrias ou nos terminais;
- d. O fluxo dessa região é efetuado por conexões da malha rodoviária específica e por meio da rede armazenadora existente. A cada uma dessas ligações se associam custos.
- e. A situação precária da infra-estrutura viária, as estradas vicinais são de terra e carecem de conservação, há falta de pontes, tendo que se utilizar balsas, distâncias entre as propriedades e a sede do município são em sua maioria longas onerando os fretes para os produtores.
- f. Durante o "pique" da safra há escassez de transporte quando os percursos não são restritos aos municípios, acarretando atrasos na colheita e maior perda de qualidade

física nos grãos.

- g. Para que a Política de Garantia de Preços Mínimos seja efetuada a armazenagem do produto é uma exigência.

Além das características citadas, o potencial da região é ainda aumentado em decorrência de um conjunto de recursos naturais descritos a seguir.

Clima - O regime pluviométrico em MT apresenta dois períodos bem definidos - um chuvoso, no verão, quando predominam as chuvas convectivas de curta duração e maior intensidade; e outro seco, no inverno - sendo que aproximadamente 80% do total anual das chuvas, concentram-se no período de outubro a março. A região norte do Estado possui entre 1.800 mm a 2.700 mm de precipitação. A temperatura média no estado oscila entre 23 a 26 °C. Em setembro e outubro chegam a alcançar 32 a 35 °C sendo as temperaturas mais baixas em julho, de 10 a 16 °C. A umidade relativa média oscila em torno de 75 a 85%, e na região norte do Estado o mês mais úmido é o de fevereiro, com uma média de 86%.

Dos seis tipos de clima existentes no Estado, segundo Koppen in EMPA-MT (09), a região de estudos possui três deles:

- . Tropical Monçaico, situado no centro e norte;
- . Tropical de Savana, situado ao sul;
- . Tropical de Savana com primavera quente, numa pequena parcela do sul."

Hidrografia - O estado possui três bacias - Amazônica, Tocantins e Platina - sendo a Amazônica a que predomina na área estudada, com uma área de 602.237 Km² e uma participação de 68%. Os principais

rios são o Roosevelt, Aripuanã, Juruema, Teles Pires e Xingu, os quais possuem grande número de cachoeiras e quedas, favorecendo a construção de Usinas Hidroelétricas.

Vegetação e Solo - Na região em estudo predominam as vegetações de Floresta e Cerrado. Na vegetação de floresta geralmente predominam os Latossolos Vermelho-Amarelo (LV) e os Podzólicos Vermelho-Amarelo álicos (PVA) com alta saturação de alumínio, pobres em ferro e de baixíssima capacidade de troca. Nas regiões de cerrados predominam os Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos, os Latossolos Vermelho Escuro distróficos e as Areias Quartzosas distróficas e álicas. A vegetação é constituída por Floresta Úmida, Super úmida Amazônica, Cerrado, Cerrados.

Atividades Exploradas - Além do milho e da soja, o trigo, o arroz, o feijão e o café são os principais grãos produzidos na região de estudo. Apenas o milho, a soja e o trigo utilizam armazém graneleiro; e pelo fato de ser o trigo colhido na entre-safra e ter uma participação muito pequena na produção dessa região, apenas o milho e a soja foram considerados.

2.2 - Períodos de Estudo

Os atuais níveis de produção de grãos impõem pressões severas sobre o sistema de transferência na região norte de Mato Grosso. A falta de espaço suficiente para armazenagem a granel ocasiona atrasos na colheita, acompanhados por perdas substanciais e custos adicionais, decorrentes do uso de armazéns menos adequados, tais como armazéns convencionais, infláveis e galpões. A intensidade do transporte de grãos em caminhões causa congestionamento e atrasos no

tráfego de outras mercadorias, bem como dos próprios grãos. Por serem conhecidos os volumes de produção de 1987, é possível utilizar alguns parâmetros como base para a simulação de melhoramentos a curto prazo nos setores de transporte e armazenagem, WRIGHT (24).

Faz-se mister, portanto, obter estimativas das quantidades de grãos a serem transportados e armazenados durante a próxima década, mesmo que não se possam especificar quantidades precisas da produção em anos específicos. Pode-se aprender muito a respeito do desempenho econômico de um sistema projetado, ou da modificação de uma instalação existente pela formulação de modelos que incorporam as características relevantes e da subsequente avaliação do seu desempenho sob diferentes níveis de produção, WRIGHT (24).

Em virtude disto, é possível analisar:

- a. Se um sistema ou equipamento, construído para movimentar um determinado volume de produção ou de tráfego, é realmente capaz de comportar uma quantidade maior;
- b. O efeito de novas rodovias ou linhas ferroviárias sobre os custos operacionais e sobre a distribuição de carga entre estas duas modalidades;
- c. Os aumentos na capacidade de armazenagem a granel necessários para suprir uma determinada demanda sazonal.

Conforme o fator de sazonalidade na transferência de bens agrícolas, anteriormente abordado, o ano civil é dividido em dois períodos. O primeiro período vai de 1 de março até 30 de junho. Nessa época colhe-se toda a soja e 64% do milho. O problema de transporte acarreta uma grande demanda por caminhões, ao mesmo tempo que ocorre uma grande procura pelos poucos armazéns existentes em

alguns municípios. O segundo período estende-se de 1 de julho até 28 de fevereiro do ano seguinte, quando colhe-se o restante do milho, sendo a procura por transporte mais reduzida. Quanto aos armazéns, estes se encontram cheios, só havendo capacidade de recepção quando ocorre transferência para a zona consumidora. Nestes dois estudos e zonais o ano de 1987 será utilizado como sistema atual, enquanto o sistema futuro será o ano de 1995 (*). Adotou-se nesse trabalho uma projeção para 8 anos, por ser este o período necessário para o retorno de investimento em armazenagem, conforme considera a CIBRAZEM, dados não publicados.

2.3 - Formulação do Modelo

A metodologia utilizada neste trabalho baseia-se no pressuposto de que as atividades de transporte e armazenagem de grãos são componentes de um único sistema integrado de transferência. A forte interdependência do transporte com a armazenagem implica que tentativas de otimização de um sistema, separadamente, tendem a gerar soluções indesejáveis para o outro e para o sistema. Por isso, são concebidos modelos que permitem considerar as duas atividades simultaneamente, tendo-se conta os principais aspectos de seu interrelacionamento. Esta perspectiva irá possibilitar tanto a identificação e a inadequações específicas de cada setor quanto a obtenção de soluções integradas para o planejamento de melhorias no sistema de transferência.

Dentre os procedimentos que podem fornecer informações úteis para a tomada de decisão quanto à localização de armazéns,

(*) Mauro de Resende Lopes. Estudos de projeções de safra para o ano de 1995.

encontram-se várias técnicas matemáticas, descrita na tese de Mestrado de OFUGI (19). Entre elas, a programação linear mista tornou-se uma técnica clássica na abordagem desse tipo de problema, através do emprego de algoritmos auxiliares. Como exemplo citam-se: os métodos de Planos de Corte em OFUGI (19), métodos de branch-and-bound e o algoritmo de decomposição de Benders.

Os programas de computador disponíveis empregam a técnica de branch-and-bound para a resolução de problemas de programação linear mista, como por exemplo, o MPS-TEMPO (Burroughs), MPSX-MIP (IBM) e OPHELIE I (CDC). A utilização destes programas pode levar a períodos de processamento relativamente longos, quando se trata de problemas de análise de localização, em virtude do elevado número de variáveis inteiras incluídas no modelo matemático.

Na literatura há vários trabalhos citados por OFUGI (19), que propõem métodos heurísticos, como procedimentos alternativos para a análise locacional. As vantagens desses métodos são a flexibilidade do tratamento de várias situações e a rapidez no processamento em computador (muito embora a sua eficiência dependa da própria estrutura do modelo que nem sempre garante a obtenção da solução ótima). A idéia básica desses métodos é o exame de várias configurações da rede que se cogita implantar através de adições (ADD) ou exclusões (DROP) sucessivas de instalações hipotéticas em locais previamente selecionados. O critério para a escolha da próxima hipótese a ser testada é função da heurística (*) adotada.

Como opção para a representação de problemas locacionais,

(*) HEURISTICA, também chamada não ótima, consiste no fato de que pelo menos um arco está em condição de inviabilidade ou de "fora-do-ótimo", até que se obtenha a solução ótima.

vários autores têm-se utilizado dos modelos de redes capacitadas. Estes modelos permitem considerar as particularidades relevantes de cada caso em estudo e possuem outros importantes atributos. Em WRIGHT (24) relata-se que Bradley atribui o crescente emprego dos modelos de redes capacitadas a quatro vantagens:

- a) flexibilidade;
- b) simplicidade de uso e interpretação;
- c) soluções de baixo custo, ou seja, rapidez no processamento de dados;
- d) maior capacidade para estudo de problemas com maior número de variáveis e restrições do que qualquer outro método de otimização.

O termo "flexibilidade" é aqui utilizado com o sentido de "a representação acurada de muitas situações". A limitação do volume de fluxo através de alguns canais em estudo não provoca dificuldades adicionais à operação dos modelos.

A simplicidade de uso e interpretação dos resultados oferece ao pesquisador maiores possibilidades de formulação dos modelos. Quando relacionados a redes físicas, esses modelos podem ser interpretados e operados por pessoas não especializadas em pesquisa operacional.

A utilização de certos algoritmos para resolver problemas formulados como redes capacitadas tem resultado em tempos de computação de até 300 vezes menor que o da programação linear para muitos dos mesmos problemas. Monterosso in OFUGGI (18), analisou um problema de transporte e armazenamento de grãos agrícolas no Maranhão, utilizando um método heurístico do tipo ADD/DROP associado

a redes capacitadas. Comparando os tempos de processamento gastos pelo método heurístico com os do "Large Systems TEMPO" para resolver o mesmo problema, verificou-se que o primeiro gastou 150,446 segundos e o "TEMPO" 1848,118 segundos. O custo total da melhor solução calculada pelos dois métodos divergiu em cerca de apenas 0,004%. Outros exemplos poderão ser encontrados em WRIGHT (24).

Pelas razões citadas anteriormente adotou-se neste trabalho um método heurístico associado a redes capacitadas. Uma análise sobre o modelo adotado será objeto dos itens seguintes.

O presente estudo usou duas variantes do modelo de redes capacitadas: o sistema atual e o sistema futuro. No sistema atual foram consideradas duas situações: a primeira, situação 1, sem a alocação de armazéns, ou seja considerando-se apenas os armazéns já existentes; a segunda, situação 2, levou em conta a alocação de armazéns candidatos. Com relação ao sistema futuro, projetado para 1995, foram estudadas três situações: a primeira, situação 3, levou em conta a situação futura sem alocação de armazéns; a segunda, situação 4, considerou a alocação de armazéns candidatos com qualquer capacidade, sem restrições; e finalmente a terceira, situação 5, em que foi utilizada uma capacidade mínima para os armazéns candidatos, ou seja, grande armazéns.

2.3.1 - Conceito de Redes Capacitadas

Define-se rede (*) como um conjunto de pontos - nós -

(*) A cada rede está associado um grafo orientado $G(N,A)$, onde N é um conjunto de nós e A é um conjunto de arcos. No entanto, o conceito matemático de grafo define, apenas, as relações estruturais entre nós e arcos, enquanto o conceito de rede considera, também, as características quantitativas desses elementos.

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 . Este 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 de fluxo no arco i, j . Este parâmetro serve para impor um fluxo mínimo ao arco;
- U_{ij} - limite superior de fluxo no arco i, j . Este 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 de 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. Descrições detalhadas desses algoritmos podem ser encontradas nos trabalhos de FULKERSON (15), Clover et alii e Gordon et alii citado por BRADLEY (01).

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, estes 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 representadas por arcos da rede.

2 3.2 - O Algoritmo de Fulkerson

O algoritmo empregado para solucionar os problemas de fluxos de produtos é uma versão do algoritmo de Fulkerson - OKA(*); (09, 14, 15, 21). Estima-se exogenamente, parâmetros de custo e capacidade para todos os arcos. A soma das quantidades ofertadas pode ser igual ou maior do que a soma das quantidades demandadas. Os parâmetros são todos expressos em números inteiros; os custos, em cruzados, e os limites inferiores e superiores, em toneladas métricas. O algoritmo determina o conjunto de fluxos máximos X_{ij} , que minimiza os custos totais de transferência, incluindo custos de transporte, armazenamento e outros atribuídos aos arcos. O fluxo máximo é determinado pelo conjunto de corte mínimo POTTS e OLIVER (21). Se for possível forçar todos os excedentes pela rede, os arcos que representam os excedentes constituir-se-ão no conjunto de corte mínimo, de maneira que o fluxo máximo equivale à oferta disponível.

(*) OKA - (Out of-Kilter-Algorithm) sigla dada aos programas que utilizam o método de Fulkerson em programas de computador quando se usa rede capacitada.

Assim, o fluxo máximo constitui um fluxo determinado e será distribuído pelos arcos, de modo que os custos sejam os mínimos.

O OKA minimiza:

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

Sujeito a:

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

$$(3) \sum_{j=1}^N X_{ji} - \sum_{i=1}^N X_{ij} = 0 = \text{para todo } i$$

Onde:

C_{ij} é o custo de transferir uma unidade de i para j , em $Cz\$/\text{tonelada}$.

X_{ij} é a quantidade transferida de i para j em toneladas.

L_{ij} é o limite mínimo da quantidade a ser transferido de i para j , em toneladas.

U_{ij} é o limite máximo da quantidade que pode ser transferida de i para j , em toneladas.

A condição (3) é o princípio de conservação de fluxo. Indica que o total dos fluxos para um nó qualquer há de ser igual à soma dos fluxos que saem do mesmo nó. Portanto para se obter a solução pelo OKA, deve-se acrescentar ao sistema um arco artificial. Desta maneira, evita-se a perda de fluxo na fonte (OA) e o ganho de fluxo no escoamento (DA).

Além de gerar os fluxos ótimos X_{ij} e o custo total da solução ótima, o OKA determina, de modo endógeno, os seguintes valores:

- a) custos líquidos dos arcos (C_{ij});
- b) preços nos nós (P_i);(*)
- c) números de "Kilter".(**)

Calculam-se os preços nos nós (P_i) em cada interação, de forma que os aumentos de fluxos sejam feitos pelos caminhos mais baratos. São preços relativos e equivalem, na formulação de redes, ao conceito das rendas locacionais de Von Thunen (para a solução ótima). Dados os custos dos arcos (C_{ij}), determinam-se os custos líquidos dos arcos:

$$(4) C_{ij} = C_{ij} - (P_j - P_i)$$

Estabelecidos esses parâmetros, a cada arco se associa um estado de Kilter e um número de Kilter.

O modelo de rede capacitada, usado como instrumento analítico neste estudo, compõe-se de uma série de subsistemas interligados. Os arcos e os nós de cada subsistema-rodoviário, de processamento e terminal, acham-se ligados entre si por arcos, que representam as operações nos terminais, com custos e capacidades apropriados. Os armazéns coletores se ligam às unidades de processamento nos locais relevantes e às redes de transportes em cada período. Ligam-se

(*) Obtem-se o (P_i) através da soma dos custos totais do produto até a origem do nó i .

(**) Terminologia utilizada para medir a capacidade de cada arco, sendo zero quando a utilização do arco for menor que o seu limite máximo.

também os nós que representam armazéns no mesmo local, porém, em períodos de tempo diferentes WRIGHT (24).

2.4 - Operacionalização do Modelo

2.4.1 - Localização e Dimensionamento de Armazéns

Quando uma região produtora com déficit de armazenagem é delimitada, em geral é possível, sem maiores dificuldades, selecionar um conjunto de locais-candidatos para a construção ou ampliação de armazéns. Essa seleção de locais, potencialmente atrativos, baseia-se em condições topográficas, acessibilidade, magnitude do déficit de armazenagem local, infra-estrutura de energia, serviços bancários e de comercialização, disponibilidade de terrenos, etc.

Depois dessa seleção preliminar, as decisões a serem tomadas devem determinar:

- a) O número de armazéns a serem construídos ou ampliados;
- b) Os locais-candidatos em que serão construídos ou ampliados os armazéns;
- c) A capacidade de cada armazém.

Um grande número de variáveis, de diversas naturezas, influi neste processo de tomada de decisão. Restrições econômicas, políticas, institucionais e sociais, muitas delas não-quantificáveis, deverão ser consideradas.

O método apresentado a seguir é normativo, baseado num critério de minimização dos custos conjuntos de transporte e de investimentos em armazenagem. Esse critério não pode ser o único no

processo decisório, e em alguns casos, nem mesmo o principal, mas as soluções de custo mínimo serão sempre um subsídio importante, pelas seguintes razões:

- a) Investimentos em armazéns são, geralmente, feitos sob restrições orçamentárias, que muitas vezes não permitem que o déficit de armazenagem da área estudada seja totalmente atendido. Isto implica na necessidade de otimizar o uso de recursos financeiros;
- b) Pela razão descrita no item anterior, as entidades encarregadas de planejar a expansão de redes armazenadoras naturalmente gostariam de minimizar os custos de investimentos ou maximizar a capacidade armazenadora permitida pela restrição orçamentária (*). No entanto, elas reconhecem que não será desejável uma solução com custos de transporte muito elevados, que encareceriam demasiadamente as despesas totais de comercialização. O critério aqui adotado proporciona ao planejador um retrato de interdependência entre os custos de transporte e de investimentos em armazéns, permitindo-lhe compatibilizar suas restrições orçamentárias com os custos de transporte decorrentes das várias alternativas;
- c) Mesmo que o planejador adote outros critérios, a solução de custo mínimo será sempre útil como ponto de referência, uma vez que o fator custo não será desprezado. Além disso,

(*) Essa tendência, em geral, traduz-se pelo aproveitamento de economias de escala em grandes armazéns, concentração de armazéns nos centros mais desenvolvidos e aproveitamento de infra-estrutura já existentes.

o modelo proposto poderá ser usado para avaliar os custos conjuntos da solução adotada, qualquer que seja o critério para elegê-la, GEIPOT (11).

2.4.2 - Processamento, Armazenagem e Operações

Durante o primeiro período em que a totalidade da soja é colhida, a mesma é armazenada prioritariamente, em virtude de sofrer maior perda com a demora da colheita. Nesse período colhe-se 64% do milho, sendo o restante dessa cultura colhido no segundo período onde existe maior disponibilidade de armazenagens em virtude de parte da soja e do milho já terem sido enviadas para as zonas consumidoras.

As sobras - "carry-over" - de milho e soja são pequenas justificando os pressupostos de que não existem estoques plurianuais e de que os armazéns, nas áreas produtoras, acham-se disponíveis para a soja e o milho. A localização dos armazéns tem como base a sede municipal. Excluem-se da análise, portanto, as transferências das propriedades agrícolas para os armazéns coletores, efetuadas dentro do município. Os grãos produzidos em cada município passam por essas instalações para limpeza e secagem, não se fazendo distinções quanto ao pequeno percentual estocado nas propriedades agrícolas. Os grãos podem ser transportados durante o mesmo período, ou permanecer estocados nos armazéns para embarque no período subsequente WRIGHT (24).

2.4.3 - Parâmetros dos Custos de Armazenagem

A metodologia utilizada para a resolução deste problema foi a

do custo operacional, levantado pela Unitec(*) e Paulo R. L. Bitencourt(**) para armazéns graneleiros, o qual foi estabelecido para três intervalos de classe da capacidade estática; até 10.000 t., de 10.000 t. até 20.000 e de 20.000 até 50.000 t., custos estes discriminados por tipo de serviço. Estes custos são decrescentes, em virtude da economia de escala em relação a seu tamanho, conforme tabela descrita no Quadro 11.

QUADRO 11 - Tarifas de armazenagem à granel em agosto de 1987 - Cz\$/Tonelada.

ITENS	0 ATE 10.000 t	10.000 ATE 20.000 t	20.000 ATE 50.000 t
Secagem e Limpeza	238,00	188,00	143,00
Armazenagem	51,00	44,00	39,00
T O T A L	289,00	232,00	182,00

FONTE: Unitec(*) e Bitencourt (**)

Os custos de investimento utilizados neste trabalho são referentes aos armazéns projetados, conforme estabelecem os objetivos específicos já mencionados. Estes valores foram também calculados nas mesmas três classes de capacidade estática anteriormente descritas:

- a) Com 10.000 t. Cz\$ 75.000.000,00
- b) Com 20.000 t. Cz\$ 130.000.000,00
- c) Com 50.000 t. Cz\$ 220.000.000,00

(*) UNITEC, Consultoria. Levantamento de custo operacional de unidade armazenadora 1987, Planilhas de custos não publicadas.

(**) Paulo R. L. Bittencourt, Estudo Comparativo de Custos de Unidades Armazenadoras 1987. CIBRAZEM, Fornecimento das Memórias de Cálculos.

Todos estes custos, (operacional e investimento) são referentes ao mês de agosto de 1987 deflacionados de acordo com o Índice Geral de Preços, Disponibilidade Interna da Fundação Getúlio Vargas.

2.1.4 - Parâmetros dos Custos de Transportes

No modelo de custos mínimos utilizado neste trabalho, os fluxos foram distribuídos através de arcos de custos mínimos, sujeitos a restrições de capacidade. Neste caso não foi imposto ao problema nenhuma restrição de capacidade na malha rodoviária em virtude de não haver outros produtos ou fluxo significativo de veículos durante o pique da safra não acarretando, portanto, acréscimo nos custos de transporte. O cálculo do custo de transporte foi feito com base nos levantamentos feitos pelo Geipot, para cada capacidade de caminhão (toco, trucado e carreta). No caso das rodovias pavimentadas considerou-se os custos da carreta e dos caminhões trucados, levando-se em consideração a sua proporcionalidade, enquanto nas estradas não pavimentadas apenas os custos dos caminhões toco foram considerados. Estes são mostrados no QUADRO 12, levando-se em conta o grau de umidade e limpeza do produto. A diferença dada entre o custo Cz\$/t/km dos grãos secos e limpos e úmidos e não limpos é em razão do acréscimo de água e impureza que cada tonelada de grãos carrega a mais; no caso específico 30%(*).

(*). Coordenadoria Regional de Mato Grosso. CIBRAZEM. Levantamento em loco dos dados das unidades armazenadoras. Cuiabá. 1988.

QUADRO 12 - Custo Operacional de Transporte por Modalidade em Cz\$ por tonelada/Km - agosto de 1987.

CONDIÇÃO DO PRODUTO	C U S T O S	
	Rodovia Pavimentada	Estradas não Pavimentadas
Umido e sujo	2,75	5,31
Seco e limpo	2,10	4,05

FONTE: GEIPOT-GEOPE, Manual para Cálculo de Custo Operacional de Veículos Rodoviários.

2.4.5 - Parâmetros da Produção Líquida à Armazenar

O cálculo da demanda de armazenagem e custo de transporte foi feito segundo o conceito de produção líquida a ser armazenada, metodologia esta usada pela CFP. Esses valores são encontrados subtraindo-se as perdas na lavoura, retenção para sementes e, no caso do milho, incluiu-se também o consumo humano e animal da fazenda. Para o milho, a perda na fazenda mais a retenção para semente é de cerca de 10,3%, enquanto a retenção na propriedade para consumo humano e animal atinge 28,4%, totalizando 38,7%, CFP (05). Com relação à soja a perda na lavoura mais a retenção para semente é de 9,7%, CFP (06).

A produção consolidada segundo CFP (03) e FCR (16) para o milho e a soja, considerando o primeiro e o segundo períodos no ano de 1987 e projeção para o ano de 1995 é mostrada nos QUADROS 13 e 14 respectivamente.

2.4.6 - Operacionalização da Rede

O sistema de armazenagem da região em estudo é representado por nós e arcos através de um modelo de redes capacitadas descrito

QUADRO 13 - Produção consolidada do milho e da soja por município da área de estudo, ano de 1987.

	MUNICIPIOS	M I L H O			PROD. CONSOLIDADA	
		TOTAL	I PERIODO	SOJA TOTAL	I PER. SOJA+MILHO	II PER. MILHO
01	ACORIZAL	530	339	0	339	191
02	ALTA FLORESTA	5.087	3.256	0	3.256	1.832
03	ALTO PARAGUAI	736	471	997	1.468	265
04	ARENAPOLIS	1.974	1.263	8.307	9.570	711
05	BARRA DO BUGRE	1.471	942	79	1.021	529
06	BRASNORTE	855	547	23.260	23.807	308
07	COLIDER	17.279	11.059	64	11.123	6.221
08	DENISE	956	612	1.588	2.200	344
09	DIAMANTINO	37.847	24.222	544.939	569.161	13.625
10	GUARATA DO NORTE	3.433	2.197	0	2.197	1.236
11	ITAUBA	92	59	0	59	33
12	JANGADA	1.670	1.069	2.648	3.716	601
13	JUARA	14.747	9.438	0	9.438	5.309
14	MARCELANDIA	184	118	0	118	66
15	NOBRES	3.604	2.307	58.924	61.231	1.298
16	NORTELANDIA	728	466	2.374	2.840	262
17	NOVA CANAA	2.942	1.883	0	1.883	1.059
18	NOVA OLIMPIA	319	204	1.994	2.198	115
19	NOVO HORIZONTE	1.214	777	0	777	437
20	PARANAITA	1.469	940	0	940	529
21	PEIXOTO AZEVEDO	37	24	0	24	13
22	PORTO DOS GAUCHOS	2.759	1.765	0	1.765	993
23	ROSARIO OESTE	2.918	1.868	12.294	14.162	1.050
24	SÃO JOSE RIO CLARO	2.207	1.412	11.076	12.488	794
25	SINOP	2.538	1.624	14.133	15.757	914
26	SORRISO	8.000	5.120	225.175	230.295	2.880
27	TANGARA	19.932	12.756	20.111	32.868	7.175
28	TERRA NOVA DO NORTE	15.410	9.863	0	9.863	5.548
29	VARZEA GRANDE	736	471	357	828	265
30	VERA	1.214	777	923	1.700	437
T O T A L					1.027.089	55.039

Fontes: Baseado em FUNDAÇÃO CANDIDO RONDON (16) e CFP (03)

anteriormente no item 2.3.1. Os elementos associados aos nós e arcos que compõem o modelo de redes, bem como seus parâmetros explicativos são descritos a seguir:

- a) Os nós de 1 a 30 representam as origens da produção de grãos, no caso os municípios da região em estudo;

QUADRO 14 - Produção consolidada de milho e de soja por município da área de estudo, projeção para 1995.

	MUNICIPIOS	M I L H O		SOJA TOTAL	PROD. CONSOLIDADA	
		TOTAL	I PERIODO		I PER. SOJA+MILHO	II PER. MILHO
01	ACORIZAL	809	518	0	518	291
02	ALTA FLORESTA	7.757	4.964	0	4.964	2.793
03	ALTO PARAGUAI	1.122	718	1.823	2.541	404
04	ARENAPOLIS	3.010	1.926	15.692	17.618	1.084
05	BARRA DO BUGRE	2.244	1.436	150	1.586	808
06	BRASNORTE	1.304	835	43.938	44.773	469
07	COLIDER	26.351	16.865	111	16.976	9.486
08	DENISE	1.458	933	2.999	3.932	525
09	DIAMANTINO	57.716	36.938	1.029.391	1.066.329	20.778
10	GUARATA DO NORTE	5.235	3.350	0	3.350	1.885
11	ITAUBA	140	90	0	90	50
12	JANGADA	2.541	1.626	5.001	6.627	915
13	JUARA	22.489	14.393	0	14.393	8.096
14	MARCELANDIA	281	180	0	180	101
15	NOBRES	5.497	3.518	111.308	114.826	1.979
16	NORTELANDIA	1.110	710	4.485	5.195	400
17	NOVA CANAA	4.487	2.872	0	2.872	1.615
18	NOVA OLIMPIA	486	311	3.766	4.077	175
19	NOVO HORIZONTE	1.851	1.185	0	1.185	666
20	PARANAITA	2.240	1.434	0	1.434	806
21	PEIXOTO AZEVEDO	56	36	0	36	20
22	PORTO DOS GAUCHOS	4.207	2.692	0	2.692	1.515
23	ROSARIO OESTE	4.450	2.848	23.224	26.072	1.602
24	SÃO JOSE RIO CLARO	3.365	2.154	20.923	23.077	1.211
25	SINOP	3.870	2.477	26.697	29.174	1.393
26	SORRISO	12.199	7.807	425.355	433.162	4.392
27	TANGARA	30.395	19.453	38.005	57.458	10.942
28	TERRA NOVA DO NORTE	23.501	15.041	0	15.041	8.460
29	VARZEA GRANDE	1.122	718	675	1.393	404
30	VERA	1.851	1.185	1.744	2.929	666
T O T A L					1.904.500	83.931

Fontes: Baseado em FUNDAÇÃO CANDIDO RONDON (16) e CFP (03)

- b) Os nós de 31 a 60 representam a expedição do primeiro período;
- c) Os nós de 61 a 90 representam a expedição do segundo período;
- d) Os nós de 91 a 120 representam a armazenagem no primeiro período;

- e) Os nós de 121 a 150 representam a armazenagem no segundo período;
- f) Os nós de 151 a 158 e os nós 159 a 166 representam os entroncamentos rodoviários de produtos úmidos e secos, respectivamente e no primeiro e segundo períodos;
- g) Os nós 167 a 168 representam a armazenagem de destino do primeiro e segundo períodos, respectivamente;
- h) Os nós de 169 e 170 representam fluxo de destino final das safras do primeiro e segundo períodos, respectivamente;
- i) Os nós 171 a 194 representam os elos de ligações;
- j) Os arcos que ligam os nós de 1 a 30 aos nós de 31 a 60, e os arcos que ligam os nós de 1 a 30 aos de 61 a 90 representam as produções do primeiro e segundo períodos, respectivamente. Os parâmetros a eles associados são;
- . Custo ---> igual a zero
 - . Limite inferior ---> igual a zero
 - . Limite superior ---> igual à produção do município
- k) Os arcos que ligam os nós de 31 a 60 aos nós de 91 a 120 e os nós 167 ao 169 (primeiro período), bem como os arcos que ligam os nós 61 a 90 aos nós de 121 a 150 e aos nós 168 ao 170 (segundo período) representam secagem e limpeza nos respectivos períodos; os parâmetros a eles associados são 03;
- . Custos ---> igual ao custo de secagem e limpeza por toneladas de acordo com o tamanho escalar dos armazéns (item 2.4.3)
 - . Limite inferior ---> igual a zero

- . Limite superior ---> igual à capacidade estática de armazenagem do município
- l) Os arcos que ligam os nós de 91 a 120 aos nós 121 a 150 e os nós 169 ao 170, representam a armazenagem do primeiro para o segundo período. Os parâmetros à eles associados são;
- . Custos ---> igual ao custo de armazenagem por tonelada, de acordo com o tamanho escalar (item 2.4.3.)
- . Limite inferior ---> igual a zero
- . Limite superior ---> igual à capacidade estática de armazenagem do município.
- m) Os arcos que ligam os nós de 31 a 60 aos nós 151 a 154 e o 167, e os arcos que ligam os nós 61 a 90 aos nós 155 a 158 e o 168 representam o transporte de grãos úmidos e com impurezas nos primeiro e segundo períodos respectivamente. Os parâmetros a eles associados são;
- . Custos ---> igual ao custo de transporte por quilômetro, vezes a distância do arco (item 2.4.4)
- . Limite inferior ---> igual a zero
- . Limite superior ---> um número arbitrariamente grande, não há
- n) Os arcos que interligam os nós 91 a 120, os nós 159 a 162 e o 169, e os arcos que interligam os nós 121 a 150, os nós 163 a 168 e 170 representam o transporte de grãos secos e limpos nos primeiro e segundo períodos, respectivamente. Os parâmetros a eles associados são;
- . Custos ---> igual ao custo de transporte por quilômetro vezes a distância do arco (item 2.4.4)

- . Limite inferior ---> igual a zero
 - . Limite superior ---> um número arbitrariamente grande sem restrições de quantidade
- o) Os arcos que ligam os nós 169 e 170 ao nó 170 representam os fluxos de demanda final. Os parâmetros a eles associados são;
- . Custos ---> igual a zero
 - . Limite inferior ---> igual à produção total do primeiro e segundo períodos
 - . Limite superior ---> igual à produção total do primeiro e segundo períodos
- p) Os arcos que interligam os nós 171 a 194 representam os fluxos de ligação que demandam custos, possuindo limite inferior igual a zero e limite superior em aberto;

O fluxo da produção dos 30 municípios e a representação do processo de transporte e armazenagem são mostrados nos apêndices A e B, respectivamente.

3 - Resultados e Discussões

3.1 - Análise da Infra-estrutura de Comercialização

No período de colheita, os 19 municípios que não possuem armazéns graneleiros, arcam com custos de fretes maiores, e enfrentam a disputa por secadores e armazéns nas cidades mais próximas que possuem estes serviços. Como agravante, no período de colheita é comum ocorrerem chuvas, prejudicando a retirada dos grãos das propriedades até o primeiro transbordo ou armazém em rodovia pavimentada. A região em estudo não possui indústria de grãos.

O escoamento da produção até os principais mercados se dá por rodovias pavimentadas, pois apesar de existirem vários rios navegáveis, não há infra-estrutura para o transporte fluvial na região de estudo. Os polos consumidores de maior significância são: Cuiabá e Rondonópolis, no próprio estado, Campo Grande, Anápolis, Rio Verde, Goiânia, Uberlândia e São Paulo, em outros estados.

3.2 - Sistema Atual

A rede de transporte e armazenagem existente, sobre a qual foram alocados os fluxos de escoamento que minimizam os custos,

os seus resultados são mostrados no Quadro 15, utilizando-se a produção atual. Apenas 11 municípios possuem armazéns, totalizando 871.000 toneladas de capacidade estática. Os custos anuais de transferência (transportes, investimento e operacional), totalizam Cz\$ 898.276.000,00 a preço de agosto de 1987.

Na situação 2, mostrada no Quadro 15, figuram os resultados da rede de transporte e armazenagem com as alocações de armazéns candidatos, sobre a qual foram alocados os fluxos de escoamento que minimizam os custos, utilizando-se a produção atual. Este modelo propõe, em seu resultado de otimização, a ampliação da rede em mais duas unidades de 5.000 t cada, nos municípios de Barra do Bugre e Várzea Grande. Nesta situação a capacidade estática consolidada passa para 881.000 t. Os custos tiveram os seguintes resultados: Anual de Transporte Cz\$ 841.824.439,00; Anual de Investimento Cz\$ 3.285.400,00; Operacional Anual Cz\$ 222.053,00 e Anual Total Cz\$ 845.331.892,00.

A participação do custo de transporte representou 99,6% do custo total, sendo os custos de investimento e operacional de 0,03 e 0,01%, respectivamente. Isto evidencia a elevada proporção dos custos de transporte em relação aos demais, onerando assim produtores rurais nesta área de estudo.

Comparando-se os custos totais da situação 1 com os custos totais e de investimento da situação 2, obtém-se uma redução de 5,9% entre os custos totais da situação 2 em relação a situação 1, resultante do acréscimo de 10.000 t de capacidade estática. A comparação entre a rede existente e a idealizada com a produção consolidada do primeiro e segundo períodos é mostrada no Quadro 16. Dentre os 11 municípios que possuem armazéns, 6 possuem superavit

de armazenagem, ao passo que com a armazenagem consolidada, 8 apresentaram superavit. Com os armazéns atuais e propostos, será possível atender a 86% da safra no primeiro período, sendo os restantes (14%) armazenados no segundo período.

O Quadro 17 apresenta uma consolidação dos resultados anteriores, através da indicação de frequências com que os projetos foram designados a cada local, bem como a moda da capacidade estática alocada. Verifica-se que os municípios de Barra do Bugre e Várzea Grande foram os de maior frequência 42, seguidos dos municípios de Nortelândia com 38, Alto Paraguai e Nova Olímpia com 37 cada, Denise com 18, Jangada com 10 e Acorizal com 9. Sobre estes resultados, cabem os seguintes comentários:

- a) os municípios de - Barra do Bugre e Varzea Grande - os de maior frequência - foram os selecionados na situação 2, o que demonstra a escolha dos locais ideais.
- b) nos resultados da análise de frequência, apenas os municípios que não possuíam armazéns é que foram selecionados, apesar de terem sido considerados diversos projetos de ampliação dos armazéns existentes. Este fato confirma que uma política de desconcentração é atrativa.

3.3 Sistema Futuro

O Quadro 18 analisa a rede de transporte e armazenagem existente (situação 3), sobre a qual foram alocados os fluxos de escoamento que minimizam os custos, utilizando-se a produção projetada para 1995. Nos 11 municípios com 871.000 t de capacidade estática, os custos anuais de transferência (transporte,

investimento e operacional) totalizaram Cz\$ 1.912.820.000,00 a preço de agosto de 1987.

A situação 4, também mostrada no Quadro 18, mostra a rede de transporte e armazenagem com as alocações dos armazéns candidatos, sobre os quais foram alocados os fluxos de escoamento que minimizem os custos. Esta situação propõe em seu resultado de otimização, a ampliação da rede em 10 municípios, sendo que Diamantino e Nobres (já possuíam instalações), recebiam uma capacidade adicional de 500.000 e 100.000 t, respectivamente. Os demais municípios (oito) foram Alto Paraguai - com 5.000 t, Brasnorte - com 45.000 t, Jangada - com 5.000 t, Nortelândia com 5.000 t, Nova Olímpia - com 5.000 t, Novo Horizonte - com 5.000t e Várzea Grande - com 5.000 t. Nesta situação a capacidade estática é acrescida de 680.000 t, passando de 871.000 para 1.551.000 t.

Analisando-se os resultados dos custos anuais totais observou-se, na situação 3, o valor de Cz\$ 1.912.820.000,00, ao passo que na situação 4 este custo foi de Cz\$ 1.662.090.290,00, com o custo anual de transporte atingindo a cifra de Ncz 1 382.997.745,00 ou aproximadamente 83% do custo anual total.

A situação 5, mostrada no Quadro 18, refere-se à rede de transporte e armazenagem com as locações dos armazéns candidatos, com intervalos de capacidade estática mais concentrada, não permitindo intervalos menores que 10.000t. Nesta situação a otimização do sistema propõe a ampliação da rede em 4 municípios, sendo que Diamantino já possuía instalações. Os outros 3 municípios selecionados foram Acorizal com 10.000t, Brasnorte - com 40.000 t e Varzêa Grande - com 50.000 t que, somados ao município de Diamantino (500.000 t) dava um acréscimo à capacidade de 600.000 t, passando

para 1.471.000t a capacidade estática consolidada.

Analisando-se os resultados dos custos observa-se um custo anual total de Cz\$ 1.695.708.318,00, um custo anual de transporte de Cz\$ 1.457.837.914,00, um custo anual de investimento de Cz\$ 166.692.000,00 e um custo operacional anual de Cz\$ 71.178.404,00. A participação do custo anual de transporte foi de 86% do custo total, tendo o custo anual de investimento e o operacional atingido 9,8% e 4,2%, respectivamente. Assim, observa-se nesta situação que o peso os custos de transporte são os mais onerosos para os produtores rurais. Ainda com relação aos dados do Quadro 18, nota-se uma redução dos custos totais em 13% na situação 4 em relação à situação 3, redução esta superior ao custo anual de investimento das 680.000t proposto na situação 4.

A situação 5 apresentou os seguintes comportamentos em relação à situação 4: a armazenagem proposta é 12% menor com o custo total sofrendo um acréscimo de 2%; os custos anuais de investimento e operacional são de 13% e 19% menores, respectivamente, o custo anual de transporte sofreu um aumento de 5,4%.

Concluiu-se assim que a situação 4, de capacidade estática mais pulverizada, foi a que apresentou menores custos conjuntos de armazenagem e transporte, tendo mostrado também, um número maior de municípios atendidos.

O Quadro 19 apresenta a armazenagem da rede existente e da rede proposta, bem como a produção consolidada do primeiro e segundo períodos. Na armazenagem consolidada, 19 municípios passaram a ter instalações armazenadoras; 9 das quais possuíam superavit na capacidade estática. Com a rede idealizada, será possível atender 81% da safra no primeiro período e aos 19% restantes no segundo

período.

O Quadro 20 apresenta uma consolidação dos resultados anteriores, através da indicação da frequência com que os projetos foram designados a cada local e a moda da capacidade estática da situação 4. Apenas o município de Brasnorte teve frequência absoluta para uma instalação de 45.000 t. O município de Acorizal obteve a menor frequência (13) para 1.000 t enquanto os 10 outros municípios tiveram frequência variando entre 26 a 28. Apenas os municípios de Acorizal e Barra do Bugre não foram indicados para a rede idealizada. Sobre estes resultados, cabem os seguintes comentários:

- a) com excessão de Brasnorte, os municípios que possuem maior frequência foram selecionados na situação 4. Isto vem confirmar que a análise de frequência mostra os locais ideais;
- b) dentre os 12 locais que foram selecionados pela situação 4, dez foram alocados em municípios que não possuíam instalações, apesar de terem sido considerados diversos projetos de ampliação de armazéns existentes. Este fato confirma que uma política de desconcentração é atrativa.

O Quadro 21 apresenta os resultados das frequências e das modas das capacidades estáticas, obtidas através de repetições dos locais apontados como candidatos na situação 5. Apenas o município de Diamantino obteve frequência absoluta, 104 com 500.000 t de capacidade; seguido de Acorizal com frequência de 103 e capacidade 10.000 t. Os demais municípios apresentaram os seguintes resultados: Jangada com 98 de frequência e 50.000 t de capacidade; Alto Paraguai com 97 e 50.000 t de capacidade; Varzêa Grande com 95 e 50.000 t de

capacidade; Barra do Bugre com 93 e 50.000 t de capacidade; Denise com 89 e 50.000 t de capacidade; Nova Olimpia com 79 e 50.000 t de capacidade; Nortelândia com 59 e 50.000 t de capacidade e Brasnorte com 56 e 40.000 t de capacidade. Os municípios que foram indicados foram: Acorizal, Brasnorte, Diamantino e Varzêa Grande. Sobre estes resultados cabem os seguintes comentários:

- a) os dois municípios de maior frequência foram escolhidos, evidenciando assim que esta análise de frequência indica realmente os locais ideais.
- b) dentre os quatro locais que foram selecionados pela situação 5, três deles foram alocados em municípios que não possuíam instalações. Este fato confirma que a tendência que induz a uma política de desconcentração é realmente atrativa.

3 4 - Discussões

Os armazéns localizados em áreas mais remotas e que recebem os grãos diretamente das propriedades, são os que devem, realmente, estocar a produção, e ter capacidade estática que permita reter o produto por seis meses, ou mais, após a safra. Isto é explicado pela oscilação dos custos de transporte ao longo do ano e pelo fato de a produção de áreas remotas ter um escoamento mais caro e demorado. No período em que é grande a demanda de transporte e seus custos são elevados, o suprimento dos portos e das indústrias deve ser feito, preferencialmente, pelos armazéns mais acessíveis, deixando-se para o período de entressafra o escoamento mais difícil e oneroso da produção das áreas mais remotas. É desnecessário dizer que o

financiamento da comercialização funcionará mais eficazmente se for desconcentrado, de modo que permita a retenção dos grãos nesses armazéns até que haja ocasiões oportunas de venda.

Quanto mais desconcentradas forem as redes de armazéns menores serão os custos de transporte decorrentes. Em outras palavras, deverão ser construídos armazéns, em número maior, mas de tamanho individual menor e geograficamente mais bem distribuídos dentro de cada zona produtora. Isto deve-se ao fato de gerarem as redes compostas de poucos armazéns grandes, maiores distâncias médias de transporte coletor (da fazenda para o armazém), além de criarem percursos ineficientes (em sentido contrário ao destino final do produto). É importante observar que a redução de percursos no transporte coletor é altamente conveniente. Nesta operação são transportadas umidade e impurezas (30% do peso da carga, em média). Ademais, grande parte desse transporte é feita em estradas precárias e o custo operacional dos veículos que nelas trafegam é, em geral, mais elevado do que o dos usados no transporte de longa distância.

Verificou-se que, frequentemente, as localidades de difícil acesso não são, como se costumava admitir, impróprias para a construção de armazéns coletores. Algumas localidades de baixa acessibilidade, mas com níveis significativos de produção mostraram-se, no presente estudo, bastante atraentes para o investimento em armazéns voltados para o atendimento da produção local. O custo por tonelada estática desses armazéns de menor porte é mais elevado do que o dos armazéns de médio e grande porte destinados a atender áreas maiores. No entanto, a redução nos custos de transporte compensa, na maioria das vezes, as economias de escala verificadas na construção de armazéns em redes concentradas (poucos armazéns de

QUADRO 15 - Análise do modelo de redes capacitadas do sistema situação atual (1987) situações 1 e 2.

MUNICIPIOS	A R M A Z E N A G E M	
	SITUAÇÃO 1 EXISTENTE	SITUAÇÃO 2 PROPOSTA
01 ACORIZAL	0	0
02 ALTA FLORESTA	16.000	0
03 ALTO PARAGUAI	0	0
04 ARENAPOLIS	11.000	0
05 BARRA DO BUGRE	0	5.000
06 BRASNORTE	0	0
07 COLIDER	16.000	0
08 DENISE	0	0
09 DIAMANTINO	500.000	0
10 GUARATA DO NORTE	0	0
11 ITAUBA	0	0
12 JANGADA	0	0
13 JUARA	0	0
14 MARCELANDIA	0	0
15 NOBRES	32.000	0
16 NORTELANDIA	0	0
17 NOVA CANAA	0	0
18 NOVA OLIMPIA	0	0
19 NOVO HORIZONTE	0	0
20 PARANAITA	0	0
21 PEIXOTO AZEVEDO	0	0
22 PORTO DOS GAUCHOS	22.000	0
23 ROSARIO OESTE	3.000	0
24 SAO JOSE RIO CLARO	7.000	0
25 SINOP	16.000	0
26 SORRISO	194.000	0
27 TANGARA	54.000	0
28 TERRA NOVA DO NORTE	0	0
29 VARZEA GRANDE	0	5.000
30 VERA	0	0
ACRESCIMO NA CAPACIDADE DA REDE	0	10.000
CAPACIDADE ESTÁTICA TOTAL	871.000	381.000
CUSTO ANUAL DE TRANSPORTES	-	841.824.439
CUSTO ANUAL DE INVESTIMENTO	-	3.285.400
CUSTO OPERACIONAL ANUAL	-	222.053
CUSTO ANUAL TOTAL	898.276.000	845.331.892

maior porte); isto coincide com os resultados encontrados por WRIGHT (24) no Estado do Paraná.

A simples confrontação dos níveis de produção com a capacidade estática disponível fornece um diagnóstico precário da

QUADRO 16 - Saldos comercializados e capacidade estática existente e consolidada do sistema atual (1987).

	MUNICIPIOS	ARMAZENAGEM		PRODUÇÃO CONSOLIDADA	
		EXISTENTE	CONSOLIDADA	I PERIODO SOJA+MILHO	II PER. MILHO
01	ACORIZAL	0	0	339	191
02	ALTA FLORESTA	16.000	16.000	3.255	1.831
03	ALTO PARAGUAI	0	0	1.468	265
04	ARENAPOLIS	11.000	11.000	9.570	711
05	BARRA DO BUGRE	0	5.000	1.021	530
06	BRASNORTE	0	0	23.807	308
07	COLIDER	16.000	16.000	11.123	6.221
08	DENISE	0	0	2.200	344
09	DIAMANTINO	500.000	500.000	569.161	13.625
10	GUARATA DO NORTE	0	0	2.197	1.236
11	ITAUBA	0	0	59	33
12	JANGADA	0	0	3.716	601
13	JUARA	0	0	9.438	5.308
14	MARCELANDIA	0	0	118	66
15	NOBRES	32.000	32.000	61.231	1.298
16	NORTELANDIA	0	0	2.840	262
17	NOVA CANAA	0	0	1.883	1.059
18	NOVA OLIMPIA	0	0	2.198	115
19	NOVO HORIZONTE	0	0	777	437
20	PARANAITA	0	0	940	529
21	PEIXOTO AZEVEDO	0	0	24	13
22	PORTO DOS GAUCHOS	22.000	22.000	1.765	993
23	ROSARIO OESTE	3.000	3.000	14.162	1.050
24	SÃO JOSE RIO CLARO	7.000	7.000	12.488	794
25	SINOP	16.000	16.000	15.757	914
26	SORRISO	194.000	194.000	230.295	2.880
27	TANGARA	54.000	54.000	32.868	7.175
28	TERRA NOVA DO NORTE	0	0	9.863	5.548
29	VARZEA GRANDE	0	5.000	828	265
30	VERA	0	0	1.700	437
T O T A L		871.000	881.000	1.027.091	55.039

suficiência ou deficiência de uma rede regional de armazéns. A capacidade estática necessária depende, fortemente, dos padrões de entrada e saída dos grãos nos armazéns e da sua distribuição espacial. O cálculo do déficit ou superávit regional deve levar em conta:

QUADRO 17 - Frequência e moda da alocação de armazéns nos locais candidatos do sistema atual (1987) situação 2.

	MUNICIPIOS	FREQUENCIA No.	MODA DAS CAPACIDADES Ton.
01	ACORIZAL	9	1.000
02	ALTA FLORESTA	0	0
03	ALTO PARAGUAI	37	5.000
04	ARENAPOLIS	0	0
05	BARRA DO BUGRE	42	5.000
06	BRASNORTE	0	0
07	COLIDER	0	0
08	DENISE	18	5.000
09	DIAMANTINO	0	0
10	GUARATA DO NORTE	0	0
11	ITAUBA	0	0
12	JANGADA	10	5.000
13	JUARA	0	0
14	MARCELANDIA	0	0
15	NOBRES	0	0
16	NORTELANDIA	38	5.000
17	NOVA CANAA	0	0
18	NOVA OLIMPIA	37	5.000
19	NOVO HORIZONTE	0	0
20	PARANAITA	0	0
21	PEIXOTO AZEVEDO	0	0
22	PORTO DOS GAUCHOS	0	0
23	ROSARIO OESTE	0	0
24	SÃO JOSE RIO CLARO	0	0
25	SINOP	0	0
26	SORRISO	0	0
27	TANGARA	0	0
28	TERRA NOVA DO NORTE	0	0
29	VARZEA GRANDE	42	5.000
30	VERA	0	0

- i) a participação de cada tipo de grão na produção total;
- ii) a evolução da produção e da demanda ao longo do ano;
- iii) os índices de ocupação das unidades armazenadoras em função da necessidade de armazenar, simultaneamente, mais de um tipo de grão;
- iv) a distribuição espacial das instalações;
- v) a qualidade da malha viária.

QUADRO 18 - Análise do modelo de redes capacitadas do sistema futuro (1955) situações 3, 4 e 5.

A R M A Z E N A G E M			MUNICIPIOS		
SITUAÇÃO 5	SITUAÇÃO 4	SITUAÇÃO 3	SITUAÇÃO 5	SITUAÇÃO 4	SITUAÇÃO 3
10.000	0	0	ACORIZAL	0	0
0	0	16.000	ALTA FLORESTA	0	16.000
0	5.000	0	ALTO PARAGUAI	5.000	0
0	0	11.000	ARENAPOLIS	0	11.000
0	0	0	BARRA DO BUGRE	0	0
0	0	0	BRASNORTE	0	0
40.000	45.000	0	COLIDER	45.000	0
0	0	16.000	DENISE	0	16.000
0	5.000	0	DIAMANTINO	5.000	0
500.000	500.000	500.000	GUARATA DO NORTE	500.000	500.000
0	0	0	ITAUBA	0	0
0	0	0	JANGADA	0	0
0	5.000	0	JUARA	5.000	0
0	0	0	MARCELANDIA	0	0
0	0	0	NORBRES	0	0
0	100.000	32.000	NORTELANDIA	100.000	32.000
0	5.000	0	NOVA CANAÁ	5.000	0
0	0	0	NOVA OLIMPIA	0	0
0	5.000	0	NOVO HORIZONTE	5.000	0
0	0	0	PARAMAITA	0	0
0	0	0	PEIXOTO AZEVEDO	0	0
0	0	22.000	PORTO DOS GAUCHOS	0	22.000
0	0	0	ROSARIO OESTE	0	0
0	0	3.000	SÃO JOSE RIO CLARO	0	3.000
0	0	7.000	SINOP	0	7.000
0	0	16.000	SORRISO	0	16.000
0	0	194.000	TANGARA	0	194.000
0	0	54.000	TERRA NOVA DO NORTE	0	54.000
0	0	0	VARZEA GRANDE	0	0
50.000	5.000	0	VERA	5.000	0
600.000	680.000	0	ACRESCIMO DE CAPACIDADE	680.000	0
1.471.000	1.551.000	871.000	CAPACIDADE EST. TOTAL	1.551.000	871.000
1.457.837.914	1.382.997.748	-	CUSTO AN. DE TRANSPORTES	1.382.997.748	-
166.692.000	191.069.900	-	CUSTO AN. DE INVEST.	191.069.900	-
71.178.404	88.022.642	-	CUSTO OPERACIONAL ANUAL	88.022.642	-
1.685.708.318	1.662.090.290	1.912.820.000	CUSTO ANUAL TOTAL	1.662.090.290	1.912.820.000

A constatação, mesmo que criteriosa, de uma capacidade estática regional suficiente (igual à quantidade demandada simultânea) nem sempre retrata uma situação satisfatória. Se a distribuição espacial da rede de armazéns for inadequada, muitos

QUADRO 19 - Saldos comercializados e capacidade estática existente e consolidada do sistema futuro (1995).

	MUNICIPIOS	ARMAZENAGEM		PRODUÇÃO CONSOLIDADA	
		EXISTENTE	CONSOLIDADA	I PERIODO SOJA+MILHO	II PER. MILHO
01	ACORIZAL	0	0	518	291
02	ALTA FLORESTA	16.000	16.000	4.964	2.793
3	ALTO PARAGUAI	0	5.000	2.541	404
04	ARENAPOLIS	11.000	11.000	17.618	1.084
05	BARRA DO BUGRE	0	0	1.586	808
06	BRASNORTE	0	45.000	44.773	469
07	COLIDER	16.000	16.000	16.976	9.486
08	DENISE	0	5.000	3.932	525
09	DIAMANTINO	500.000	1.000.000	1.066.329	20.778
10	GUARATA DO NORTE	0	0	3.350	1.885
11	ITAUBA	0	0	90	50
12	JANGADA	0	5.000	6.627	915
13	JUARA	0	0	14.393	8.096
14	MARCELANDIA	0	0	180	101
15	NOBRES	32.000	132.000	114.826	1.979
16	NORTELANDIA	0	5.000	5.195	400
17	NOVA CANAA	0	0	2.872	1.615
18	NOVA OLIMPIA	0	5.000	4.077	175
19	NOVO HORIZONTE	0	5.000	1.185	666
20	PARANAITA	0	0	1.434	806
21	PEIXOTO AZEVEDO	0	0	36	20
22	PORTO DOS GAUCHOS	22.000	22.000	2.692	1.515
23	ROSARIO OESTE	3.000	3.000	26.072	1.602
24	SÃO JOSE RIO CLARO	7.000	7.000	23.077	1.211
25	SINOP	16.000	16.000	29.174	1.393
26	SORRISO	194.000	194.000	433.162	4.392
27	TANGARA	54.000	54.000	57.458	10.942
28	TERRA NOVA DO NORTE	0	0	15.041	8.460
29	VARZEA GRANDE	0	5.000	1.393	404
30	VERA	0	0	2.929	666
T O T A L		871.000	1.551.000	1.904.500	83.931

produtores ficarão mal atendidos. Os custos de transporte e os custos totais serão expressivamente superiores aos que seriam verificados numa rede bem distribuída. Outrossim, quando se determina a quantidade demandada simultânea, a partir de séries estatísticas, a quantidade calculada pode estar condicionada a uma deficiência de capacidade estática que força a saída de parte da produção em época inoportuna.

QUADRO 20 - Frequência e moda da alocação de armazéns candidatos sistema futura (1995). Situação 4.

MUNICIPIOS		FREQUENCIA	MODA DAS CAPACIDADES
01	ACORIZAL	13	1.000
02	ALTA FLORESTA	0	0
03	ALTO PARAGUAI	28	5.000
04	ARENAPOLIS	0	0
05	BARRA DO BUGRE	27	5.000
06	BRASNORTE	33	45.000
07	COLIDER	0	0
08	DENISE	28	5.000
09	DIAMANTINO	28	500.000
10	GUARATA DO NORTE	0	0
11	ITAUBA	0	0
12	JANGADA	27	5.000
13	JUARA	0	0
14	MARCELANDIA	0	0
15	NOBRES	27	100.000
16	NORTELANDIA	27	5.000
17	NOVA CANAA	0	0
18	NOVA OLIMPIA	27	5.000
19	NOVO HORIZONTE	27	5.000
20	PARANAITA	0	0
21	PEIXOTO AZEVEDO	0	0
22	PORTO DOS GAUCHOS	0	0
23	ROSARIO OESTE	0	0
24	SÃO JOSE RIO CLARO	0	0
25	SINOP	0	0
26	SORRISO	0	0
27	TANGARA	0	0
28	TERRA NOVA DO NORTE	0	0
29	VARZEA GRANDE	26	5.000
30	VERA	0	0

De modo geral, a expansão das redes de armazenagem existentes mostrou-se mais atrativa se realizada através da construção de novas instalações em localidades que não dispunham de armazéns do que se através da ampliação dos armazéns existentes. A política de construção de novas instalações implicará em investimentos bem mais elevados, pois nesse caso deixa-se de aproveitar a infra-estrutura e as instalações já disponíveis. No entanto, a redução nos custos de transporte ultrapassará, em muitos casos, os investimentos

QUADRO 21 - Frequência e moda de armazéns candidatos sistema futuro (1995), situação 5.

MUNICIPIOS		FREQUENCIA	MODA DAS CAPACIDADES ton
01	ACORIZAL	103	10.000
02	ALTA FLORESTA	0	0
03	ALTO PARAGUAI	97	50.000
04	ARENAPOLIS	0	0
05	BARRA DO BUGRE	93	50.000
06	BRASNORTE	56	40.000
07	COLIDER	0	0
08	DENISE	89	50.000
09	DIAMANTINO	104	500.000
10	GUARATA DO NORTE	0	0
11	ITAUBA	0	0
12	JANGADA	98	50.000
13	JUARA	0	0
14	MARCELANDIA	0	0
15	NOBRES	0	0
16	NORTELANDIA	59	50.000
17	NOVA CANAA	0	0
18	NOVA OLIMPIA	79	50.000
19	NOVO HORIZONTE	0	0
20	PARANAITA	0	0
21	PEIXOTO AZEVEDO	0	0
22	PORTO DOS GAUCHOS	0	0
23	ROSARIO OESTE	0	0
24	SAO JOSE RIO CLARO	0	0
25	SINOP	0	0
26	SORRISO	0	0
27	TANGARA	0	0
28	TERRA NOVA DO NORTE	0	0
29	VARZEA GRANDE	95	50.000
30	VERA	0	0

adicionais. Essa tendência vem-se fortalecendo nos últimos anos, em face da contínua elevação do preço dos combustíveis.

4 - Conclusões e Sugestões

4.1 - Conclusões

Nas condições do presente trabalho, os resultados permitiram concluir que:

- a) No sistema atual a capacidade estática existente não foi suficiente para atender à produção, necessitando de ampliação de dois armazéns de 5.000 t cada em 2 municípios distintos.
- b) No sistema futuro, caso não seja aumentada a capacidade estática da região, os produtores sofrerão um acréscimo nos custos de comercialização na ordem de 15% em relação à situação ótima apontada neste estudo.
- c) A participação do custo anual de transporte foi a que acarretou maior ônus para o custo anual total, significando que os produtores que estão mais distantes do centro de consumo, são os mais onerados na comercialização.
- d) O sistema viário existente onera o custo de transporte.

4 2 - Sugestões

a) Outros trabalhos que tenham como objetivo identificar a necessidade de ampliação de uma rede armazenadora com os menores custos de transferência terão melhores resultados se utilizarem o modelo de Rede Capacitadas.

b) Para estudos de viabilidade econômica de implantação de unidades armazenadoras sugere-se, também, analisar outras receitas que a armazenagem pode oferecer.

o - RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo geral, obter a análise econômica de transporte e armazenagem de grãos da região norte Matogrossense (30 municípios) e especificamente encontrar o déficit de armazenagem dessa região em 1987 e a projeção para o ano de 1995.

Os dados de produção do milho e da soja foram obtidos pela Fundação Cândido Rondon-MT por município para o ano de 1987 enquanto a projeção foi obtida utilizando-se os arquivos da CFP.

Os custos de armazenagem foram discriminados em três "módulos" de tamanhos, tanto para investimento quanto para custos de operações, obtidas através de planilhas de cálculos da CIBRAZEM. Os custos de transportes foram discriminados por modalidades de estradas e por qualidade física dos grãos, obtidos pelo GEIPOT.

A metodologia utilizada foi o modelo de rede capacitada. Utilizou-se neste trabalho 5 situações, 2 para o sistema atual (1987) e 3 para o sistema futuro (1995). No sistema atual na situação 1 adotou-se o fluxo de produção apenas com os armazéns existentes.

Na situação 2 adotou-se o fluxo de produção alocando-se armazéns candidatos, obtendo-se ampliação de 2 armazéns de 5.000 t para "Barra do Bugre" e "Varzea Grande". Na situação 2 obteve-se uma redução de 5,9% nos custos totais de transferência.

No sistema futuro, situação 3, adotou-se o fluxo de produção projetada apenas para os armazéns existentes. Na situação 4 adotou-se o fluxo de produção projetada alocando-se armazéns candidatos com capacidades reduzidas. Na situação 5 adotou-se o fluxo de produção projetada alocando-se armazéns candidatos com capacidades expansivas. O resultado foi a proposta da ampliação da rede em 10 municípios, elevando a capacidade de armazenagem em 680.000 t. A situação 5 propõem a ampliação da rede em 4 municípios, elevando em 500.000 t. A situação 4 apresentou uma redução nos custos totais de 13% em relação a situação 3. A situação 5 apresentou, em relação a situação 4 uma proposta 12% inferior, enquanto o custo total de armazenagem foi 12% menor e sofre um acréscimo de 2%.

Este trabalho levou a conclusão de que a locação de unidades de armazenagem menores, comparada com unidades maiores e em menor número, é mais vantajosa além de trazer benefícios maiores para os produtores ao mesmo tempo que aumenta o número de municípios atendidos.

6 - SUMMARY

The objective of this work was to carry an economical analysis of grain storage and transportation in the Mato Grosso region (30 municipalities); it also aimed to find out the storage deficit which took place there in 1987 as well as to forecast for 1995. Corn and soybean production data concerning 1987 were obtained at Fundação Cândido Rondon-MT for each municipality and the production forecast for 1995 from the C.F.P. recordings. Storage costs were discriminated in three size "modulus" either for investment or for operational cost through calculation sheets. Transportation costs were discriminated in accordance with road types and physical qualities of grain obtained from GEIPOT. The method used was the network pattern. Five situations were used in this work, two of them concerning the present system (1987) and the three others concerning the future in (1995). For the present system- which is represented by situation I - the production flow was used taking into account just the existing warehouses. For the situation II, the candidate warehouses were allocated, what increased two 5.000 - ton. Stores for Barra do Bugre and Varzea Grande. A reduction of 5.9% in the total transference cost was obtained for

situation II. The production flow adopted for the future system in situation III was designed just for the existing warehouses. In situation IV the designed production flow was used by allocating candidate warehouses with reduced capacity.

Candidate stores with expanded capacity were allocated and the flow production designed was adopted. The final result suggests that the Network in 10 municipalities should be expanded by increasing storage capacity up to 688.000 t. The situation V suggests that Network in 4 municipalities should be expanded by increasing the storage capacity up to 500.000 t. Situation IV showed a total cost reduction of 13% when compared to situation III. When compared to situation IV, situation V showed to be as 12% lower while the total storage cost was 12% lower and was increased in 2%. These findings led to the conclusion that shorter allocation units are more profitable, bring more benefits to the farmers and increase the number of municipalities provided with stores.

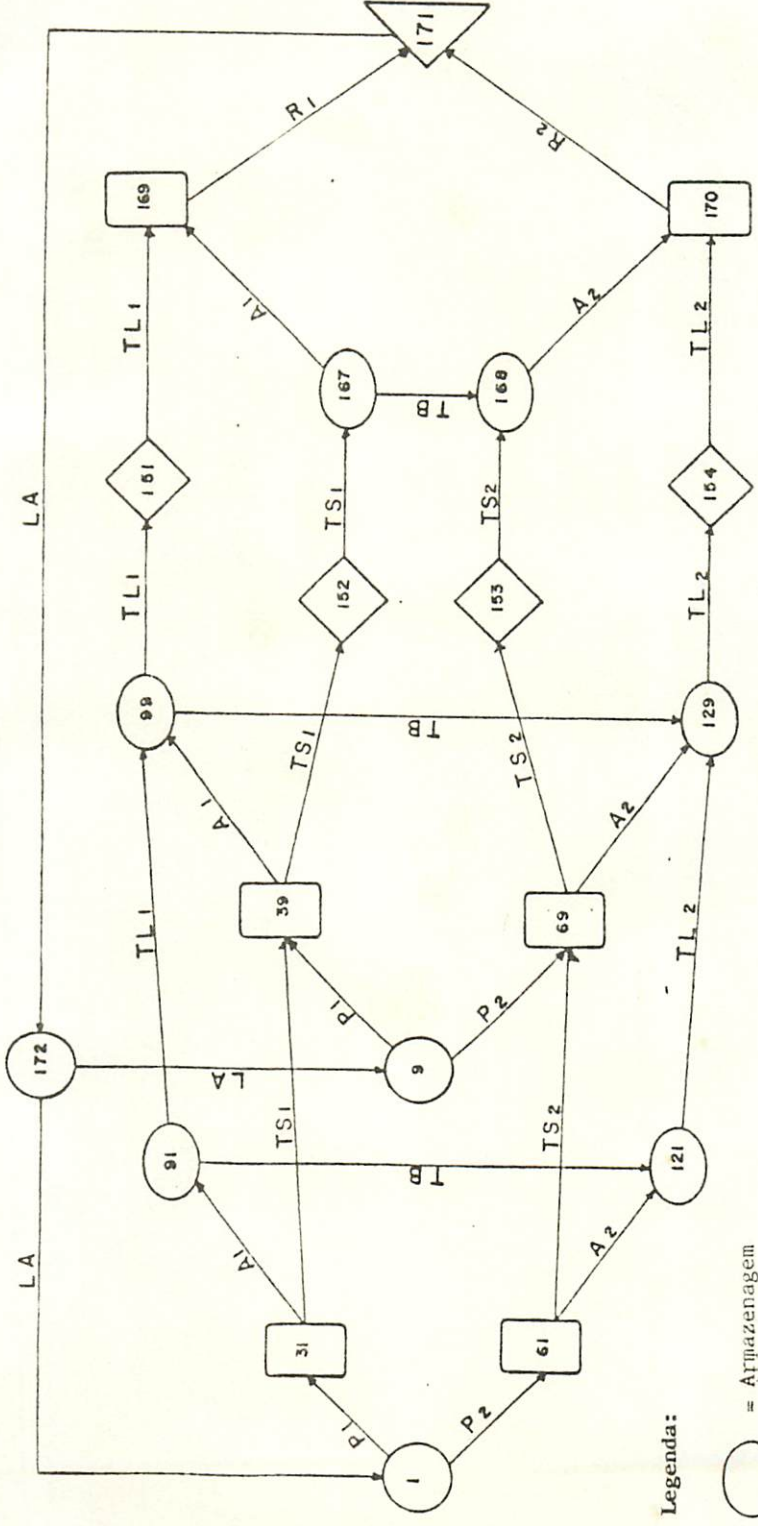
7 - BIBLIOGRAFIA

01. BRADLEY, G. H. "Survey of Deterministic Networks", American Institute of Industrial Engineering Transactions, New York, 7, (3):222-34, 1975.
02. COMPANIA DE FINANCIAMENTO DA PRODUÇÃO. Anuário Estatístico 1982/87. Brasília, 1988. 148 p.
03. _____. Calendário de Colheita das Principais Culturas 1982/87. Brasília, 1988. 148 p.
04. _____. Custo da Produção Agrícola. Brasília, 1987. 230 pg.
05. _____. Estudo do Consumo de Alimentos Básicos no Brasil. Milho e Carnes. Brasília, 1981. 94 p.
06. _____. Preços Mínimos. Estudos Técnicos Safra 87/88. Brasília, 1988. 248 p.
07. _____. Divisão Operacional. Cadastro das Unidades Armazenadoras. Brasília, 1987. n.p.
08. DURBIN, E. P. & KROENKE D.M. The Out-of-Kilter Algorithm A Primer. RAND Memorandum RM-5472-PR. Santa Mônica (dezembro). 1967.
09. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DO MATO GROSSO. Diagnóstico e Prioridades de Pesquisa para a Agropecuária do Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 1987. 147 p.
10. EMPRESA BRASILEIRA DE TRANSPORTES - (GEIPOT). Plano anual de ação dos corredores de exportação e abastecimento, grão e derivados. Brasília, 1987. 149 p.
11. _____. Transporte e Armazenagem. Brasília. 1982. Vol. 2. 247 p.

12. FOOD ADMINISTRATION ORGANIZATION. Trade yearbook. ONU-FAO, Roma, 1983 - 33 p.
13. _____. Organização Mundial de Saúde. Necessidades de Proteína. Roma, Grupo Expert de Roma. 1966. (Informe 37).
14. FORD, L. & FULKERSON D. Flows in Networks. Princeton: Princeton University Press. 1962. 143p.
15. FULKERSON, D. R. "An Out-of-Kilter Method for Minimal-Cost Flow Problems", Journal of the Society Industrial and Applied Mathematics, Filadelfia, 9(1):18-27, mar. 1961.
16. FUNDAÇÃO CANDIDO DE RONDON (FCR). Anuário Estatístico do Estado de Mato Grosso 1987/88. Cuiabá, 1989. 907 p.
17. LOPES, M. de R. Formação e Estabilização dos Preços Agrícolas. Brasília. CFP. 1983. 178 p.
18. OFUGI, N. Localização de Minidestilarias de Alcool. Rio de Janeiro. IME, 1981. 191 p. (Tese de MS).
19. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS/FOOD ADMINISTRATION ORGANIZATION. Situación y Perspectivas de los Productos Básicos 1984/85. Roma, 1986. 125 p.
20. PAWLEY, W. N. "En el año 2070" in: FAO. Estudios de la FAO sobre los Alimentos y la Población, Roma, 1976, p. 187:210.
21. POTTS, R. B. & OLIVER R. M., Flows in Transportation Networks. New York: Academic Press, 1972. 182 p.
22. PUZZI, D. Abastecimento e Armazenagem de Grãos. Campinas, IAC, 1986. 603 p.
23. SUKHATMEC, P. V. "La Produccion mundial de alimentos". In: FAO. Estudios de la FAO sobre los Alimentos y la Población, Roma, 1976, p. 111-200.
24. WRIGHT, C. L. Análise de Transporte e Armazenagem de Grãos. estudo do Corredor de Exportação de Paranaguá. Brasília, GEIPOT, 1980. 187 p.

APENDICE

Apêndice A. Representação do processo - Exemplo de esquema de transporte e armazenagem considerando dois municípios



1 Subscrito nos arcos significando 1 = período (P₁, A₁, TS₁, TL₁, R₁).

2 Subscrito nos arcos significando 2 = período (P₂, A₂, TS₂, TL₂, R₂).

P = Produção.






A = Armazenagem.

TL = Transporte do produto limpo e seco.

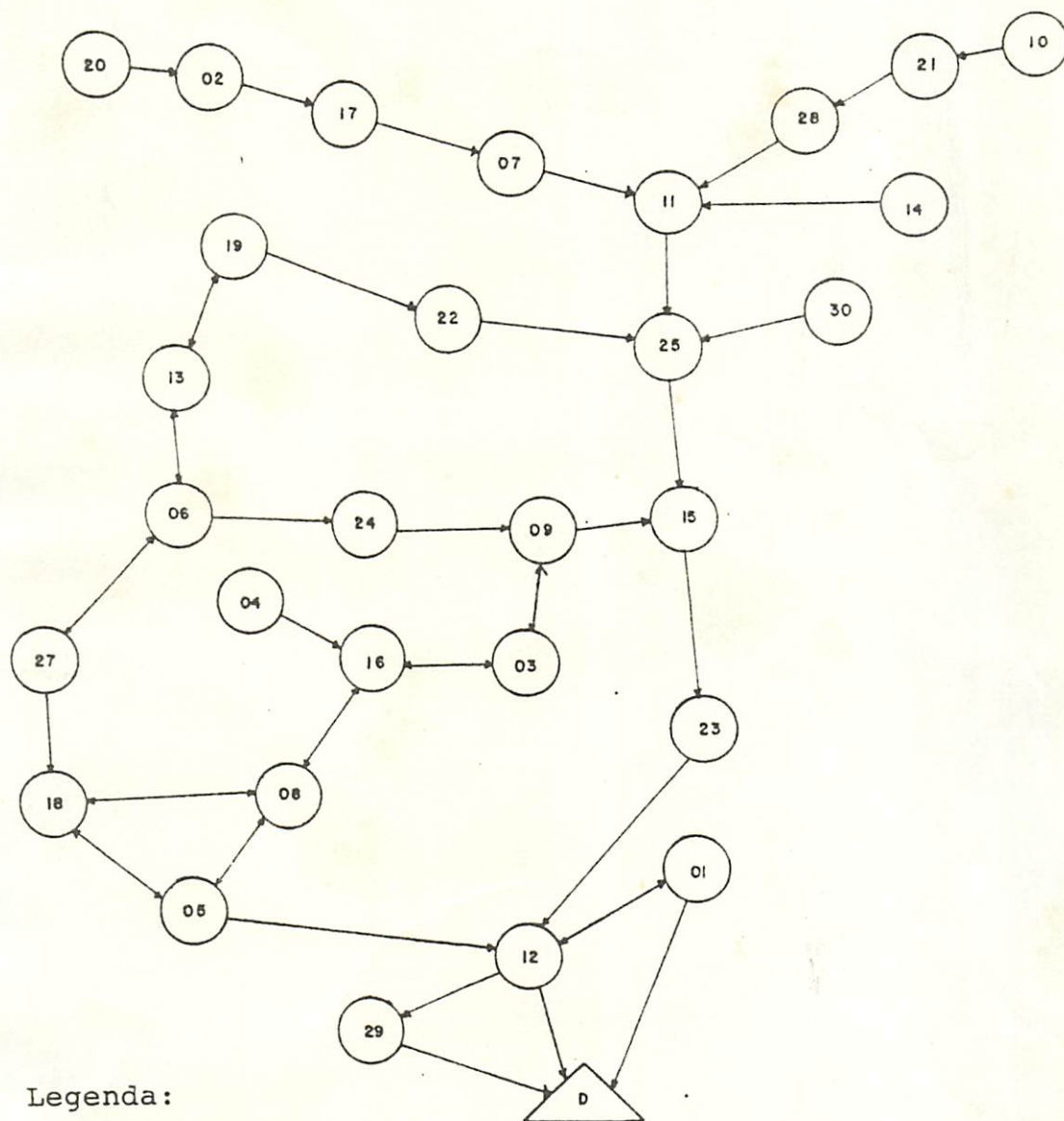
TS = Transporte do produto sujo e úmido.

R = Recepção final. LA = Ligação artificial. TB = Transbordo do 1º ao 2º período.

Legenda:

-  = Armazenagem
-  = Expedição
-  = Origem
-  = Entroncamento
-  = Destino

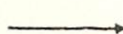
Apêndice B. Fluxo de produção (origem, transporte e destino)



Legenda:



= Municípios de origem



= Fluxo da produção (transporte)



= Município de destino