

WENDEL SANDRO DE PAULA ANDRADE

**LOCALIZAÇÃO DAS AGROINDÚSTRIAS DE AVES E SUÍNOS NO
BRASIL**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

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

T

A5531
2005

Andrade, Wendel Sandro de Paula, 1975-
Localização das agroindústrias de aves e suínos
no Brasil / Wendel Sandro de Paula Andrade.
– Viçosa : UFV, 2005.
xv, 157f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Inclui anexo.

Orientador: Marília Fernandes Maciel Gomes.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 117-126.

1. Agroindústria - Aspectos econômicos. 2.
Economia regional. 3. Transportes - Modelos.
matemáticos 4. Logística empresarial. 5. Indústrias -.
Localização 6. Programação linear. 7. Aves. 8. Suíno.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 338.13

WENDEL SANDRO DE PAULA ANDRADE

**LOCALIZAÇÃO DAS AGROINDÚSTRIAS DE AVES E SUÍNOS NO
BRASIL**

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

APROVADA EM: 02 de agosto de 2005.

Luís Aurélio Raggi

Viviani Silva Lório

Jason de Oliveira Duarte

Sebastião Teixeira Gomes

Marília Fernandes Maciel Gomes

(Orientadora)

A Deus.

Aos meus pais.

À Magda.

“O mundo poderá ser salvo se o homem desfizer a distância que o separa de sua infância.”

Cassiano Ricardo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional.

À Magda, pelo amor e companheirismo, o que muito contribuiu para a conclusão desta etapa.

À professora Marília, pela grande contribuição com sua experiência, pelos ensinamentos e pela disposição e interesse com que conduziu a orientação deste trabalho.

Aos professores João Eustáquio e Heleno, pelas oportunas e valiosas contribuições.

Aos professores Sebastião Teixeira Gomes, Luís Aurélio Raggi e Viviani e ao doutor Jason, pela atenção e pelas importantes sugestões.

Aos demais professores do Departamento de Economia Rural pelos ensinamentos.

A todos os meus colegas do Programa de Pós-Graduação, pelo companheirismo e pelas valiosas opiniões.

A todos os funcionários do Departamento de Economia Rural, pela dedicação e pelo apoio irrestrito sempre que precisei.

Aos senhores José Peregrino de Figueiredo Júnior e Marcelo Poci Bandeira, do Departamento Hidroviário da Secretaria Estadual de Transporte do Estado de São Paulo, pela prontidão com que atenderam às minhas solicitações, pela qualidade das informações enviadas e pela grande contribuição com suas experiências profissionais.

Ao senhor Fábio Trigueirinho, Secretário-Geral da ABIOVE, pelas valiosas informações disponibilizadas.

A todos aqueles que, por serem muitos, não me refiro a cada um individualmente, mas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro com a bolsa de estudos.

Por fim, à Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Economia Rural, pela oportunidade que me foi concedida de participar deste Programa de Pós-Graduação.

BIOGRAFIA

WENDEL SANDRO DE PAULA ANDRADE, filho de Berlino de Andrade Neto e Maria das Graças de Paula Andrade, nasceu em Angra dos Reis, RJ, em 6 de dezembro de 1975.

Em janeiro de 2000, obteve o grau de Engenheiro-Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Em março de 2000, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Economia Aplicada na UFV, submetendo-se à defesa de tese em 27 de fevereiro de 2002.

Em abril de 2002, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Economia Aplicada dessa mesma Universidade, submetendo-se à defesa de tese em 2 de agosto de 2005.

Em agosto de 2005, foi admitido pela Faculdade Ubaense Ozanam Coelho (FAGOC), na qual, atualmente, é professor das disciplinas Introdução à Economia, Economia Brasileira Contemporânea e Metodologia da Pesquisa Científica.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações gerais	1
1.2. O problema e sua importância	4
1.3. Objetivos	8
1.3.1. Objetivo geral	8
1.3.2. Objetivos específicos	8
2. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, PADRÕES LOCACIONAIS E CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE MILHO, SOJA, CARNE SUÍNA E DE AVES	9
2.1. Aspectos econômicos e distribuição regional dos produtos	9
2.1.1. Milho	9
2.1.2. Soja	11
2.1.3. Carne de aves	12
2.1.4. Carne suína	14
2.2. Localização das agroindústrias de abate e processamento de aves e suínos: história e tendências atuais	15
2.3. Transporte de produtos agrícolas e agroindustriais no Brasil	18
2.3.1. O modal rodoviário	19
2.3.2. O modal ferroviário	22
2.3.3. O modal hidroviário	24
2.3.4. O transporte multimodal	26
3. REVISÃO DE LITERATURA	29
4. REFERENCIAL TEÓRICO	36
4.1. Surgimento das teorias clássicas da economia espacial	36
4.2. A teoria da localização agrícola de Von Thünen	38
4.3. A teoria weberiana da localização industrial	43

4.4. As regiões econômicas de August Lösch	46
4.5. Análise comparativa das três principais teorias da localização	49
4.6. Contribuições modernas às teorias da localização: o Modelo de Isard-Moses de substituição de fatores	51
5. METODOLOGIA	55
5.1. Modelagem do problema de transporte de múltiplas <i>commodities</i> por meio das redes capacitadas	55
5.2. Modelagem do problema de localização através das redes capacitadas	60
5.3. Fonte e descrição dos dados	63
5.3.1. Pólos produtores de milho	64
5.3.2. Pólos produtores de farelo de soja	65
5.3.3. Pólos demandantes de carnes de aves e de carnes de suínos	66
5.3.4. Distâncias utilizadas nos modelos de localização e de transporte	67
5.3.5. Custos de transporte	68
5.3.6. Rodovias, ferrovias e hidrovias utilizadas no modelo de transporte	70
5.3.7. Preços do milho e do farelo de soja	77
5.3.8. Custo de abertura das instalações agroindustriais	77
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
6.1. Resultados referentes aos pólos produtores de milho	78
6.2. Resultados referentes aos pólos produtores de farelo de soja	86
6.3. Resultados do modelo de localização	91
6.4. Resultados do modelo de transporte	104
7. RESUMO E CONCLUSÕES	110
REFERÊNCIAS	117
APÊNDICE	127
Apêndice A – Tabelas complementares	128
ANEXOS	135
Anexo 1 – Modelo de localização e resultados	136
Anexo 2 – Modelo de transporte e resultados	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custo de transporte de milho, de farelo de soja e de carnes em função da distância percorrida	69
Tabela 2 – Percursos, rodovias e distâncias inseridos no modelo de transporte	72
Tabela 3 – Percursos ferroviários inseridos no modelo de transporte ..	74
Tabela 4 – Descrição das rotas multimodais de transporte de milho ...	75
Tabela 5 – Participação das categorias aves e suínos no consumo total de milho, no Brasil, no ano de 2002	80
Tabela 6 – Produção de milho, demanda de milho total, excedente de milho na microrregião e excedente de milho até 400 km de distância, em 2002, nos pólos pré-selecionados, em toneladas	82
Tabela 7 – Produção de milho, rebanho de suínos e de aves, consumo de milho por suínos e por aves, consumo de milho total e excedentes ou déficits de milho corrigidos em função do consumo total, no Brasil, nas regiões geográficas, nos estados, nas mesorregiões, nas microrregiões e nos municípios referentes aos pólos pré-candidatos à instalação de uma agroindústria, 2002	83
Tabela 8 – Relação dos ofertantes de milho, dos pólos candidatos, das distâncias rodoviárias a serem percorridas, das quantidades disponíveis do insumo e dos custos de transporte, considerando-se o frete de R\$0,099/t/km	85
Tabela 9 – Relação das esmagadoras de soja associadas à ABIOVE, respectivas localizações, capacidades diárias de esmagamento de soja e de produção de farelo de soja/dia e, ainda, capacidades de produção de farelo de soja corrigida de acordo com a capacidade estadual, em t/dia e t/ano	87
Tabela 10 – Relação dos pólos candidatos, respectivos ofertantes de farelo de soja, quantidades disponíveis deste insumo, distâncias rodoviárias que irão percorrer e custo de transporte, considerando-se o frete de R\$0,099/t/km	90

Tabela 11 – Participação percentual (%) de cada um dos pólos ofertantes de milho no suprimento deste insumo em cada um dos pólos candidatos, quando selecionados pelo modelo	93
Tabela 12 – Participação percentual (%) de cada um dos pólos ofertantes de farelo de soja no suprimento deste insumo em cada um dos pólos candidatos, quando selecionados pelo modelo	94
Tabela 13 – Pólos escolhidos para a abertura da agroindústria, de acordo com o número de plantas abertas e de acordo com o mercado consumidor a ser atendido	97
Tabela 14 – Participação dos custos relacionados ao milho, ao farelo de soja e às carnes, nos custos variáveis e nos custos totais, considerando-se Cândido Mota, SP, como a cidade pólo	101
Tabela 1A – Oferta e demanda de milho no Brasil – safra 2001/2002 – ano comercial 2003/2003 – período comercial: fev./02 a jan./03 (valores em mil toneladas)	128
Tabela 2A – Pólos demandantes de carnes, sendo os estados descritos com as respectivas populações, segundo o censo populacional 2000 e consumo <i>per capita</i> , de acordo com a POF de 2002; e os três portos com as respectivas exportações em 2002	129
Tabela 3A – Percentual (%) da demanda de cada um dos mercados consumidores de carnes atendidos pelos pólos escolhidos pelos cinco modelos de localização referidos	131
Tabela 4A – Matriz de distâncias entre os pólos candidatos à abertura de uma agroindústria e os pólos de demanda de carnes, em km	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa das condições gerais das principais rodovias brasileiras, 2004	20
Figura 2 – Traçado das principais ferrovias brasileiras, 2004	23
Figura 3 – Mapa das hidrovias brasileiras, 2004	26
Figura 4 – Equilíbrio espacial entre duas regiões com custo de transferência	39
Figura 5 – Distribuição do uso do solo agrícola	41
Figura 6 – Triângulo locacional de Weber	43
Figura 7 – Curvas de custo total de transporte para três módulos clássicos de transporte de carga: caminhão, trem e navio ..	45
Figura 8 – Cone de demanda	48
Figura 9 – Transição das áreas de mercado de círculos para hexágonos	49
Figura 10 – Triângulo locacional de Isard-Moses	51
Figura 11 – Isocusto e nível ótimo de produção com a localização no ponto A e no ponto B da Figura 10	53
Figura 12 – Ilustração do problema de transporte	56
Figura 13 – Ilustração do modelo de transporte	71

RESUMO

ANDRADE, Wendel Sandro de Paula, D. S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2005. **Localização das agroindústrias de aves e suínos no Brasil.** Orientadora: Marília Fernandes Maciel Gomes. Conselheiros: Heleno do Nascimento Santos e João Eustáquio de Lima.

As cadeias produtivas agroindustriais brasileiras, como as de aves e suínos, têm sua competitividade limitada pelos custos logísticos, sendo de suma importância a definição de pontos de localização economicamente ótimos para essas agroindústrias, bem como soluções de transporte mais eficientes. Dessa forma, buscou-se, através do presente estudo, determinar a localização economicamente ótima de novas agroindústrias de suínos e aves no Brasil, considerando a minimização dos custos de transporte e aquisição dos insumos milho e farelo de soja, e o custo de transporte das carnes e, ainda, avaliar alternativas de transporte para a transferência de milho de regiões com menor preço desse insumo até as agroindústrias. A base teórica deste estudo foram as principais teorias da localização, sendo essas a teoria da localização agrícola de Von Thünen, as regiões econômicas de August Lösch, o modelo de Isard-Moses de substituição de fatores e a teoria weberiana da localização industrial. Para

solucionar os problemas locacionais e posteriormente o problema de transporte, aplicou-se o modelo de redes capacitadas. O principal resultado do modelo de localização refere-se à indicação do pólo de Cândido Mota, SP, para sediar uma agroindústria que tenha por objetivo o suprimento dos mercados consumidores interno e externo. No entanto, foram indicados pólos alternativos visando ao atendimento de mercados consumidores específicos. Na análise do modelo de transporte, verificou-se que o milho de menor custo, destinado ao suprimento da agroindústria, em Cândido Mota, foi o proveniente do Estado do Paraná, sendo esse produto transportado pelo modal rodoviário. Foram, ainda, indicadas as rotas mais econômicas para o escoamento do milho dos principais pólos produtores deste cereal, tendo como destino a cidade de Cândido Mota, SP.

ABSTRACT

ANDRADE, Wendel Sandro de Paula, D. S., Universidade Federal de Viçosa, August 2005. **Localization of poultry and swine industries in Brazil.** Adviser: Marília Fernandes Maciel Gomes. Committee members: Heleno do Nascimento Santos and João Eustáquio de Lima.

The Brazilian agroindustrial productive chains, such as poultry and swine, have its competitiveness limited by logistic costs, being of utmost importance the definition of economic excellent points of location for these agroindustries, as well as more efficient transport solutions. Thus, the objective of the present study was to determine the economically excellent location of new poultry and swine agroindustries in Brazil, taking into consideration the lowering of transport costs, purchase of corn and soybean meal, the cost of meat transport, and also to evaluate alternatives for transporting corn from regions with lower prices to the agroindustries. This study was theoretically based on the main theories of localization, such as the Von Thunen's agricultural land use theory, the August Losch's economic regions, the Isard-Moses factor substitution model, and the weberian industrial location theory. The model of capacitated network was applied to solve the locational problems and later the transport problem. The main result of the localization model indicates the region of Cândido Mota-SP to

place an agroindustry to supply the internal and external consuming markets. However, alternative pole regions were indicated to supply specific consuming markets. The transport model analysis showed that the lower cost corn, destined to agroindustry in Cândido Mota, was derived from Paraná State, transported by road. The most economic routes for transporting corn from the main producing regions were also indicated, having as destination the city of Cândido Mota.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações gerais

O agronegócio, importante segmento da economia brasileira, participou, em 2003, com aproximadamente 30% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, de 41% da pauta de exportação e empregou cerca de 24% da população economicamente ativa (IPEA, 2004). Assim, o agronegócio contribuiu para tornar superavitária a balança comercial e atenuar o nível de desemprego do país, dado que uma série de outros setores da economia se encontrava estagnada. Dentre os diferentes complexos agroindustriais que compõem o agronegócio brasileiro, encontram-se os complexos agroindustriais de aves¹ e de suínos, os quais apresentaram expressivo crescimento na última década.

Segundo GOMES (2002), as cadeias agroindustriais de aves e suínos têm-se caracterizado por crescente dinamismo, em razão das mudanças nas características dos produtos, pela inserção no mercado internacional, pelos ganhos tecnológicos e pelas sensíveis alterações das escalas de operações. Essas cadeias, além da importância econômica e da quantidade de proteína em volume de produção, têm desempenhado relevante papel na geração de emprego e renda.

¹ Apesar de o termo aves designar os produtos frango, pato, marreco, peru, e outros mais, neste trabalho, foi utilizado fazendo referência somente a frango.

De acordo com POROGER e BIANCHI (2004), a avicultura foi responsável, em 2002, por cerca de 2,5% do PIB, pela geração de mais de 3 milhões de empregos em nível nacional e de US\$1,34 bilhão em divisas oriundas das exportações.

De acordo com dados da FNP (2004), a produção brasileira de carne de aves apresentou, na última década, variação positiva anual de cerca de 13,8%. Em 2003, foram produzidas 7,65 milhões de toneladas, das quais se exportou 1,9 milhão de toneladas. A localização da produção, nesse ano, concentrou-se nos estados das Regiões Sul e Sudeste do país, que foram responsáveis por cerca de 55 e 26% da produção nacional, respectivamente.

Além do mercado externo, o interno é de extrema importância para o setor avícola. O consumo *per capita* brasileiro de aves mais que dobrou nos últimos 14 anos; em 1990, era de 13,5 kg e em 2004, de 32,2 kg (FNP, 2005a).

Em se tratando de suinocultura, no ano de 2004 a produção nacional foi de 2,59 milhões de toneladas, representando 2,85% da produção mundial. Esta apresentou, nos últimos 10 anos, taxa de crescimento de 11,12% a.a. Do total produzido, 82,45% foram consumidos internamente e 17,55%, destinados à exportação (FNP, 2005a).

A participação da cadeia agroindustrial de suínos no PIB agropecuário brasileiro, em 2002, foi estimada em cerca de 10% e gerou em torno de 1,5 milhão de empregos (GOMES, 2002).

O nível de importância econômica dos complexos agroindustriais de aves e suínos é consequência, sobretudo, dos ganhos de produtividade, do rigor sanitário e da eficiente coordenação entre os agentes econômicos envolvidos, fatores que determinaram os ganhos de competitividade. Acrescenta-se aos demais o fator logística, caracterizado pelos itens localização da produção e custo de transporte, que tem contribuído para o fortalecimento da competitividade desses produtos, em face da constante busca por parte das empresas, de localizações que proporcionem menor custo de produção – principalmente quanto aos grãos – e de soluções de transporte mais eficientes.

Além das matérias-primas milho e farelo de soja, considerados fatores locais específicos, tem-se outro fator locacional relevante, o custo de

transporte das matérias-primas e dos produtos, que afeta todas as indústrias, em menor ou maior intensidade. Esse fator desempenha importante papel na análise específica da localização industrial e representa, segundo BALLOU (2001), a dos custos logísticos.

O usuário do sistema de transporte tem, à sua disposição, cinco modais distintos (aquaviário, ferroviário, rodoviário, aeroaviário e dutoviário), os quais podem ser utilizados isoladamente, ou combinados, dando origem ao que se conhece por transporte multimodal. A escolha do modal a ser utilizado leva em consideração o melhor equilíbrio entre a qualidade e o custo do serviço, ressaltando-se algumas características básicas como preço, tempo médio em trânsito, variabilidade do tempo em trânsito e perdas e danos. Entretanto, o número de possibilidades é reduzido, tendo em vista algumas situações particulares de embarque, como a natureza da mercadoria, os pontos de origem e destino (BALLOU, 2001).

Para CAIXETA FILHO (2001), o transporte exclusivo pelo modal rodoviário não é desejável para o bom desenvolvimento da maioria das economias; entretanto, é extremamente importante a manutenção da estrutura física das rodovias em perfeitas condições de uso, dado que esse modal é o único que permite o transporte chamado de “ponto-a-ponto”, função de grande importância na reunião e na distribuição de mercadorias.

Em relação ao sistema ferroviário, sabe-se que o mercado mais rentável para esse modal, em nível mundial, é o transporte de longa distância², acima de 1.000 km, cujos custos são inferiores à metade dos custos rodoviários. Mesmo assim, a participação das ferrovias brasileiras em transportes de mercadorias superiores a 600 km é incipiente. Em termos comparativos, observa-se que, no ano de 2001, o transporte por rodovias tinha um custo de longo prazo entre R\$38,00 e R\$48,00/1.000 t/km; nas ferrovias, esse custo era da ordem de R\$25,00/1.000 t/km (CAIXETA FILHO e MARTINS, 2001).

² O modal é mais econômico em longa distância, em razão da redução dos custos fixos e dos custos dos terminais, independentemente do produto transportado.

Em se tratando do modal rodoviário, de acordo com CAIXETA FILHO e MARTINS (2001), o reduzido uso desse tipo de transporte, se comparado ao de países como os Estados Unidos, advém, dentre outros, da não-existência de rios navegáveis que desemboquem no oceano e do fato de que, com exceção do sistema Tietê-Paraná, os rios brasileiros não estabelecem ligações entre centros econômicos importantes. Tem-se, assim, maior número de operações de transbordo, o que eleva os custos e causa perdas excessivas, e redução na eficiência logística das hidrovias brasileiras.

O fator logística, que engloba tanto a localização da produção e das agroindústrias, quanto o custo de transporte de produto e que participa sensivelmente na geração do custo final do produto, é um dos principais condicionantes da competitividade dos produtos aves e suínos.

1.2. O problema e sua importância

Os custos de logística, em especial o custo de transporte, são fatores que limitam o ganho de competitividade das cadeias agroindustriais de aves e suínos, no Brasil, em virtude da elevada participação destes na matriz de custos das empresas. Significativa parcela desses custos envolve relações entre regiões contíguas, para as quais a análise isolada distancia o modelo da realidade. No entanto, observa-se, na literatura, a inexistência de um estudo que tenha analisado essas cadeias conjuntamente, bem como a inclusão de diversas regiões.

Diferentes trabalhos³ já foram realizados no país, e alguns consideraram um único produto e uma única região. Dentre esses estudos, destacam-se os de: LOPES (1997), em cujo trabalho considerou um único produto e uma única região, ou seja, contemplou a localização de granjas suinícolas no Estado de Goiás; de OLIVEIRA (2003), que, além da análise locacional, utilizou um

³ LOPES (1997), MARTINS (1998), SABOYA (2001), MARTINS (2001), OLIVEIRA (2003), MARQUES e CAIXETA FILHO (2004), VASCONCELOS (2004) e BULHÕES e CAIXETA FILHO (2004).

modelo de transporte, e seu trabalho abrangeu o produto soja e o Estado de Mato Grosso; e de VASCONCELOS (2004), que estudou a localização das agroindústrias de aves e suínos na Região Centro-Oeste do Brasil.

O estudo de áreas de produção e de consumo mais vastas tem sido sugestão rotineira de trabalhos que abordem análises de localização da produção e agroindústrias e custo de transporte. Assim, este trabalho vem complementar a lacuna deixada pelos demais, uma vez que procura analisar a localização da produção e agroindústrias de aves e suínos e o custo de transporte desses produtos, em distintas regiões do país. O conhecimento da organização geográfica da produção de aves e suínos, das agroindústrias processadoras desses produtos, bem como de sua logística de transportes, é imprescindível para auxiliar os atores dos setores privado e governamental nas tomadas de decisões, com vistas a ampliar a competitividade dos distintos setores envolvidos, de modo a propiciar maior geração de emprego e renda em nível regional e, em consequência, melhorias no nível de bem-estar social, objetivo máximo da economia.

A produção de aves e suínos, que atualmente se encontra presente em grande porcentagem nos estados da Região Sul (aproximadamente 50%), estados tradicionais nessas atividades produtivas, tem apresentado crescimento mais acelerado na Região Centro-Oeste, onde a proximidade da produção de grãos contrasta com a distância do mercado consumidor de carnes, implicando possibilidade de custos de transporte de carnes mais elevados, em alguns casos.

A transferência de produtos entre regiões resulta em custo para os agentes econômicos, o qual se torna mais relevante quando as mercadorias envolvidas são produtos agrícolas ou agroindustriais. Esse grupo de produtos possui características peculiares que tornam seu comércio e sua competitividade extremamente sensíveis a operações gravosas⁴. São, em geral, produtos com elevada relação peso/volume e baixo valor unitário, o que aumenta a participação porcentual dos custos de transferência no preço final do produto.

⁴ Gravoso é aquilo que gera gravame, que por sua vez tem por sinônimos imposto, ônus ou encargo elevado.

Segundo CASTRO et al. (2002), os bens de menor valor, em relação ao seu peso físico, são tipicamente predominantes nas exportações de regiões menos desenvolvidas, razão por que elevado custo de transporte tende a restringir as possibilidades de desenvolvimento dessas regiões. Desse modo, a infra-estrutura de transporte desempenha importante papel nas tomadas de decisões de produção, de comércio e de consumo, assim como nas decisões de localização e de investimento por parte das firmas.

Para HELFAND e REZENDE (2003b), a abertura da economia e a redução do papel do estado mediante políticas de preços mínimos e crédito rural possivelmente tenham conduzido a uma reorganização da geografia da produção mais consistente com as vantagens comparativas regionais. Para as agroindústrias, uma importante vantagem comparativa é a disponibilidade de matérias-primas na região, o que reduz a necessidade de transporte.

Implantar modelos de transporte mais eficientes e econômicos, com uma matriz de transporte mais bem distribuída, é premente para a competitividade brasileira. Estima-se que, nos Estados Unidos, o valor despendido no transporte de carga corresponda a cerca de 9% do PIB, enquanto no Brasil os percentuais equivalentes se situam em 10,8%, sendo o modal rodoviário o de maior participação na matriz de transporte. Desse percentual, o comércio regional de bens responde por cerca de 50%, no momento de transporte, medido em toneladas/quilômetro (HELFAND e REZENDE, 2003b).

No Brasil, em razão da elevada participação do modal rodoviário na matriz de transportes e, ainda, das precárias condições de conservação das estradas, têm sido observado, com frequência, casos em que o fator transporte é responsável por parcela superior a 30% do custo final do produto. Assim, a implantação de novos modelos de transporte mais eficientes e que impliquem redução no custo final dos produtos poderá permitir que estes se tornem mais competitivos, atingindo mercados consumidores mais distantes ou diminuindo uma potencial participação de substitutos estrangeiros no mercado interno.

Em nível mundial, a participação do transporte no custo final de um produto está na faixa de 10 a 15%, dependendo do tipo de mercadoria a ser transportada. No caso específico da soja, enquanto nos Estados Unidos o custo de

transporte responde por 15% de seu valor FOB⁵, no Brasil essa participação chega a superar os 30%. Uma das explicações para essa disparidade é a matriz de transporte brasileira, na qual o sistema rodoviário responde por 60%, o sistema ferroviário por 20% e o sistema hidroviário por outros 20%, aproximadamente. No que tange ao transporte de cargas agrícolas, tem-se observado que, em alguns anos, o modal rodoviário chegou a ser responsável por 90% da movimentação de cargas. Essa discrepância nos percentuais participativos dos três modais não serve de base para a afirmativa de que o sistema rodoviário brasileiro tenha atingido níveis mais elevados de eficiência. O fato é que as demais categorias de transporte, seja por falta de investimento em infra-estrutura, seja pelas características geográficas do país, têm apresentado dificuldades para atender, de forma eficiente, a aumentos de demanda em áreas mais afastadas (CAIXETA FILHO, 1995).

Nos países industrializados, o avanço do transporte inter ou multimodal evidencia um papel mais importante para o transporte rodoviário de cargas e a revolução nas logísticas de escoamento e abastecimento, com a evolução dos processos de conteneurização e granelização. No ano de 2000, o modal rodoviário brasileiro contava com uma rede de, aproximadamente, 140 mil km de estradas pavimentadas, das quais cerca de 50 mil km de responsabilidade do governo federal. Dado que 30% dessa rede está em avançado estado de degeneração, tem-se um aumento no custo de transporte de cerca de 40%, principalmente em virtude do maior consumo de peças, combustível e maior tempo necessário para conclusão do percurso (COSTA, 1995).

Além dos custos de transporte, outro item que tem contribuído para novas orientações geográficas de unidades agroindustriais são os incentivos fiscais, item importante no custo de abertura das agroindústrias. A redução ou isenção de

⁵ FOB (Free on Board) é uma expressão do comércio internacional que significa “posto a bordo”. Nessa modalidade, o exportador (vendedor) é obrigado a colocar a mercadoria a bordo do navio designado no contrato de venda, cessando sua responsabilidade sobre ela no momento em que ela transpõe a amurada do navio. As formalidades de exportação são executadas pelo vendedor (SANDRONI, 2002). A expressão também é utilizada no comércio entre regiões de um mesmo país em que, à figura do navio, pode-se fazer uma analogia aos demais meios de transporte.

tarifas, por dado período, é um artifício do setor público, que objetiva o desenvolvimento regional mediante a atração de capital privado. Os benefícios fiscais podem suplantam possíveis desvantagens decorrentes da maior distância dos mercados consumidores ou, ainda, somar a outros benefícios regionais, a exemplo da redução do custo de aquisição de insumos para agroindústrias. Essa situação ocorre, geralmente, quando a concessão de incentivos fiscais é realizada em regiões de fronteira agrícola.

Dadas as questões relacionadas com os problemas logísticos, pertinentes aos produtos agrícolas e agroindustriais, descobrir pontos de localização economicamente ótimos para as agroindústrias e encontrar soluções de transporte mais eficientes em relação ao modelo atual são imprescindíveis para ampliar a competitividade dos setores envolvidos, tanto nos mercados interno quanto externo.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a logística da agroindústria de abate e processamento de suínos e aves, bem como determinar pontos ótimos de localização e modelos de transporte mais eficientes.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar a localização ótima de novas agroindústrias de abate e processamento de suínos e aves, buscando minimizar os custos envolvidos, com vistas ao atendimento do consumo em geral e de mercados específicos.
- b) Avaliar os efeitos sobre o custo total do modelo de transporte atual, para o grupo de produtos carne de aves, carne suína e milho, considerando-se o pólo escolhido pelo modelo de localização, à medida que novos trechos são introduzidos ou haja necessidade de aquisição de milho em áreas mais distantes.

2. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, PADRÕES LOCACIONAIS E CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE MILHO, SOJA, CARNE SUÍNA E DE AVES

2.1. Aspectos econômicos e distribuição regional dos produtos

Neste capítulo, apresenta-se uma breve descrição sobre os produtos agropecuários (milho, soja, aves e suíno) contidos neste trabalho. Trata-se de uma abordagem sobre a importância destes para a economia, a magnitude de suas produções e as principais regiões produtoras. Descrevem-se, também, os padrões locacionais, bem como a caracterização do transporte dos produtos supracitados.

2.1.1. Milho

Tendo em vista a ampla gama de pacotes tecnológicos com os quais o milho pode ser produzido, e sendo este matéria-prima para diversas cadeias agroindustriais, nas quais é promovida uma significativa agregação de valor, percebe-se ser essa uma cultura de importância estratégica do ponto de vista de segurança alimentar, de desenvolvimento regional e de afirmação comercial, inclusive de outros produtos que dela dependem, uma vez que esse é um insumo utilizado na fabricação de uma série de produtos, em que se podem citar desde os de utilidade farmacêutica até sua aplicação na indústria têxtil (COSTA, 1999).

Os dados do USDA, citados por FNP (2005b), apontam para uma queda contínua dos estoques mundiais de milho, entre os anos de 2000 e 2004, evidenciando-se que o consumo mundial desse grão está sendo superior à sua produção. Essa informação sugere possibilidades de negócios para o Brasil, país com reais possibilidades de contribuir para o aumento da oferta mundial do grão e que, nos últimos anos, vem se firmando como exportador do produto. No ano agrícola 2002/03, o estoque final de milho brasileiro era de 6.563.400 t, o que equivalia a 16,8% do consumo interno. Em consequência da queda dos estoques nacionais e sua premente recuperação, e ainda, do crescimento da demanda interna, os preços do milho tendem a subir no curto e médio prazos.

A safra 2003/2004, deste cereal, foi de 42.128.500 toneladas, tendo atingido um crescimento acumulado de 27%, a contar da safra 1993/1994, período no qual a área colhida apresentou queda indicando aumento de produtividade. A produtividade brasileira, apesar de ter atingido 3,6 t/ha, ainda está aquém da apresentada por países como a Argentina e os Estados Unidos, sendo a produtividade brasileira 74 e 44% da apresentada por esses países, respectivamente. A produção brasileira deste cereal representa, em peso, aproximadamente 30% de toda a safra nacional de grãos, e, em âmbito mundial, o país ocupa o terceiro lugar, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China. No ano agrícola 2003/04, o Brasil exportou 4.669.400 t de milho, importou 299.400 t e consumiu 39.400.000 t do grão, sendo o consumo *per capita* de 217 kg/ano (FNP, 2006).

De acordo com ANDRADE (2002), do total de milho em grão consumido no Brasil no ano de 2000, tem-se que 72,25% foi destinado à alimentação de animais, sendo 31,05% para a avicultura de corte, 5,71% para a avicultura de postura, 23,60% para a suinocultura, 5,52% para a bovinocultura de leite, 2,12% para a bovinocultura de corte, 0,60% para o segmento de *pet foods*, 3,65% destinado à categoria outros animais. Da categoria animais, a avicultura é responsável pelo consumo de mais de 50% do milho, o qual representa, segundo SABOYA (2001), 60% da ração balanceada, 40 a 45% dos custos totais com alimentação, 67% do custo de produção de animais vivos e 55% do custo de produção de animais abatidos.

A produção de milho, em 2004, concentrou-se no Centro-Sul do país, tendo a Região Sul participado com 43% (18.032.100 t), a Região Sudeste com 25% (10.649.100 t) e a Centro-Oeste com 22% (9.355.000 t). O maior produtor foi o Estado do Paraná, respondendo por 27% (11.192.100 t) da produção nacional (FNP, 2006).

2.1.2. Soja

A soja é outro insumo de grande relevância na alimentação animal, uma vez que seu principal derivado, o farelo de soja, representa cerca de 20% das rações balanceadas das aves, contribuindo com 20 a 25% dos custos totais de alimentação desses animais. A grande importância da soja para o segmento de alimentação animal deve-se ao fato de sua superioridade em relação aos demais farelos como fonte de proteína e ainda, dadas as limitações nutricionais ao uso de farelos alternativos ao da soja – como os de algodão e amendoim – para aves e suínos (SABOYA, 2001).

A safra de soja no ano agrícola 2003/2004 foi de 49.792.700 toneladas, tendo atingido um crescimento acumulado de 98%, a contar da safra 1993/1994, período no qual a área colhida apresentou um crescimento de 86%, o que indica um aumento de produtividade. Diferentemente do que ocorre para o milho, a produtividade da soja brasileira é maior que a da Argentina e a dos Estados Unidos, com valor de 2.329 kg/ha, sendo este 2% e 11% maior que a daqueles países, respectivamente, tendo como base o ano agrícola 2003/04 (FNP, 2006).

O crescimento da produção e da área plantada com soja no país tem sido impulsionado pelos ganhos obtidos na pesquisa agropecuária e pelo amplo e crescente mercado internacional, o que tem contribuído para a ocorrência de preços elevados para o grão. Verifica-se que entre os anos de 1994 e 2005, enquanto o aumento do consumo interno da soja se limitou a 42,6%, as exportações do grão tiveram expansão de 118,77%. Em 2004, 30% das exportações brasileiras de soja tiveram como destino a China, mercado em franca expansão, para o qual se fazem previsões de que este deva importar 27 milhões

de toneladas de soja na temporada 2005/06, o que implicaria um crescimento em suas compras externas da ordem de 16,4%, beneficiando países exportadores como o Brasil, uma vez que o principal produtor, os Estados Unidos, estão com sua capacidade de produção de soja praticamente esgotada (FNP, 2006).

A grande expansão desta cultura é, em parte, devido a ser este um importante produto da pauta de exportação brasileira, tendo sido exportado, basicamente, sob a forma de soja em grão, farelo de soja e óleo de soja. A soja e o farelo de soja brasileiros são exportados principalmente pelos portos de Santos, Paranaguá e Rio Grande, que em 2004 responderam por 68% dos embarques do grão e 75% dos de farelo de soja. Foram exportadas, em 2004, 19.247.689 toneladas de soja em grão, 14.485.621 toneladas de farelo de soja e 2.122.754 toneladas de óleo de soja, tendo essas exportações apresentado crescimentos de 357%, 53% e 184%, respectivamente, em relação ao ano de 1993. No ano agrícola 2003/04, o Brasil importou 348.300 t e consumiu 31.650.000 t de soja, o que implicou consumo *per capita* de 174,3 kg/hab./ano. Naquele ano, o estoque final de soja no Brasil foi de 2.319.800 t, o que representou 7,3% do consumo interno (FNP, 2006).

A produção de soja, em 2004, concentrou-se nas Regiões Sul e Centro-Oeste do país, as quais participaram com 33% (16.252.600 t) e 49% (24.613.100 t), respectivamente, do total produzido no Brasil. O maior produtor foi o Estado de Mato Grosso, com aproximadamente 30% (15.008.800 t) da produção nacional (FNP, 2006).

2.1.3. Carne de aves

No tocante à avicultura, tem-se que a produção brasileira de carne de aves obteve um crescimento nos últimos 10 anos de 147%, sendo produzidas 8,4 milhões de toneladas no ano de 2004, o que corresponde a uma variação positiva anual de 8,5% entre 1994 e 2004. No mesmo período, os Estados Unidos produziram aproximadamente o dobro do Brasil, porém com uma taxa de crescimento de apenas 3,5%. Esses valores são indicadores de que o potencial de

crescimento da produção brasileira é grande, mesmo em um setor de intensa competitividade, em que se encontram países pertencentes à América do Norte e à União Européia, com tradição no subsídio à produção (FNP, 2003; FNP, 2006).

É previsto para 2005 um crescimento acentuado da produção mundial de carne de aves, com expectativas de recuperação da Ásia, continente mais afetado pela gripe do frango (influenza aviária) em 2004, doença que também atingiu alguns países da Europa e os Estados Unidos. A queda na produção mundial em função desse problema sanitário e a forte demanda dos países importadores formaram um quadro do qual o Brasil se beneficiou, passando a ser o maior exportador mundial de carne de aves. É ainda esperado um crescimento das vendas externas do Brasil, em 2005, uma vez que o país permanece como o fornecedor com mais baixo custo de produção de aves em todo o mundo.

Do total produzido em 2004, aproximadamente 71% foi destinado ao consumo interno e 29% para a exportação, sendo esta constituída por 40% de aves inteiras e 60% de partes. Das exportações de aves inteiras, verificou-se que 48% tiveram como destino a Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos e a Rússia, e 53% das exportações em pedaços foram enviados para Japão, Países Baixos, Alemanha, Hong Kong e Rússia (FNP, 2005a).

Visando manter-se competitivo é necessário, além da qualidade do produto, constância da oferta e outros atributos necessários a um país exportador, que as aves nacionais apresentem baixos custos de produção, de processamento e de transferência, o que implica maiores chances de atingir mercados consumidores mais distantes. O custo de produção de aves é extremamente dependente do custo das rações, as quais utilizam basicamente milho e farelo de soja em sua composição. Com isso, o setor torna-se extremamente sensível às condições climáticas, às oscilações no comércio internacional e, ainda, a pontos de estrangulamento referentes à transferência desses grãos até as unidades produtoras e, posteriormente, do produto acabado até os centros de consumo doméstico, ou aos terminais portuários.

No ano de 2004 a produção de aves concentrou-se nas Regiões Sul e Sudeste, sendo que na primeira se localizava 56% (4.685.136 t) da produção nacional e na última, 26% (2.194.686 t), sendo o principal produtor o Estado do Paraná, com 23% (1.907.017 t) da produção brasileira de aves (FNP, 2005a).

2.1.4. Carne suína

O efetivo de suínos, em 2003, concentrou-se nos estados das Regiões Sul, Nordeste e Sudeste do país, tendo a Região Sul participado com 43%, a Região Nordeste com 22% e o Sudeste com 17%. O maior número de cabeças estava no Estado de Santa Catarina, com 16,7% do total nacional (FNP, 2005a).

De acordo com dados do FNP (2005a), o Brasil possuía em 2004 um rebanho de 33.804.000 cabeças, das quais foram abatidas, aproximadamente, 30.622.000 cabeças, resultando em uma taxa de desfrute de 90,6%. No mesmo ano, a produção brasileira de carne suína foi de 2.661.000 toneladas, representando 2,7% da produção mundial. Do total produzido, 81,4% foram consumidos internamente e 19%, destinados à exportação.

No tocante às vendas externas no ano de 2004, os quatro principais compradores da carne suína brasileira foram: Rússia, Hong Kong, Ucrânia e Argentina. Naquele ano, as exportações para a Rússia representaram 57% das exportações totais brasileiras.

Quanto ao consumo interno, mesmo representando uma grande parcela da produção, ainda existem indicativos de que este possa crescer. As chances de crescimento residem no fato de que o consumo *per capita* ainda é baixo se comparado aos de outros países. No Brasil, em 2004, foram consumidos 11,1 kg de carne suína por habitante/ano, enquanto nos Estados Unidos esse consumo foi de 30,5 kg *per capita* e, em alguns países da União Européia, ultrapassou os 50 kg. Hong Kong, por sua vez, apresentou o maior consumo, 67,8 kg/hab./ano (FNP, 2005a).

O Brasil tem-se destacado no cenário internacional por apresentar o menor custo de produção dentre os principais países, produzindo suínos a um custo inferior em 23% ao dos Estados Unidos, em 44% ao da Comunidade Européia e em 55% ao da China (FNP, 2005a). O país apresenta ainda algumas vantagens comparativas que permitem visionar um futuro promissor para o setor. São vantagens para o Brasil o baixo custo da terra, das instalações e da mão-de-obra, o clima favorável, a possibilidade de aumento do consumo interno, a grande disponibilidade de água e as extensas áreas de terra propícias ao cultivo de grãos.

2.2. Localização das agroindústrias de abate e processamento de aves e suínos: história e tendências atuais

De acordo com BALLOU (2001), a tomada de decisão quanto à abertura de um novo empreendimento, no caso a agroindústria, consiste em determinar o número, a localização e o tamanho das instalações a serem abertas; sendo consideradas instalações quaisquer nós de uma rede logística, como plantas, portos, fornecedores, armazéns, filiais de varejo e outros serviços, em que os produtos permanecem por algum tempo no trajeto até o consumo. Na localização de instalações, freqüentemente haverá um fator preponderante aos demais, e observa-se que os fatores econômicos geralmente são os dominantes, e a disponibilidade de matéria-prima é uma variável relevante que auxilia a tomada de decisão.

Um dos primeiros pesquisadores a reconhecer a importância das matérias-primas na decisão locacional foi Alfred Weber. Em alguns processos, como a fabricação de aço, há perda de peso, e busca-se uma localização mais próxima das fontes de matérias-primas, de modo a minimizar custos de transporte. Processos como o engarrafamento de refrigerantes, no entanto são ganhadores de peso, devendo estar localizados tão próximos dos mercados quanto possível. No caso das operações de montagem, não há mudanças entre o peso das matérias-primas e o peso do produto acabado, de tal modo que tais processos não estão limitados nem às fontes de matérias-primas nem ao mercado consumidor.

No que diz respeito aos produtos agroindustriais, em especial suínos e aves, SABOYA (2001) caracterizou-os como produtos que não estão nem no extremo da máxima dependência de fatores locais tradicionais (mão-de-obra, matérias-primas e transporte) nem no outro extremo, como no caso das prestadoras de serviço que se orientam, exclusivamente, para os grandes centros urbanos. Assim, as agroindústrias avícolas e suinícolas são atividades que necessitam de uma abordagem especial quanto à problemática locacional.

Na Região Sul, como já apontado anteriormente, concentram-se a produção e as agroindústrias de aves e suínos. O Estado de Santa Catarina, berço da avicultura industrial do país e segundo maior produtor de aves, concentra

unidades das principais agroindústrias avícolas, além de uma gama de empresas fornecedoras de insumos e prestadoras de serviços para o referido setor. Esse estado foi responsável, em 2002, por 18% da produção e 38,4% da exportação brasileira de aves, sendo, ainda, o maior produtor brasileiro de suínos, respondendo, em 2002, por 34,3% da produção e por 37% da exportação nacional (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2002). O Estado do Paraná, por sua vez, é o maior produtor de aves, 20,4% do total nacional, e o terceiro maior produtor de suínos, com 17,8% da produção brasileira. O Rio Grande do Sul é outro estado tradicional na produção de aves e suínos, visto que, em 2002, foi o terceiro maior produtor de carne de aves e o segundo de carne suína, sendo responsável por 17 e 21% da produção nacional. Em razão da qualidade de seu plantel de aves e do *status* sanitário, esse estado tem sido responsável por mais de 25% das exportações brasileiras, mostrando-se altamente qualificado para o atendimento do mercado internacional (IBGE, 2004a).

Tem-se observado, no entanto, uma nova orientação na produção agroindustrial de aves e suínos da região tradicional (Sul) para a Centro-Oeste, nos últimos 10 anos. Essa nova orientação não deve ser entendida como uma migração em massa da produção de aves e suínos, visto que a produção sulina cresceu no período. As taxas de crescimento das produções avícola e suinícola têm sido superiores na Região Centro-Oeste, comparativamente com a Região Sul. No período de 1997 e 2002, enquanto a Região Sul apresentou crescimento da produção de carne de aves de 80% e do efetivo do rebanho suíno de 14%, no Centro-Oeste essas taxas foram de 132 e 30%, respectivamente (FNP, 2003). Entretanto, cabe ressaltar que, em termos de valores absolutos, o crescimento das atividades supracitadas, no período mencionado, foi maior na Região Sul. Tal fato dá-se em razão das bases de cálculo do Sul, ou seja, de os valores iniciais de produção de aves e de rebanho suíno serem muito superiores aos do Centro-Oeste.

De acordo com HELFAND e REZENDE (2003a), o crescimento do complexo das carnes na Região Centro-Oeste brasileira pode ser explicado por inúmeros fatores que a diferenciam das regiões tradicionais. Em se tratando da produção de grãos, principalmente milho e soja, que são a base das rações de

suínos e aves, verificou-se que o Sul apresenta maior variabilidade de rendimentos físicos em relação ao Centro-Oeste. Essa característica, que acarreta problemas de competitividade para a produção animal, tem sido apontada como crucial nas decisões de grandes empresas do Sul de planejarem suas expansões para o Centro-Oeste.

O argumento de que o milho mais barato estaria atraindo a produção de aves e suínos para o Centro-Oeste pode não estar de todo correto. Pode haver economia de custos com a transferência da produção de animais do Sudeste para o Centro-Oeste. No entanto, o mesmo não vale para a Região Sul, uma vez que, na maioria dos anos da década de 1990, os preços do milho no Paraná tenderam a ser menores que em Goiás e, com exceção de alguns anos, não apresentaram grande diferença em relação aos preços de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Assim, relataram que migrações de produção animal do Sul para o Centro-Oeste podem ser explicadas por outras variáveis que não o preço do milho, por exemplo as de caráter ambiental; os benefícios fiscais concedidos pelos estados; fatores que afetam os custos de abertura e ampliação das plantas; ou questões relacionadas com a mão-de-obra (HELFAND e REZENDE, 2003a)

Estima-se, de acordo com ARANTES (1998), que 90 milhões de hectares estariam aptos a produzir grãos, na região dos cerrados, de um total de 150 milhões de hectares a serem explorados. MACEDO (1995) avaliou que, levando-se em conta a restrição que a legislação prevê (manutenção de 80% das terras como reserva) e o potencial do uso das diferentes classes de solo, 136 milhões de hectares poderiam ser incorporados ao processo produtivo como um todo.

De acordo com CUNHA et al. (1994), o dinamismo da soja nos cerrados deveu-se não só ao fato de esse ser uma fronteira de produção, mas aos preços favoráveis por alguns anos, fruto de uma crescente demanda internacional, atrelados a políticas de incentivo à agricultura de fronteira. MAFFIOLETI (2000) ressaltou ainda, em seu trabalho, que a soja cresceu em função do avanço das técnicas de adubação e calagem adotados para solucionar os problemas da elevada acidez e da baixa fertilidade dos solos da região.

Outros fatores que permitiram o Centro-Oeste superar a Região Sul na produção de soja foram a instalação de plantas de esmagamento de soja, o

desenvolvimento de infra-estrutura e as novas alternativas de escoamento da safra através dos rios Madeira e Amazonas. Ressalta-se ainda, quanto ao milho, que o crescimento dessa cultura nas áreas de cerrado deveu-se, dentre outras, à sinergia com a cultura da soja, tendo destaque como opção para rotação de culturas. Atribui-se, então, uma grande importância a essas culturas enquanto fatores locais, na atração e sustentação das atividades agroindustriais, notadamente as do complexo grãos–carne no Centro-Oeste brasileiro.

2.3. Transporte de produtos agrícolas e agroindustriais no Brasil

Empresas de distintos setores da economia, inclusive as do agronegócio, têm encontrado no gerenciamento logístico uma tática administrativa para reduzir custos de produção e atender às exigências de suprimento de insumos e de fornecimento de produtos de forma mais eficiente.

O conceito de logística é definido por NOVAES (2001) como o processo de planejar, implementar e controlar, de maneira eficiente, o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, em que estes englobam as distintas etapas, ou seja, do ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor. O transporte é, normalmente, o elemento mais importante dentre os custos logísticos e representa, segundo BALLOU (2001), entre um terço e dois terços destes, dada as especificidades das empresas. Assim, um sistema de transporte barato e eficiente proporciona uma das bases para aumentar a concorrência no mercado, elevar as economias de escala de produção e reduzir os preços das mercadorias em nível de consumidor.

A eficiência dos modais de transporte pode ser analisada sobre a ótica do tempo de atendimento, da quantidade de carga transportada por quilômetro, do custo de transporte por tonelada por quilômetro ou da eficiência no consumo energético.

Segundo IEA, citado por Confederação Nacional do Transporte – CNT (2002), no cenário mundial de consumo energético para o setor de transportes

tem sido observado que os modais mais eficientes são menos utilizados. Esse viés na matriz de transportes mundial tem levado a um consumo abusivo de reservas energéticas, principalmente o petróleo, recurso não-renovável, que em 1998 teve 57% do seu consumo centrado no setor de transportes. No referido ano, constatou-se que 27,7% de toda a energia utilizada nos Estados Unidos destinaram-se ao setor de transportes, sendo desse total 96,8% originado do consumo de petróleo. O Ministério das Minas e Energia (MME), citado por CNT (2002), ressaltou que no caso do Brasil, em 1998, 85,4% da energia consumida no setor de transportes foi derivada do petróleo. Essa intensa utilização de combustíveis fósseis no mundo e em especial no Brasil pode ser interpretada como um indicativo da predominância do uso do modal rodoviário.

2.3.1. O modal rodoviário

De acordo com CNT (2005a), a malha rodoviária brasileira é composta de 1.597.374 km, constituídos de 4% de rodovias federais, 14% de estaduais e 82% de municipais. A pavimentação está presente em 80% das rodovias federais, 46% das estaduais e 2% das municipais. De acordo com a CNT, em 2004, dos 74.681 km das principais rodovias federais e estaduais do país, apenas 25,3% apresentavam condições boas ou ótimas, tendo 60,1% sido classificadas como ruins ou deficientes e 14,6% como péssimas. A situação apresentada pelas rodovias federais, estaduais e municipais pode ser visualizada na Figura 1 (CNT, 2005b).

As condições gerais das rodovias são de precariedade decorrentes do estado geral de pavimentação, dos problemas de sinalização, da falta de acostamento, da presença de placas encobertas pelo mato, da presença de trechos com afundamentos, ondulações ou buracos etc. Segundo CNT (2005b), na recuperação do pavimento são necessários investimentos que totalizam R\$10,5 bilhões.

Com o intuito de desonerar o setor público e melhorar a infra-estrutura rodoviária nacional, o governo tem realizado, nos últimos tempos, a concessão de

alguns trechos rodoviários para empresas particulares, para que estas promovam melhorias nas rodovias e, em contrapartida, durante um período de tempo, as quais irão beneficiar-se da cobrança de pedágios. Segundo CNT (2005a), 10.352 km de rodovias brasileiras encontram-se sob concessão, e o que se observa é um quadro oposto àquele sob responsabilidade pública, visto que 78,4% das rodovias sob concessão apresentaram estado geral classificado como bons ou ótimos, no ano de 2004 (CNT, 2005b).

O modal rodoviário foi responsável, no ano de 2004, por 61,1% do transporte brasileiro de cargas, participação elevada se comparada ao percentual de 26% nos Estados Unidos, de 24% na Austrália e de 8% na China (CNT, 2005b; COPPEAD, 2005). O setor rodoviário constituía-se no referido ano de 50.541 empresas transportadoras e 300.435 caminhoneiros autônomos e contava com uma frota composta por 1.624.924 caminhões e 242.418 cavalos mecânicos, veículos esses com idade média de 14,3 anos e com tendência de aumento dessa média para a próxima década, de acordo com REVISTA O CARRETEIRO (2005) e COPPEAD (2005).



Fonte: CNT (2005b)

Figura 1 – Mapa das condições gerais das principais rodovias brasileiras, 2004.

CORREA JÚNIOR e CAIXETA FILHO (2003) relataram que a frota de veículos presente no país é superior àquela necessária em um modelo mais eficiente. Tal fato ocorre em razão da carência de unidades armazenadoras, em que essa pressiona a ocorrência de um escoamento em massa no período da safra, num curto espaço de tempo, e propicia a ociosidade dessa frota no período da entressafra.

Diversos são os fatores que podem acarretar impactos reais sobre a lucratividade da atividade de transporte, dentre os quais se cita o aumento da concorrência em períodos de demanda reduzida. O crescimento da concorrência, por sua vez, impede que os custos sejam repassados em sua totalidade, o que torna os lucros sazonais. A lucratividade é, ainda, influenciada pelos valores dos fretes, sendo a possibilidade de cargas de retorno uma variável que influencia diretamente esses valores.

Objetivando melhorar essa lucratividade, no caso específico dos operadores de cargas agrícolas, é premente a implantação de uma política agrícola favorável à liberação das verbas de custeio da produção, já por ocasião do seu escoamento. Tal medida possibilitaria a aquisição de insumos a tempo de serem transportados como cargas de retorno, o que viria a reduzir o custo do frete com operações casadas de transporte, diminuindo os custos de produção das lavouras e beneficiando os transportadores com a certeza do frete de retorno (CAIXETA FILHO, 2001).

CORREA JÚNIOR e CAIXETA FILHO (2003) verificaram a influência de uma série de fatores na identificação dos valores de fretes praticados no transporte de soja a granel, cuja origem desse transporte se encontrava nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Paraná, entre 1998 e 2001. Nessa análise foi utilizada um modelo econométrico de regressão linear múltipla, com parâmetros estimados pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Dentre os resultados obtidos, esses autores concluíram que um fator fundamental para a composição dos preços (R\$/t) dos fretes rodoviários praticados foi a distância percorrida, independentemente da origem das cargas e do período considerado. Apontaram, ainda, que o valor do frete também foi influenciado por outros fatores, considerados secundários, como: a existência de pedágios, o tempo de

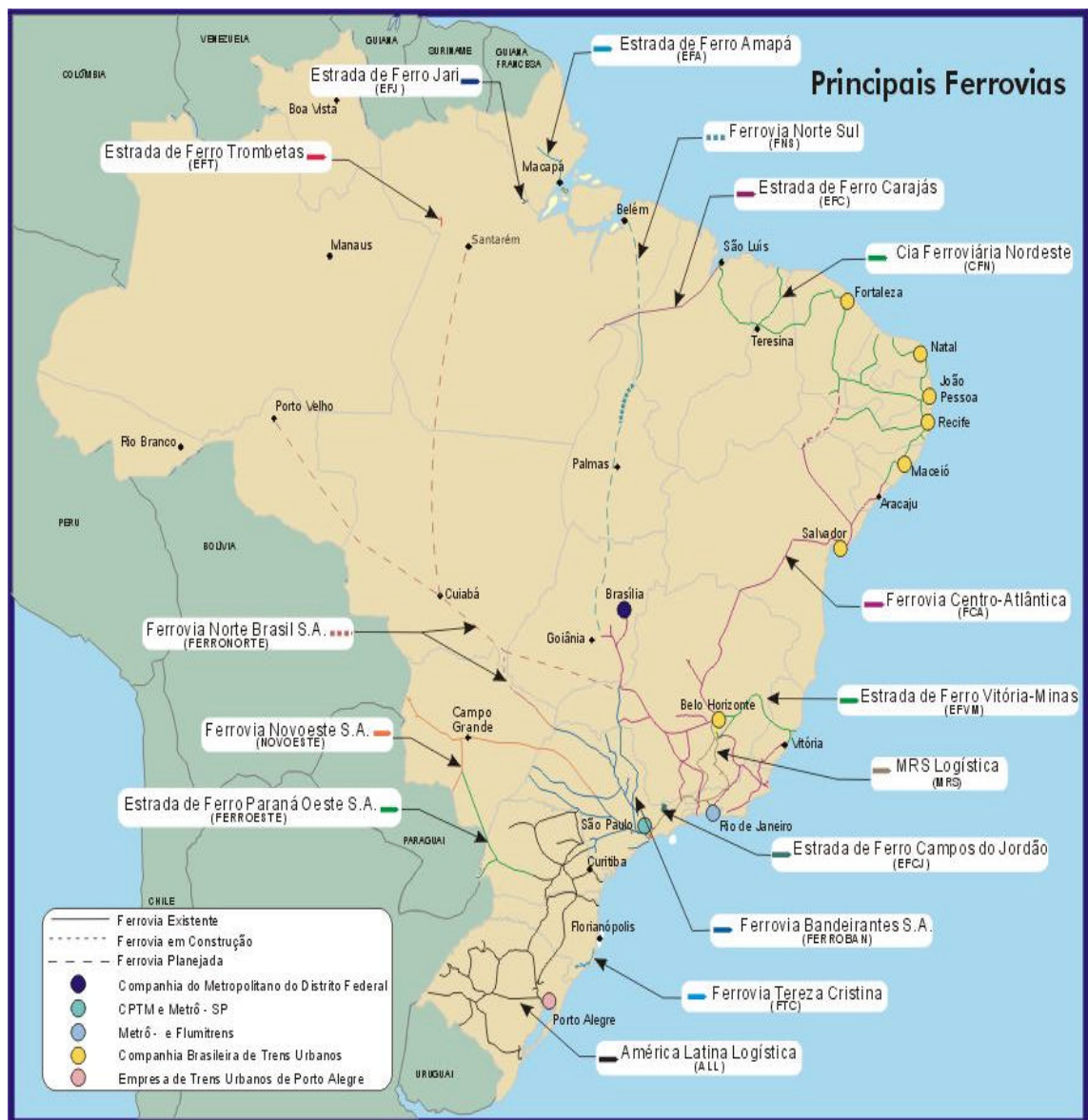
descarregamento nos portos, a sazonalidade na demanda por transporte e as condições das estradas. Quanto à especificidade da carga transportada e do veículo utilizado e das perdas e avarias, dentre outros, estes não foram passíveis de avaliação.

2.3.2. O modal ferroviário

A malha ferroviária brasileira é composta por 29.798 km, cujo material rodante constituí-se de 55.472 vagões e 1.587 locomotivas (CNT, 2005a). Em 2004, o modal ferroviário foi responsável por 20,7% do transporte de cargas no país. A malha ferroviária nacional pode ser visualizada na Figura 2.

De acordo com COPPEAD (2005), a baixa participação do modal ferroviário deve-se, dentre outros fatores, aos baixos valores de fretes rodoviários, cobrados, principalmente, pelos transportadores autônomos, que não conseguem repassar todos seus custos para os clientes, e pela reduzida extensão da malha ferroviária, comparativamente à amplitude do território brasileiro, dado que a densidade de ferrovias é de 3,4 km/1.000 km². Essa é uma densidade baixa quando comparada com os padrões internacionais, uma vez que essa é equivalente a 55% da observada na China, 40% no Canadá, 32% no México e 12% nos Estados Unidos. Ademais, os equipamentos ferroviários atualmente utilizados no Brasil são considerados de baixa produtividade, comparativamente àqueles usados nos Estados Unidos. A produtividade das locomotivas naquele país era de 106.905 milhares de TKU⁶/locomotiva em tráfego, em 1997, enquanto no Brasil esse índice foi de 37.070 TKU/locomotiva em tráfego, no ano de 2000 (FIGUEIREDO, 2001).

⁶ TKU significa tonelada quilômetro útil e refere-se à unidade de medida equivalente ao transporte de uma tonelada de carga à distância de 1 km. Existe ainda a unidade de medida TKB (tonelada quilômetro bruta), que equivale ao deslocamento de uma tonelada de trem (o peso da carga mais a tara) à distância de 1 km (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2005b).



Fonte: Ministério dos Transportes (2005a)

Figura 2 – Traçado das principais ferrovias brasileiras, 2004.

A atual situação do transporte ferroviário brasileiro, assim como as perspectivas para esse setor, foi descrito por FIGUEIREDO (2001). Em seu trabalho foram apresentadas, dentre outras, algumas dificuldades de natureza estrutural decorrentes do fato de a maioria das ferrovias ter sido construída no final do século XIX e início do século XX, a saber:

- a) A adequação dos equipamentos ferroviários às cargas transportadas se faz necessária, pois o grupo de produtos que circula nas ferrovias, atualmente, é distinto daquele que predominava um século atrás, exigindo o emprego de ativos mais específicos às cargas transportadas.

- b) A descentralização do desenvolvimento brasileiro e a alteração dos fluxos de transporte promoveram variações nas regiões onde a malha viária estava disponível. Assim, enquanto ferrovias passaram a ser subutilizadas em dadas regiões, outras tinham seu desenvolvimento contido por não ter acesso ao sistema ferroviário.
- c) A presença de um traçado sinuoso na malha ferroviária, decorrente da tecnologia de construção utilizada, fez com que o modal ferroviário brasileiro apresentasse aumento da distância média de transporte e limitação da velocidade média de percurso, contribuindo para que este tenha baixa eficiência.
- d) A velocidade média de tráfego reduzida é também resultado do adensamento urbano que se formou em torno das ferrovias, sendo, ainda, uma das principais causas de acidentes.

Apesar dessas limitações, o sistema ferroviário possui pontos favoráveis que indicam uma perspectiva de desenvolvimento para esse modal. A favor do transporte ferroviário estão os problemas relativos ao aumento das ocorrências de roubo de carga nas estradas. Enquanto, em 1994, o número de ocorrências foi de 3.000 roubos, em 2001 esse número subiu para 8.000, representando um prejuízo de R\$500 milhões por ano (COPPEAD, 2005).

De acordo com CAIXETA FILHO (2001), existem outros fatores que podem contribuir para que haja uma expectativa otimista em relação ao sistema ferroviário. As privatizações, a melhor fiscalização das rodovias, o maior número de pedágio, o maior rigor nas balanças e, ainda, a queda gradual do subsídio ao diesel, são alguns desses fatores que podem contribuir para o aumento de valor dos fretes rodoviários, implicando maior competitividade das ferrovias.

2.3.3. O modal hidroviário

O modal hidroviário brasileiro, ou aquaviário, é composto pela navegação de interior e de cabotagem (Figura 3). A participação desse modal no transporte de cargas no país, em 2004, foi de 13,6%, percentual inferior aos modais

rodoviário e ferroviário e superior aos modais dutoviário e aeroviário, que apresentaram participações de 4,2 e 0,4%, respectivamente. O sistema hidroviário brasileiro é composto por 36 portos públicos, 3 portos privados e 42 terminais de uso privativo e por uma frota mercante composta por 121 embarcações de cabotagem e longo curso (CNT, 2005a).

O modal hidroviário tem grande potencial de se desenvolver no país, em razão das características geográficas brasileiras e do perfil de sua produção. O Brasil apresenta uma costa de 7.500 km, em que nesta uma faixa de 400 km em direção a oeste era responsável por 80% do PIB. Essa elevada participação na renda nacional provém de um grande volume de negócios e, conseqüentemente, de significativa movimentação de cargas ao longo dessa região, evidenciando uma vocação para a navegação de cabotagem, o que permitiria, por exemplo, o transporte de produtos do Sul para o Nordeste por via marítima. Esse tipo de navegação concentra uma movimentação de granéis sólidos e líquidos e apresenta modesta participação na movimentação de contêineres. No entanto, a navegação via cabotagem apresenta baixa freqüência, em média 1,3 saída por semana, e possuía, em 2002, 10 navios em operação. O potencial do transporte fluvial está relacionado à presença de rios navegáveis, e é uma excelente alternativa para o escoamento de bens primários (COPPEAD, 2005).

O potencial de navegação interior encontra-se bastante subutilizado, dado que o país possui 45.000 km de rios potencialmente navegáveis, e desse total apenas 28.000 km estão sendo usados, e de modo bastante precário. Em 2002, havia três projetos de transporte por hidrovias: Tietê-Paraná; Paraná-Paraguai e Madeira-Amazonas. Essas hidrovias, no entanto, apresentam uma série de limitações que afetam suas eficiências operacionais, como restrições de calado, limitações das eclusas e espaços limitados entre vãos de pontes, que causam sérias limitações ao dimensionamento de comboios hidroviários. Enquanto os comboios no rio Mississipi, Estados Unidos, operam com capacidade para 22.500 toneladas, no Brasil os comboios no rio Tietê operam com 2.200 t; no rio Paraná, com 4.400 t e os de maior capacidade, que navegam no rio Madeira, operam com 18.000 t. Acrescenta-se, ainda, às limitações pertinentes a esse modal o pequeno número de terminais portuários, apenas 64, contra 1.200 nos Estados Unidos, o

intermodal se confundem na literatura especializada, no entanto os textos sobre transportes, desenvolvidos no Brasil, tendem a aplicar o termo intermodal quando ocorre uma integração total da cadeia de transporte, de modo a permitir o gerenciamento integrado de todos os modais utilizados, bem como das operações de transferência da carga de um modal para outro, caracterizando uma movimentação porta a porta com a aplicação de um único documento de transporte, o conhecimento de carga multimodal (NAZÁRIO, 2005).

No Brasil, os tipos de produtos predominantemente transportados por mais de um modal são *commodities*, como minério de ferro, grãos e cimento, todos caracterizados como produtos de baixo valor agregado. Portanto, para que esses produtos sejam competitivos é indispensável um sistema de transporte eficiente, pois o custo de transporte é uma parcela considerável desses produtos. A busca da eficiência é o motivo para que se utilize mais de um modal em operações de transporte, sendo possível usufruir das vantagens que cada modal tem sobre os demais e que, em conjunto, conduzem à eficiência (NAZÁRIO, 2005).

Os modais podem ser comparados quanto a diversas características, as quais lhes conferem aptidões para diferentes tipos de carga e diferentes distâncias. O modal hidroviário, comparativamente ao ferroviário e ao rodoviário, é o mais eficiente em utilização de energia e emissão de poluentes. Por hidrovias, tem-se uma relação carga/potência da ordem de 5,00 t/HP, um consumo de combustível de apenas 5 L/1.000 TKU e uma emissão de CO₂ da ordem de 20 kg/TKU. Utilizando ferrovias, tem-se uma eficiência energética de 0,75 t/HP, um consumo de combustível de 10 L/1.000 TKU e emissões de CO₂ da ordem de 34 kg/1.000 TKU. O caso do modal rodoviário é o mais crítico, considerando-se esses indicadores, pois este é o modal de menor eficiência energética, transportando apenas 0,17 t/HP, com um consumo de combustível de 96 L/1.000 TKU, apresentando, ainda, o maior índice de emissão de poluentes, 116 kg de CO₂/1.000 TKU (DH-SP, 2005a).

O modal hidroviário é notadamente superior no que tange à capacidade de carga e seu uso permite não só a economia de recursos energéticos e a redução do custo de transporte, mas também a manutenção da qualidade da infra-estrutura das demais vias de trânsito, principalmente as estradas, para o transporte de

cargas específicas e, até mesmo, para o transporte de passageiros. Esse benefício pode ser constatado ao verificar-se que um comboio duplo, a exemplo dos que navegam no rio Tietê, composto por quatro chatas e um empurrador, com capacidade de carga de 6.000 t e com apenas 150 m de comprimento, podendo substituir 2,9 comboios ferroviários, que totalizam 86 vagões e três locomotivas e ocupam 1,7 km de trilhos ou, ainda, substituir 172 carretas bitrem graneleiras que, em movimento, ocupariam 26 km de rodovias (DH-SP, 2005a).

Os modais de transporte contemplados neste estudo podem, ainda, ser analisados quanto aos custos da infra-estrutura necessária para que esses modais possam operar. O custo médio de construção de uma hidrovia é o menor dentre os demais modais, sendo este de US\$34.000/km, correspondente ao valor necessário para transformar um rio navegável em uma hidrovia. Esse modal é o de maior vida útil, apresentando, ainda, baixo custo de manutenção. O modal rodoviário, por sua vez, é intermediário quanto ao custo de construção, sendo este de US\$440.000/km, apresentando uma baixa vida útil, em torno de 20% daquela estimada para as hidrovias, ou, ainda, 1/3 da vida útil das ferrovias. O modal ferroviário, indicado como alternativa para o oneroso transporte rodoviário, tem um custo médio de construção bastante elevado, sendo de, em média, US\$1.400.000/km, o que significa um custo 3,2 vezes superior ao da construção de uma rodovia, com um custo de manutenção também elevado. Entretanto, esse modal possui vida útil três vezes maior que o da rodovia, indicando que o elevado custo inicial deve ser visualizado com um investimento de longo prazo (DH-SP, 2005a).

3. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, propõe-se uma breve revisão da bibliografia existente acerca de estudos que englobam análises locacionais e de transporte, sobretudo àqueles relacionados com os objetos deste trabalho, suínos e aves. Busca-se, ainda, apresentar o uso de metodologias alternativas para a solução desses problemas, bem como a amplitude de aplicações do modelo de redes capacitadas.

A localização eficiente e as dimensões ótimas das unidades armazenadoras de cereais a serem instaladas no Estado de Minas Gerais foi analisada por CRUZ (1990). A metodologia utilizada envolveu a resolução de um problema de localização em rede não-capacitada, visando à redução dos custos de transporte associados à instalação de novas unidades armazenadoras. Os resultados deste trabalho apontaram para a instalação de um maior número de armazéns com menor capacidade estática, em função da não-ocorrência de economias de escala no transporte da produção.

LOPES (1997), em seu trabalho de pesquisa, analisou a distribuição de granjas suinícolas no Estado de Goiás, com o intuito de determinar a de maior eficiência. O modelo de localização aplicado envolveu uma estrutura de programação inteira-mista, sendo consideradas como variáveis de análise o custo do transporte de grãos (milho e soja) até a granja, o custo do transporte de suínos até o abatedouro e o custo de transporte da carcaça suína até o mercado consumidor, em que o último é composto pelo Estado de Goiás, o Distrito

Federal e os municípios de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Foi observada uma tendência à implantação de granjas de grande porte, gerando economias de escala. A localização das granjas privilegiou a proximidade ao abatedouro, de modo a minimizar o custo do transporte de animais. Verificou-se também que, à medida que o consumo *per capita* aumentasse, cresceriam também as vantagens na localização mais ao sul de Goiás, em razão da redução da distância até os mercados consumidores, o que decorre do fato de o sul de Goiás estar mais próximo das principais capitais do Sudeste.

As limitações deste trabalho foram: a não-consideração dos diferenciais de preços dos grãos em cada uma das regiões; a não-consideração de vantagens, como isenção de impostos, doação de terrenos e outros benefícios; a não-consideração de partes dos estados adjacentes, o que contribuiria para melhor representatividade do estudo e maior precisão nas indicações do local de instalação de projetos agroindustriais; e, ainda, a não-consideração das exportações, para o que seria necessária a incorporação de outros modais, como ferrovias, além dos custos de transbordo dos diferentes portos.

Por meio do modelo weberiano de estudos de localização e utilizando técnicas de programação linear, MARTINS e CYPRIANO (1998) buscaram avaliar a localização espacial de agroindústrias de soja e trigo no Estado do Paraná pelo critério do mínimo custo total de transporte. No caso da soja, a realidade do Paraná era a concentração das indústrias a leste do estado, ou seja, junto com o mercado consumidor. No entanto, os resultados do modelo apontaram para uma reorientação das indústrias, de modo que a localização dessas a uma distância média entre o centro de produção e o centro consumidor tornaria possível uma redução de 18% nos custos totais de transporte. Observaram, ainda, que a localização das indústrias na região produtora de soja contribui para a redução do custo de transporte do grão, mas aumenta muito o custo de transporte dos derivados, dada a distância ao porto principal. No caso do trigo, como este é, em grande parte, importado da Argentina, foi verificado que a localização mais econômica seria próxima à fronteira do Brasil com a Argentina, dado que os menores custos de deslocamento do trigo em grão mais que compensariam os acréscimos nos gastos com a distribuição dos derivados.

MARTINS e CAIXETA FILHO (1998), por sua vez, estudaram o transporte de milho, soja, trigo e farelo de soja no Estado do Paraná, com vistas à expansão da participação relativa do modal ferroviário na matriz de transporte para os produtos selecionados. Para isso, foram construídos modelos de minimização de custo de transporte utilizando a técnica de programação linear, nos quais foram simuladas a implantação de novas ligações ferroviárias e avaliadas hipóteses alternativas de intermodalidade para as principais rotas de transporte daqueles produtos.

Comparativamente ao modelo de transporte vigente, o modelo apontou para uma intensificação do uso de ferrovias como forma de reduzir os custos totais de transporte no Paraná. Os resultados indicaram um aumento de 27% no volume de transporte por ferrovias, chegando a propor um aumento de 40% no tráfego ferroviário destinado a Paranaguá. Quanto ao transporte intermodal, este não se mostrou competitivo para os fluxos com origem e destino dentro do Estado, sendo vantajoso apenas para as rotas que partiam do estado em direção a São Paulo, como os 1.064 km percorridos a partir de Foz do Iguaçu, PR, e os 855 km a partir de Pato Branco, PR.

TALAMINI et al. (1998) analisaram o comportamento das atividades de suinocultura, avicultura e produção de grãos quanto às vantagens das novas regiões do Centro-Oeste, onde a produção de cereais se apresentava crescente e com preços baixos. Os determinantes da localização e da estrutura da agroindústria de aves e suínos foram selecionados com base na teoria da vantagem competitiva, sendo estes o custo de produção, o processamento e a distribuição, o potencial de realizar alianças estratégicas, os incentivos governamentais, a legislação ambiental, a capacidade da planta de abate, a densidade populacional, a aceitação legal e social e a infra-estrutura (financeira, grãos, serviços, ...).

A principal conclusão do referido trabalho foi a de que as regiões tradicionais na produção, por terem uma estrutura produtiva já montada, produção de grãos relativamente suficiente, boa qualidade da mão-de-obra familiar, maiores facilidades de exportação e um bom padrão sanitário continuarão detentores de vantagens competitivas. No entanto, os Estados do

Centro-Oeste tenderam a apresentar crescimento da produção consubstanciada nas suas vantagens comparativas (naturais), as quais, ao contrário das competitivas, são mais abundantes nessa região. Em nível de vantagem comparativa (custo de produção), verificou-se que não existem grandes diferenças regionais que possam remodelar a configuração geográfica dessas atividades no Brasil. No entanto, de acordo com as vantagens competitivas, existem razões para esse deslocamento, como melhor escala, logística e externalidades. Foi considerado ainda, em favor do Centro-Oeste, a maior facilidade de controle da produção de dejetos, principalmente no caso da suinocultura.

SABOYA (2001) investigou a dinâmica locacional das empresas dos complexos aves e suínos estabelecidas na Região Centro-Oeste brasileira. Para tal, pesquisou empiricamente os processos de decisão locacional, bem como os fatores-chave na escolha do local produtivo. Esses processos e fatores foram pesquisados por meio de dados primários obtidos via questionários, em que esses foram destinados aos abatedouros/frigoríficos estabelecidos na Região Centro-Oeste, com a indicação de que estes fossem respondidos por pessoas que tivessem participado do processo de decisão locacional.

A principal constatação dessa pesquisa foi a grande importância que desempenha o fator milho não apenas na atração das empresas, mas, ainda, como elemento naturalmente causador de atividades sinérgicas de agregação de valor a jusante da produção. A pressuposição inicial de que os preços mais baratos das matérias-primas não seriam suficientes para explicar o desenvolvimento das atividades avícola e suínica no Centro-Oeste teve que ser refutada, pelo fato de os empresários terem dado pouca importância aos outros vetores locais na escolha do local produtivo.

Dentre as empresas que objetivavam se dirigir para o Centro-Oeste, 67% delas, além de confirmarem a grande importância das matérias-primas, atribuíram importância para outras forças locais, como infra-estrutura, programas de desenvolvimento regional e incentivos fiscais, como forma de garantir a sustentação dos projetos, sendo estes considerados fatores auxiliares das decisões locais.

HELFAND e REZENDE (2003a) analisaram a vantagem competitiva da Região Centro-Oeste, no que se refere à produção de aves e suínos, *vis-à-vis* as Regiões Sudeste e Sul, considerando os menores preços de milho e soja, ou seja, o menor custo da ração. Para isso, foram analisados os diferenciais de preços desses grãos entre os estados no período de 1980/95 e estimados os fluxos de comércio de milho, de carne de aves e suína no mesmo período de análise.

Esses autores observaram que não houve evidência de êxodo em massa da produção de aves e suínos do Sul para o Centro-Oeste. Apesar de o Sul ter sete vezes mais estoques de aves que o Centro-Oeste, os estoques cresceram apenas marginalmente mais rápido no Centro-Oeste nos anos de 1990 (55 contra 50%). Quanto à análise dos diferenciais de preços, verificaram que poderia haver considerável redução de custos de produção em função de uma transferência da produção animal do Sudeste para o Centro-Oeste. No entanto, o mesmo não procede para uma mudança da produção animal do Sul para o Centro-Oeste, dado que a redução do custo da ração seria insuficiente para compensar o maior custo de transporte entre o Centro-Oeste e os mercados consumidores do Sudeste.

A determinação da localização de novas agroindústrias esmagadoras de soja no Estado do Mato Grosso, assim como a ampliação da capacidade de esmagamento das plantas já existentes, foi verificada por OLIVEIRA (2003). Neste trabalho, o referido autor realizou também um levantamento das principais rotas multimodais (rodo-hidro-ferroviárias) existentes e das rotas a serem implementadas no estado, quantificando, ainda, os efeitos sobre o custo total de distribuição de soja à medida que novos trechos (ferrovias) ou melhorias nas rodovias já existentes são introduzidos no modelo básico de transporte. O método utilizado foi o instrumental analítico da programação linear, sendo usado um modelo de redes capacitadas direcionado à solução do problema de localização, e outro aplicado ao problema de transporte.

Partindo da informação de que a pavimentação de rodovias, naquele estado, reduziria em 50% o frete, o autor verificou que a pavimentação das principais rodovias incluídas no modelo (1.092 km) implicaria redução de 1,62% do custo total de transporte da solução-padrão. Quanto à inclusão de ferrovias no modelo, foi verificado redução de 42,51% no custo total de distribuição,

decorrente da ampliação da Ferronorte 830 km. Finalmente, no tocante à abertura ou ampliação de agroindústrias, os resultados corroboraram a tendência de essas se localizarem próximas aos centros produtores de soja, o que seria uma forma de minimizar os custos de transporte de grãos.

Com vistas a analisar a competitividade da soja brasileira no mercado internacional, SILVA FILHO (2004) abordou os custos de transporte rodoviário como fator dessa competitividade. Este trabalho apresentou uma descrição da infra-estrutura de transportes (rodovias, ferrovias e hidrovias) dos três principais estados exportadores de soja, em 2002: Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, e destacou o fato de o transporte da soja em grão, desses estados até os principais portos marítimos de exportação do referido produto (Paranaguá, PR, Santos, SP, e Rio Grande, RS), estar fortemente concentrado no modal rodoviário, sob o qual pesam as péssimas condições de conservação das estradas. Mediante um modelo econométrico, foi averiguada a influência dos fretes rodoviários na formação do preço final de exportação da soja em grão, e, para tanto, foram utilizadas as estimativas de elasticidade de transmissão de preços. De acordo com os resultados desta pesquisa foi possível inferir, dentre outros, que um aumento de 1% nos preços dos fretes rodoviários elevaria o preço de exportação da soja em 0,19%, no Estado do Mato Grosso, principal exportador.

VASCONCELOS (2004), por sua vez, analisou os custos de transporte e localização ótima da agroindústria integradora de suínos e aves na Região Centro-Oeste brasileira. Objetivou indicar locais potenciais para instalações de novas agroindústrias, por meio da minimização dos custos de transporte das matérias-primas (milho em grão) e dos custos de transporte das carnes processadas ou semiprocessadas aos mercados consumidores finais. Embora reconhecida a existência de diversos fatores enquanto variáveis importantes na decisão locacional e dada a importância dos custos de transporte nesse contexto, essa foi a principal variável locacional utilizada no modelo.

A modelagem realizada no referido estudo valeu-se de uma das variações do Modelo de Localização em Redes Capacitadas, denominado “Problema das P-medianas Puro”, em que são utilizados apenas os custos de atendimento (custos variáveis), não sendo considerados os custos de abertura (custos fixos).

Os resultados obtidos variaram de acordo com o mercado consumidor a que se pretendia atender e com o número de plantas que se desejava abrir. Assim, visando ao atendimento dos mercados consumidores interno e externo e com a abertura de uma única planta, o modelo indicou o município-pólo de Primavera do Leste, MT. Em se tratando de duas plantas, os municípios-pólo indicados foram Cristalina, GO, e Ipameri, GO. Para o atendimento exclusivo do mercado externo, com uma única planta, e exportação via os Portos de Santos, SP, Paranaguá, PR, e Itajaí, SC, o local indicado foi o município de Cristalina, GO.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico utilizado nesta pesquisa é composto por teorias da localização, sendo as três principais desenvolvidas pelos economistas alemães Johann Heinrich Von Thünen⁷, Alfred Weber⁸ e August Lösch⁹, que vieram a acrescentar aos pensamentos da escola clássica problemas concernentes aos fenômenos espaciais. Além de descrevê-las, este capítulo contém uma análise comparativa entre estas teorias, apresentando, ainda, o Modelo de Isard-Moses de substituição de fatores, enquanto contribuição moderna para as teorias da localização.

4.1. Surgimento das teorias clássicas da economia espacial

As teorias econômicas que datam do início do séc. XIX foram construídas, principalmente, por teóricos ingleses, os quais criaram “leis” econômicas que refletiam as condições sociais, políticas e institucionais da Inglaterra, assim como os interesses do país no campo econômico. Observada a tendenciosidade dessas

⁷ Cujas obras datam de 1842 (LEME, 1982).

⁸ Obra original publicada em 1909 (LEME, 1982).

⁹ Obra original editada em 1936 (LEME, 1982).

teorias em favor da Inglaterra, os fundamentos teóricos dos clássicos ingleses passaram a ser contestados pelos autores alemães, que, por sua vez, adotaram uma posição que refletia as reações da Alemanha dependente, subdesenvolvida, agrária e feudal, bem como política, social e economicamente dividida do séc. XIX (FERREIRA, 1975).

Quanto ao pensamento de Von Thünen (teórico alemão), devem-se, ainda, as influências que as idéias cameralistas¹⁰ tiveram sobre ele, ao lado das de Adam Smith. Von Thünen procurou fazer distinção entre os pontos de vista cosmopolita e nacional. Defendeu a visão cosmopolita, de modo similar a Adam Smith, como essencial para o bem-estar econômico de todos os povos; e adicionou a validade da visão nacional sob certas condições, para assegurar o poder nacional.

De acordo com Isard, citado por FERREIRA (1975), os economistas da Escola Clássica¹¹ negligenciaram a dimensão espaço em seus estudos econômicos, excluindo de suas análises os problemas locacionais, tendo em vista alguns obstáculos que estes problemas lhes proporcionavam. Como os deslocamentos no espaço são descontínuos, com variações discretas, torna-se difícil a solução através do princípio da substituição (aparato que leva à maximização condicionada na teoria da alocação de recursos na análise econômica marginalista¹²). A economia espacial caracteriza-se, ainda, por imperfeições de mercado, dado que a própria distância pode conferir uma

¹⁰ O Cameralismo é uma variante do Mercantilismo difundida na Áustria e na Alemanha em meados do séc. XIX. Ao contrário dos mercantilistas, os cameralistas privilegiavam a centralização industrial e não a expansão comercial. Defendiam o aumento da população como forma de incrementar o produto nacional e estimulavam o mercado interno mediante incentivo ao consumo de produtos locais, visando depender menos das importações. A Inglaterra, nação mais industrializada da época, pregava o Mercantilismo, em que a indústria apresentava maior importância que a agricultura, e o comércio internacional era tido como a melhor forma de arrecadar riquezas, as quais se traduziam em acúmulo de metais preciosos (SANDRONI, 2002).

¹¹ Keynes delimitou como Escola Clássica o período após Ricardo, incluindo, por exemplo, as contribuições de John S. Mill (1806-1873), Walras (1834-1910), Marshall (1842-1924), Edgeworth (1845-1926), Pareto (1848-1923), Cassel (1886-1945) e Pigou (1877-1959) (HADDAD, 1989).

¹² Entende-se por Marginalismo a escola ou teoria econômica que define o valor dos bens a partir de um fator subjetivo, a utilidade, rompendo com a teoria clássica do valor-trabalho. Na margem, a produtividade de cada fator reflete seu valor, isto é, sua escassez relativa (SANDRONI, 2002).

proteção monopolística às firmas. Tal situação contraria a pressuposição clássica de que deve ocorrer uma equalização dos preços dos fatores, advinda do regime de concorrência perfeita e perfeita mobilidade dos fatores, admitindo-se custos nulos de transporte.

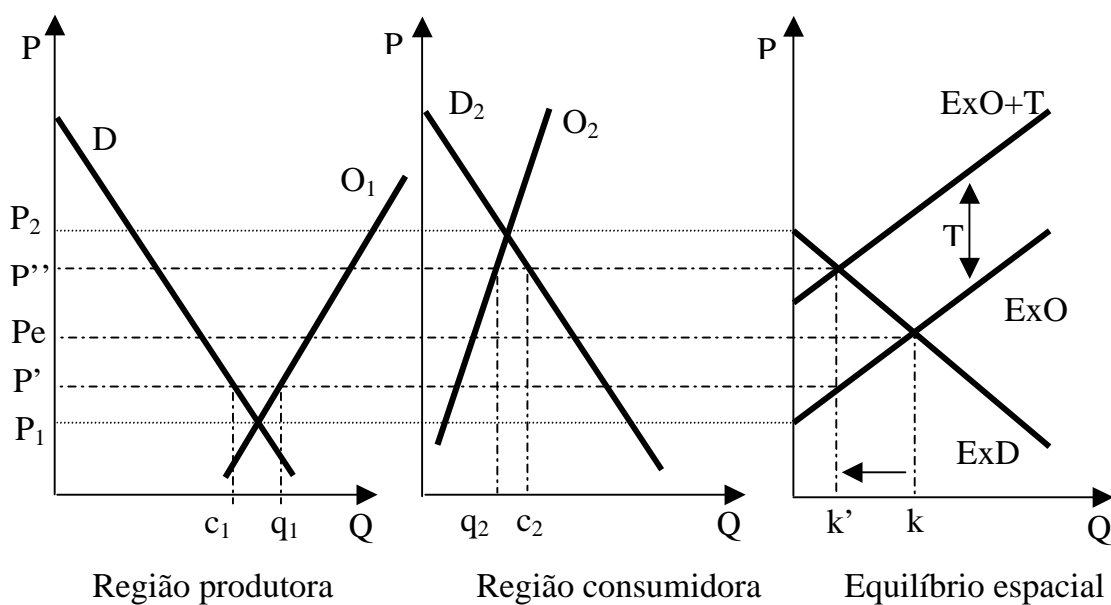
4.2. A teoria da localização agrícola de Von Thünen

A base desta teoria está na existência de uma quantidade limitada e, conseqüentemente, de um preço mais elevado do fator terra quando este está localizado mais próximo das cidades, ou seja, de um mercado consumidor central. À medida que esse fator dista desse ponto central, seu preço torna-se menor. O preço pago pela terra assume característica de “renda econômica”¹³. Quando a distância do mercado possui papel fundamental na determinação da renda, esta denomina-se “renda de situação” ou “renda de localização”. Na agricultura, as características topográficas e a fertilidade afetam o rendimento da terra, enquanto a distância influencia o preço FOB do produto comercial e industrial, bem como os custos de deslocamento dos consumidores (HADDAD, 1989).

Os três gráficos que compõem a Figura 4 ilustram o que ocorre com os preços de equilíbrio e com o volume de comércio, na presença do custo de transporte. Na ausência de comércio inter-regional vigoram os preços P_1 e P_2 nas regiões produtora e consumidora, respectivamente. Tal situação gera excesso de oferta (ExO) na região produtora e excesso de demanda (ExD) na região consumidora, o que estimula o comércio entre essas regiões, o qual é representado pelo cruzamento das curvas ExO e ExD, designando o comércio de k unidades do produto a um preço de equilíbrio P_e . Ao inserir o custo de transporte ocorre um deslocamento da curva de excesso de oferta, que passa a ser

¹³ A “renda econômica” é todo excedente que se adiciona a qualquer unidade de um fator de produção, além e acima da renda justamente necessária par manter essa unidade na sua ocupação (HADDAD, 1989).

representada por $(ExO + T)$. O novo ponto de equilíbrio indica os preços a serem praticados nas respectivas regiões, (P') e (P'') . Porém, para continuar havendo comércio, o produtor deverá receber menos e o consumidor deverá pagar mais, o que evidencia um volume de comércio (k') inferior àquele que ocorreria na ausência de custos de transporte (k) , ou seja, quanto menor o custo de transporte, maior o comércio inter-regional. Quanto à influência do custo de transporte no preço FOB (aquele que estará vigorando na região produtora), tem-se que, considerando constante o preço do produto no mercado consumidor e sendo a diferença entre os preços nas duas regiões exatamente igual ao custo de transporte, quanto maior o custo deste, menor o preço do produto na região produtora (AGUIAR, 2002).



Fonte: AGUIAR (2002)

Figura 4 – Equilíbrio espacial entre duas regiões com custo de transferência.

O ponto central desta teoria é que ela possibilita a determinação de um conjunto de culturas, em torno de um centro consumidor, que maximiza a renda da terra, sendo esta, em cada ponto, dependente da distância do mercado. Dado que cada produto possui um preço constante na cidade, a renda líquida que irá

permanecer com o produtor apresentará comportamento decrescente com o aumento da distância para a cidade, em razão do custo de transporte. Assim, se dois produtos distintos possuírem preços diferentes na cidade e se a redução de preço em virtude do aumento da distância for diferente para esses produtos, de modo que o produto com maior preço apresenta decréscimo mais acentuado com a distância, este será cultivado nas imediações da cidade, restando ao outro produto o cultivo em regiões mais distantes. Teoricamente, essas culturas formariam dois anéis concêntricos em torno da cidade, sendo o limite das áreas de cultivo os pontos em que as rendas líquidas dos dois produtos se igualam (AZZONI, 1982).

CLEMENTE e HIGACHI (2000) acrescentaram que Von Thünen considerou, em sua análise, uma região agrícola homogênea e isótropa¹⁴, circundando um centro de mercado, para então explicar o padrão de distribuição das atividades agrícolas.

O rendimento líquido da atividade (R) é dado por $R = (P - C) - TD$, em que P é o preço do produto no centro consumidor (preço CIF¹⁵), C o custo de produção, T o custo de transporte por unidade do produto por unidade de distância e D a distância ao centro de mercado.

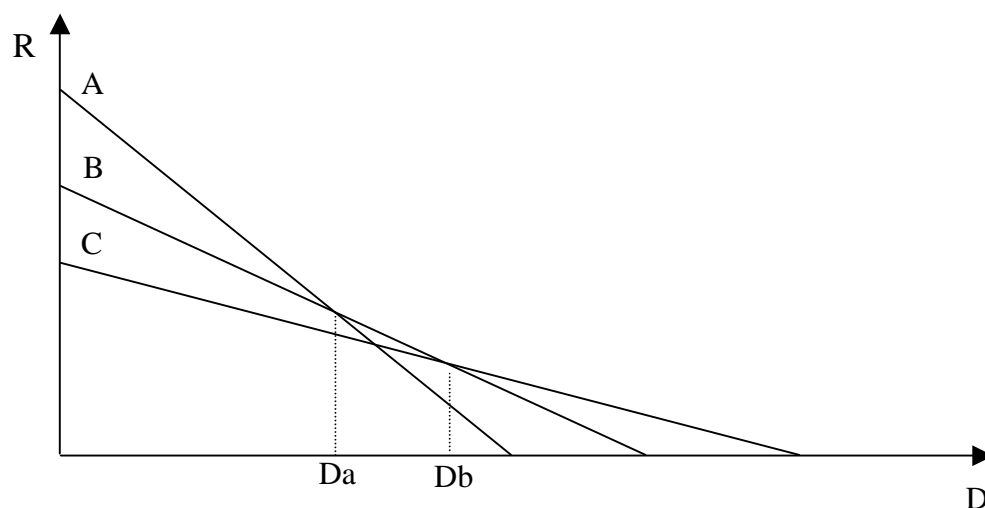
Considerando-se fixo o preço de mercado e supondo que a região agrícola seja homogênea e isótropa, P , C e T são constantes para cada produto. Tem-se, então, R apenas em função de D , o que se denomina gradiente de renda: $R = f(D)$.

Em razão dessas condições, tem-se a representação gráfica descrita na Figura 5, na qual se visualizam os gradientes de renda de três culturas, gerados com base nos pressupostos dessa teoria e que representam o padrão de localização dos produtos A, B e C. Contudo, ARAÚJO (1994) acrescentou que se

¹⁴ Isótropa é aquela que apresenta as mesmas propriedades, independentemente da direção.

¹⁵ CIF (Cost, Insurance and Freight). Expressão do comércio internacional que significa “custo, seguro e frete”. Nessa modalidade, o vendedor assume todos os custos necessários para transportar a mercadoria a seu destino designado, além de contratar seguro marítimo contra risco de perdas e danos (SANDRONI, 2002). A expressão também é utilizada no comércio entre regiões de um mesmo país em que, à figura do navio, pode-se fazer uma analogia aos demais meios de transporte.

podem imaginar, ainda, gradientes de renda convexos em relação à origem, ou seja, com o aumento da distância ao mercado, a renda sofre quedas cada vez menos acentuadas.



Fonte: CLEMENTE e HIGACHI (2000)

Figura 5 – Distribuição do uso do solo agrícola.

Caso a concorrência pelo uso da terra não existisse, quaisquer culturas ocupariam toda a extensão desde o centro do mercado até a distância em que o custo de transporte tornaria o lucro bruto da produção igual a zero. No entanto, as culturas concorrem por espaço físico, podendo-se observar que, a uma distância superior a D_a , o rendimento líquido obtido pelo produto B é superior aos demais, o que também é observado para o produto C, a partir do ponto D_b . Observados os critérios de homogeneidade¹⁶ e isotropismo da região agrícola, a Figura 5 pode ser rotacionada em torno do eixo vertical, dando origem aos Anéis de Von Thünen.

Segundo CLEMENTE e HIGACHI (2000), as culturas que ocupam anéis mais próximos proporcionam maior lucro bruto de produção por unidade de terra, sendo consideradas culturas nobres. As culturas que se localizam nos anéis

¹⁶ Enquanto um espaço isótopo se refere ao fato de que as facilidades ou dificuldades de comunicação – transporte – sejam as mesmas em todas as direções, a homogeneidade relaciona-se com a igual topografia e fertilidade das glebas em todas as direções, a partir de um mercado central. Por serem homogêneas e isótopas, as glebas diferenciam-se somente em relação à distância destas ao centro consumidor.

mais afastados apresentam menor rendimento bruto por unidade de terra, entretanto competem com base em seu baixo custo de transporte, o que lhes permite atingir o mercado.

Alguns pressupostos restritivos acerca da teoria de Von Thünen são descritos a seguir:

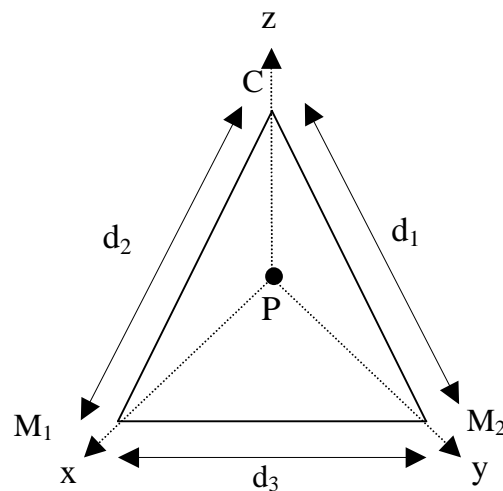
a) A fertilidade do solo e a qualidade e disponibilidade de transporte são consideradas uniformes em todas as direções, na área em questão; b) as tarifas de transporte são tratadas como valores proporcionais às distâncias percorridas; c) considera-se que as atividades agrícolas estejam localizadas no entorno de um centro urbano isolado e independente do resto do sistema econômico, com isso o setor agrícola abastece um único mercado; d) a relação dos produtores agrícolas com o centro urbano é puramente mercantil; e) as interdependências técnica e locacional das firmas não são consideradas no modelo; f) os fatores que levam à concentração das atividades no espaço geográfico não são considerados; g) o trabalho e o capital são completamente móveis e deslocam-se para as regiões onde são demandados; h) os fatores de produção estão disponíveis em qualquer quantidade e a preços constantes; i) os retornos à escala são tidos como constantes; e j) considera-se que exista grande número de unidades de produção e de consumo, donde se pressupõe a existência de concorrência perfeita.

É ainda importante salientar que, embora essa teoria tenha sido concebida para analisar o uso do solo agrícola, sua extrapolação para a análise da localização das demais atividades é perfeitamente possível. As atividades industriais, comerciais e de serviços também localizam-se, dentre outros, em função da renda locacional, em que, empresas que demandam maiores áreas em função de suas atividades produtivas buscam localizações mais distantes dos centros urbanos, enquanto outras, que em pequenas áreas podem gerar um lucro elevado, podem localizar-se em espaços mais centrais.

4.3. A teoria weberiana da localização industrial

Alfred Weber iniciou seu estudo quanto ao ponto ótimo de localização mediante a análise dos custos de transporte, e esse custo apresenta, nessa teoria, papel crucial na determinação da localização das atividades industriais. Esses custos são uma função do peso físico do produto e da distância a ser percorrida. Pelo triângulo locacional representado na Figura 6, esse autor determinou o ponto de custo mínimo de transporte e utilizou, para tanto, em sua análise um caso simplificado, em que se tem um ponto comum de consumo e dois depósitos de matérias-primas (HADDAD, 1989).

Tem-se que C é ponto de consumo; M_1 , fonte de matérias-primas 1; M_2 , fonte de matérias-primas 2; P, ponto de custo total e de transporte, mínimos; d_1 , d_2 e d_3 , distâncias respectivas entre os três pontos; e x, y e z, vetores que representam as forças de atração das fontes de matérias-primas 1 e 2 e do mercado C.



Fonte: HADDAD (1989)

Figura 6 – Triângulo locacional de Weber.

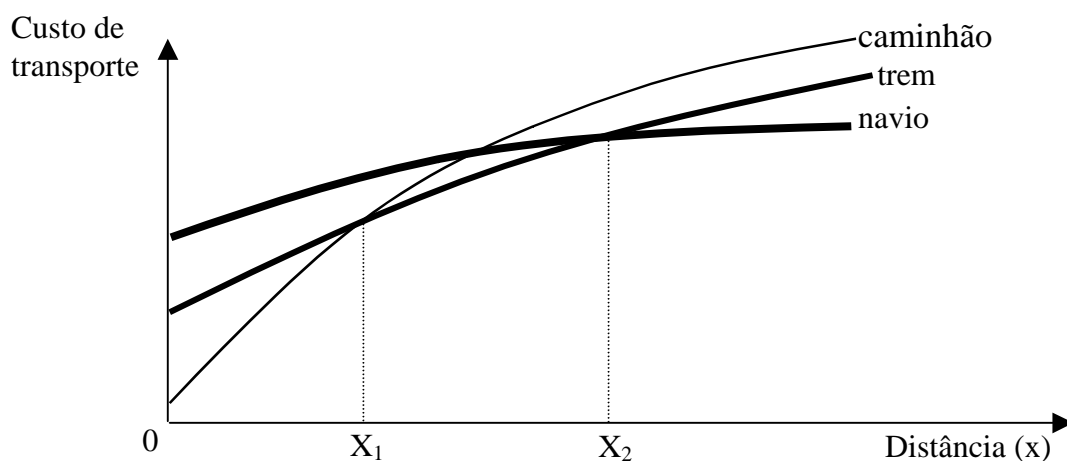
Os pontos C, M_1 e M_2 criam forças de atração nas respectivas direções, proporcionais ao peso por unidade do produto final a ser transportado para o local de produção e do local de produção para o mercado. O ponto no qual o total de toneladas/quilômetro referentes ao transporte de matérias-primas para o local

de produção e do produto final para o mercado é mínimo denomina-se localização de custo mínimo.

Via de regra, os custos de transporte são resultantes de tarifas não-proporcionais, ou seja, que se reduzem, em valor unitário, com o aumento da distância a ser percorrida. Esse comportamento conduz ao surgimento de uma representação curvilínea dos custos de transporte, como observado na Figura 7. Verifica-se, de acordo com essas curvas, que o modal ótimo a ser utilizado ou, ainda, o meio de transporte de menor custo são definidos em função da distância a ser percorrida. Isso ocorre em razão de existirem diferenças significativas nos custos dos terminais de carregamento e na estrutura das tarifas, para módulos de transporte diferentes, decorrentes de características peculiares a cada um dos modais.

Verifica-se, no percurso OX_1 , que a inclinação da curva referente ao modal rodoviário é maior que a dos demais modais, o que indica que as tarifas por unidade de distância, cobradas por caminhões, são superiores àquelas praticadas por trens e navios. No entanto, como a distância percorrida é pequena, as tarifas elevadas são compensadas pelos menores custos dos terminais, o que implica menor custo total de transporte para o modal rodoviário.

Nas distâncias superiores a X_1 e inferiores a X_2 , o transporte ferroviário é o mais recomendado, enquanto para o deslocamento de cargas a uma distância superior a X_2 o transporte por navios torna-se mais econômico. Neste último, tem-se que o elevado custo dos terminais (portos) é diluído pelas elevadas distâncias percorridas, o que torna o seu custo unitário inferior aos dos demais modais.



Fonte: HADDAD (1989)

Figura 7 – Curvas de custo total de transporte para três módulos clássicos de transporte de carga: caminhão, trem e navio.

FERREIRA (1996) e HADDAD (1989) evidenciaram alguns pressupostos restritivos na análise locacional weberiana, a saber: a localização dos pontos de consumo e a demanda são constantes, e o preço é fixo para o produtor, ou seja, a demanda é perfeitamente elástica; os custos operacionais são invariantes em relação à localização alternativa; os preços das mercadorias são homogêneos no espaço; há exclusão do efeito sobre a decisão locacional dos preços relativos dos insumos, dado que os coeficientes são fixos e constantes; a demanda de matérias-primas é infinitamente elástica; são dados os locais onde a mão-de-obra é disponível, sendo esta infinitamente elástica, a dada taxa de salários; há exclusão dos fatores locais extra-econômicos; pressupõe-se perfeito conhecimento do mercado, o que implica disponibilidade total de informações e decisões dos agentes econômicos que são tomadas em um ambiente livre de riscos e incertezas; há inexistência de vantagens monopolistas decorrentes da localização; e as matérias-primas não são ubíquas¹⁷.

COSENZA e NASCIMENTO (1975) ressaltaram outros fatores importantes para a localização de uma indústria, além do já considerado custo de

¹⁷ Entende-se por ubíquo aquilo que está ao mesmo tempo presente em toda parte.

transporte. Torna-se necessária a definição de critérios que permitam abranger maior número de características regionais, relevantes à decisão locacional, e ponderar essas características segundo uma ordem de importância previamente estabelecida.

Devem ser considerados os seguintes fatores: distribuição da população no território, visando à facilidade do recrutamento de mão-de-obra; atual distribuição da atividade industrial no território em estudo, considerando-se como unidade de medida o número de pessoas ocupadas nas indústrias; características topográficas da região; existência de um sistema de infra-estrutura apropriado, como rodovias, ferrovias, hidrovias, portos, fornecimento de energia elétrica e outros; consideração dos usos alternativos do território, evitando que a atividade industrial entre em conflito com quaisquer outras formas de uso territorial, atual ou potencial.

4.4. As regiões econômicas de August Lösch

Segundo FIGUEIREDO (1998), a teoria da organização das regiões, desenvolvida por Lösch, considera estritamente o aspecto econômico do problema locacional. Essa teoria apresenta as seguintes hipóteses básicas: as matérias-primas e os insumos necessários à produção são ubíquos; há uniformidade nas condições de transporte; a população está distribuída uniformemente no espaço; as rendas, os gostos e as preferências de consumo são uniformes; há uniformidade do conhecimento da tecnologia; há interdependência locacional; e o mercado opera em regime de concorrência imperfeita, sendo possível a obtenção de economias de escala, com aumento da procura global.

De acordo com CLEMENTE (1994), a principal preocupação de Lösch era desenvolver um modelo de equilíbrio geral do espaço, que servisse de orientação básica para o planejamento da melhor localização. Ao contrário de seus antecessores, considerou que a escolha locacional deva almejar o maior lucro possível e não o menor custo. Para isso, são introduzidas nas análises as

variações espaciais de demanda, o que indica que o sistema de isodapanas¹⁸, de Weber, poderia conduzir ao engano ao desconsiderá-las.

Essa teoria busca responder em que condições determinado produto será vendido e qual será a sua área de mercado. Para isso, inicia-se com uma análise da curva de demanda espacial que dá origem ao chamado cone de demanda, apresentado na Figura 8 e discutido nos parágrafos subseqüentes.

A hipotenusa do triângulo hachurado corresponde à curva de demanda espacial de determinado produto (Figura 8), na qual os eixos estão invertidos, ou seja, o eixo das abscissas (C) corresponde ao preço CIF acrescido dos custos de transporte, e o eixo das ordenadas (Q) representa a quantidade demandada por unidade de tempo.

Partindo da hipótese da uniformidade nas condições de transporte, podem-se realizar vendas em todas as direções aplicando a mesma tarifa. Assim, é possível gerar um “cone de demanda”, girando-se o eixo dos custos em torno do eixo das quantidades. A área PFQ representa as vendas totais em função do preço P, ao longo de uma extensão linear de mercado (PF). O segmento PF representa ainda o custo de transporte “crítico”, ou seja, aquele que torna o produto gravoso, a ponto de reduzir a zero a quantidade vendida. Essa distância corresponde ao raio do círculo, que é a metade da base do cone de revolução.

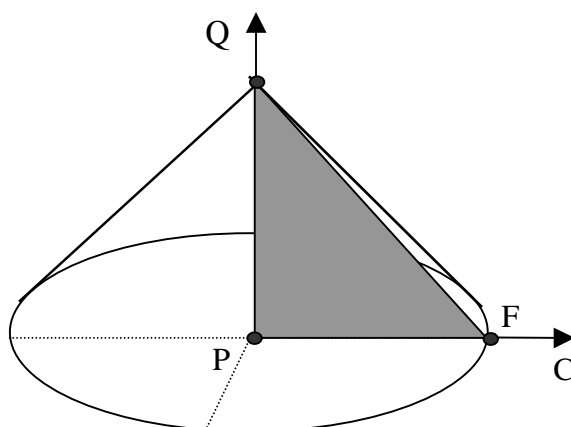
O volume do cone de demanda de Lösch, multiplicado pela densidade da população por km^2 , gera a quantidade total de vendas do produto, dado o preço na fábrica e dada a tarifa de transporte por unidade de distância. Tendo em vista o conhecimento da curva de demanda da firma, é fácil visualizar no mesmo gráfico a curva de custo médio de longo prazo (CMLP). O fato é que a firma só poderá produzir para o mercado quando sua curva de CMLP interceptar ou tangenciar a curva de demanda. Quando esse evento não ocorrer, o produto de determinada firma não será comercializável, ou porque o custo de transporte é muito elevado, ou devido às vantagens de produção em larga escala, que tornam uma produção

¹⁸ As isodapanas são o lugar geométrico dos pontos de iguais acréscimos de custo de transporte a partir do custo total de transporte mínimo. São, ainda, as linhas que ligam os pontos nos quais a soma dos custos de transporte de reunião e distribuição são iguais (HADDAD, 1989).

pequena antieconômica.

A essência das regiões econômicas, de Lösch, é verificada pelo equilíbrio de longo prazo das firmas em concorrência monopolística, com o surgimento de novas firmas. Atinge-se o equilíbrio com fatores substituíveis e curvas de custos côncavas, ou com coeficientes fixos e rendimentos de escala variáveis.

A concorrência monopolística é, normalmente, oriunda da diferenciação física do produto, ou de suas características peculiares de venda, como embalagens, marcas famosas e outras. No entanto, ao inserir a dimensão espacial, a diferenciação do produto, que promove estrutura de concorrência monopolística, será fruto da acessibilidade. O fato é que a acessibilidade dos consumidores à fonte de abastecimento de dado produto, em dada localização, difere da acessibilidade dos consumidores a outras fontes de abastecimento do mesmo produto.



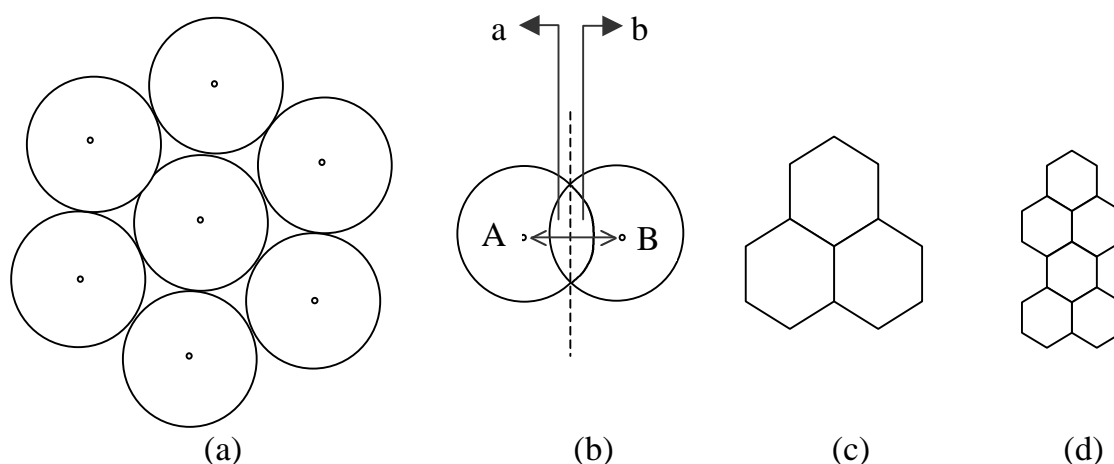
Fonte: HADDAD (1989)

Figura 8 – Cone de demanda.

A presença de uma única firma promove um lucro extraordinário, que induz à entrada de novas firmas no mercado. Admitindo-se que a região seja uniforme, que os insumos sejam ubíquos e que a população esteja uniformemente distribuída, como já abordado, as firmas distribuem-se em áreas circulares que tendem a se tangenciar, gerando espaços vazios, ou interstícios, como apresentado na Figura 9a. Como alguns consumidores não estão sendo atendidos, propõe-se que as áreas circulares se sobreponham, como na Figura 9b. Ocorre que os consumidores na área de interseção “a” irão preferir adquirir o produto na

região mais próxima A, enquanto os consumidores de “b” irão preferir abastecer-se em B.

A partir desse ponto, a teoria conclui que a forma hexagonal seria a mais apropriada para as áreas de mercado, como apresentado na Figura 9c, gerando maior número de vendas e abastecendo os consumidores com menor custo de deslocamento. Tem-se, ainda, uma última modificação nas áreas de mercado não no que diz respeito às suas formas, mas às dimensões. Ocorre que a disputa de mercado entre as firmas promove redução da demanda individual, que se desloca para a posição de equilíbrio de longo prazo. Essa redução na demanda promove uma alteração do “cone de demanda”, de Lösch, determinando áreas de mercado menores, no longo prazo. As dimensões dessas áreas dependerão da estrutura de custo das firmas e das tarifas de transporte (HADDAD, 1989).



Fonte: Modificado de HADDAD (1989)

Figura 9 – Transição das áreas de mercado de círculos para hexágonos.

4.5. Análise comparativa das três principais teorias da localização

Enquanto a teoria da localização agrícola, de von Thünen, procura responder quais atividades deverão estar localizadas em dada região, a teoria weberiana da localização visa responder onde se localizará dada atividade industrial. Nessa teoria, três fatores essenciais influenciam a decisão locacional,

sendo dois fatores regionais – o custo de transporte e o custo de mão-de-obra – e um terceiro fator, de âmbito local, composto pelas forças de aglomeração e desaglomeração.

FERREIRA (1996) e LEMOS (1988), ao abordarem o modelo löschiano, consideraram a interdependência locacional como um avanço desse modelo em relação às duas teorias anteriormente apresentadas. O modelo de Lösch pode ainda ser considerado complementar ao de Von Thünen, ao salientar a essência aglomerativa das atividades econômicas, enquanto o último enfatiza os aspectos desaglomerativos. Para Lösch, é possível verificar, entre as regiões, economias externas a uma empresa, as quais beneficiam a instalação de novas empresas, próximas a ela, que passarão a usufruir de externalidades.

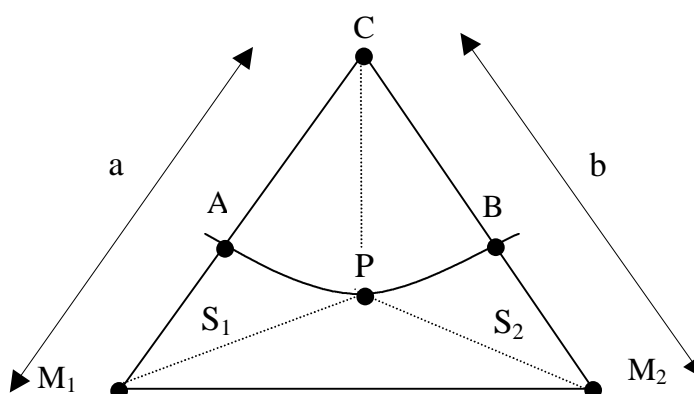
De acordo com SIMÕES (1989), na comparação da abordagem dos três autores, pode-se determinar um padrão de localização industrial. Com relação às indústrias que se localizam orientadas pelo mercado consumidor ou pela fonte de matérias-primas, diz-se que elas seguem um padrão de localização weberiano. Já as empresas que se localizam em função da renda fundiária – fator desaglomerativo – e que buscam localização ótima, tendo em vista uma comparação entre suas características produtivas e o preço terra, são caracterizadas como as que seguem um padrão von thüniano de localização. Por último, estão as empresas que se orientam pelas complementaridades e economias de aglomeração e, que, portanto, seguem um padrão löschiano de localização industrial.

Segundo LEME (1982), a teoria clássica da localização passou por uma revolução, em tempos mais recentes, ao incorporar instrumentos metodológicos desenvolvidos em outros campos da ciência, contribuindo para maior precisão, maior número de variáveis envolvidas e maior velocidade no processamento das soluções, o que torna o processo de pesquisa mais eficiente. Algumas dessas inovações são o uso de matrizes de entrada e saída, de Leontieff, a teoria estatística da decisão, a teoria dos jogos, a álgebra simbólica e a programação linear, sendo esta última a metodologia escolhida para este trabalho.

4.6. Contribuições modernas às teorias da localização: o Modelo de Isard-Moses de substituição de fatores

De acordo com HADDAD (1989), o Modelo de Isard-Moses consiste na integração das teorias fundamentais da localização com a teoria da produção neoclássica, com o uso de funções de produção que admitem substituições entre fatores. Por meio desse modelo, chega-se à conclusão de que a obtenção do máximo lucro exige um ajustamento adequado do nível de produção, da combinação de insumos (inclusive os insumos de transporte), da localização da empresa e do preço de venda do produto final.

Nesse modelo, parte-se do princípio de que qualquer dos pontos considerados como localizações possíveis do empreendimento possui a mesma distância do mercado consumidor C, o que implica igual custo de transporte do produto final para toda e qualquer localização sobre o arco AB, representado na Figura 10.



Fonte: HADDAD (1989)

Figura 10 – Triângulo locacional de Isard-Moses.

Dada a hipótese do custo de transporte do produto final constante¹⁹, é possível resolver o problema da substituição de fatores afetados por variações

¹⁹ Em HADDAD (1989), é apresentado, ainda, um modelo alternativo, no qual a distância do local de produção do produto final até o mercado consumidor é variável.

nos custos de transporte. A solução para tal proposição dá-se por meio da análise das mudanças nas razões dos preços entre os insumos M_1 e M_2 , nas diversas localizações possíveis para o empreendimento. Possíveis alterações na localização do bem final terão sempre como conseqüências a manutenção da distância deste até o centro consumidor, o aumento da distância da fonte de um dos insumos até a indústria e a conseqüente diminuição da distância da fonte do outro insumo até essa fábrica, o que modifica a razão entre os preços de entrega dos insumos, ou seja:

$$\frac{P_1'}{P_2'} = \frac{P_1 + r_1s_1}{P_2 + r_2s_2}$$

em que:

P_1' = preço do insumo M_1 entregue em dado local de produção do produto final
($P_1 + r_1s_1$);

P_2' = preço do insumo M_2 entregue em dado local de produção do produto final
($P_2 + r_2s_2$);

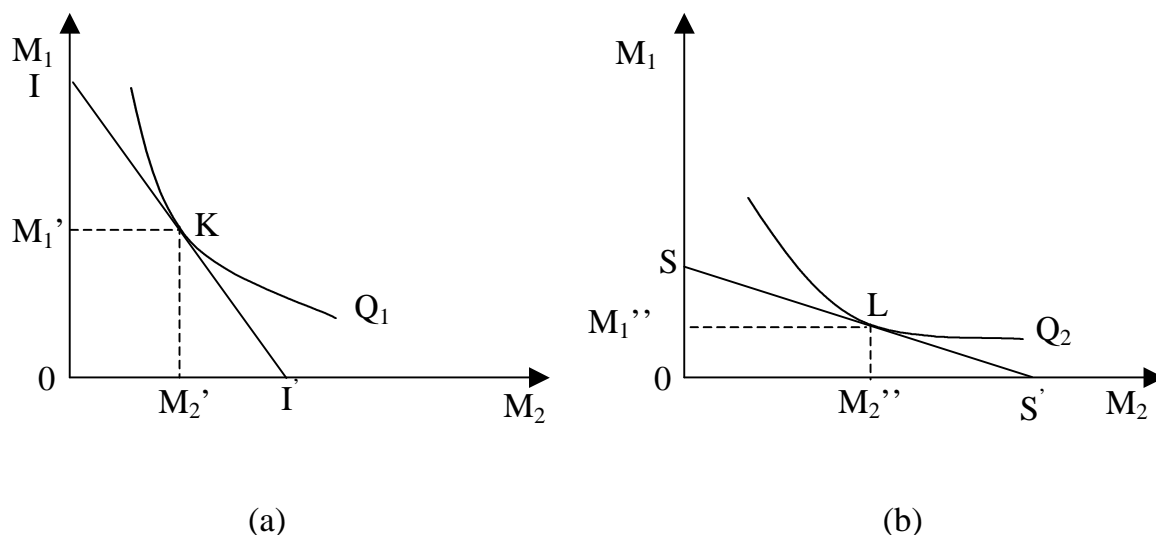
P_1 e P_2 = preços dos insumos M_1 e M_2 na fonte;

r_1 e r_2 = tarifas de transporte de M_1 e M_2 ; e

s_1 e s_2 = distância de M_1 e M_2 a dado local de produção do produto final.

A razão dos preços corresponde à inclinação constante do conjunto de isocustos, quando a produção está localizada no ponto P. Porém, cada ponto específico no arco AB corresponde a uma razão específica entre os preços de entrega dos insumos até esse ponto. A razão entre os preços de entrega determina a inclinação do sistema de isocustos relativo a cada ponto.

Na Figura 11 estão representados os níveis ótimos de produção das produções localizadas nos pontos A e B, respectivamente.



Fonte: HADDAD (1989)

Figura 11 - Isocusto e nível ótimo de produção com a localização no ponto A e no ponto B da Figura 10.

No caso de a indústria localizar-se no ponto A (Figura 10), tem-se no ponto K que a taxa marginal de substituição (TMS) das despesas é igual à TMS dos insumos, e, para dada isocusto II' , tem-se que a produção máxima ocorrerá no nível Q_1 , empregando M_1' unidades do fator M_1 e M_2' unidades do fator M_2 . Considerando-se, agora, a localização da indústria no ponto B, o ponto L é aquele no qual a TMS das despesas é igual à TMS dos insumos. Desse modo, caso a isocusto seja SS' , a produção máxima deverá ser em Q_2 , utilizando M_1'' do fator M_1 e M_2'' do fator M_2 .

Como as curvas de isocusto II' e SS' fazem referência a um mesmo valor monetário e Q_2 é maior que Q_1 , haveria maior vantagem econômica para a empresa localizar-se no ponto B (desconsiderando o fato de que a maximização da receita bruta depende da elasticidade-preço da demanda). Observou-se, ainda, que na localização A o preço de entrega do insumo M_1 é menor que o de M_2 , sendo, portanto, mais vantajoso utilizar uma quantidade relativa maior do insumo M_1 ; situação inversa é verificada na localização B.

Se forem considerados todos os possíveis pontos de localização ao longo do arco AB, tem-se uma curva de isocusto convexa em relação à origem, a qual

Moses, citado por HADDAD (1989), denominou “curva locacional de isocusto”. Considerando ainda vários níveis de gastos por parte da empresa, tem-se um mapa das curvas locacionais de isocustos que, combinado com um mapa de isoquantas, revela o caminho de expansão da firma. Com isso, nota-se que a decisão locacional também é influenciada pelo volume de produção planejado; sendo este dependente das condições de mercado, tem-se que as decisões locacionais não podem considerar apenas os aspectos pertinentes à oferta.

5. METODOLOGIA

O instrumental analítico utilizado neste trabalho foi o modelo de redes capacitadas, o qual tem sido apontado como um dos mais adequados para localização de pontos de estrangulamento num sistema ou para estimar o efeito quantitativo de melhoramentos alternativos em uma rede de transporte. Nesse modelo, a função objetivo capta os custos de transporte que refletem os anéis de Von Thünen e os custos de abertura, relacionados com as forças aglomerativas de Weber. A teoria de August Lösch, que considera as variações espaciais da demanda, é aplicada ao se submeter o modelo de localização a uma situação em que as plantas serão localizadas para atender a mercados consumidores específicos.

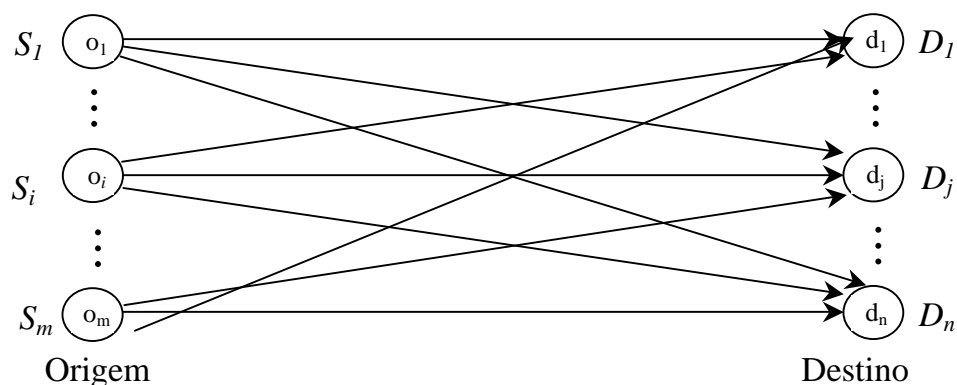
5.1. Modelagem do problema de transporte de múltiplas *commodities* por meio das redes capacitadas

Problemas de transportes consistem na escolha de uma rede de distribuição de dado produto, de centros produtores para centros consumidores, tornando mínimo o custo total de transporte. Com isso, a função objetivo a ser otimizada é representada por uma função linear do custo total de transporte, na qual as variáveis são as quantidades a serem transportadas de cada centro de

oferta para cada centro de demanda. Para isso, é necessário supor que o conjunto de fatores determinantes do custo total de transporte de cada produto possa ser agrupado em apenas um parâmetro de proporcionalidade, em relação às quantidades transportadas (ANDRADE et al., 1998).

No que diz respeito às restrições do Algoritmo de Transporte, esses autores enfatizaram que elas podem ser de oferta ou de demanda, em que a demanda de cada centro consumidor deve ser satisfeita, observadas as disponibilidades do produto em cada centro de oferta. A característica aditiva embutida nessas restrições indica a presença de linearidade também nas restrições do modelo.

BAZARAA et al. (1990) definiram o problema de transporte de forma mais detalhada, como ilustrado na Figura 12. Consideraram a existência de m pontos de origem, dentre os quais um ponto i apresenta uma oferta de S_i unidades de um produto específico (uma *commodity*, por exemplo). Adicionalmente, existem n pontos de destino onde cada ponto j requer D_j unidades do produto. Associado a cada arco (i, j) , sendo i a origem e j o destino, representado pelas setas unidirecionais, está um custo unitário de transporte c_{ij} . O problema de transporte está em determinar um possível padrão de transporte das origens para os destinos, que minimize o custo total de se transportar o produto.



Fonte: BAZARAA et al. (1990)

Figura 12 – Ilustração do problema de transporte.

Na modelagem matemática do problema de transporte, considera-se x_{ij} o número de unidades a ser transportada ao longo do arco (i, j) , do ponto de origem

i para o ponto de destino j . Admite-se, adicionalmente, que o problema de transporte esteja em equilíbrio, ou seja, que a oferta total deva ser igual à demanda total:

$$\sum_{i=1}^m S_i = \sum_{j=1}^n D_j$$

PUCCINI (1985) salientou que, em algumas situações, essa igualdade pode não prevalecer, sendo necessário incorporar ao modelo termos que representem essa nova situação. Nos casos em que a oferta é maior que a demanda, acrescenta-se nas restrições um ponto de demanda fictício, o qual irá demandar o exato valor da diferença entre a oferta total e a demanda total. Como esse ponto de demanda não existe, o excedente ficará, realmente, armazenado nos pontos de oferta existentes. Quando ocorre a situação oposta, em que a demanda é maior que a oferta, cria-se um ponto de oferta imaginário, o qual irá ofertar a exata diferença entre a demanda total e a oferta total. Entretanto, admitindo-se o critério de igualdade entre oferta e demanda totais, o modelo de programação linear para o problema de transporte pode ser representado como em BAZAARA et al. (1990):

Minimizar (função objetivo)

$$\begin{aligned} CT = & c_{11}^1 x_{11}^1 + \Lambda + c_{1n}^1 x_{1n}^1 + c_{21}^1 x_{21}^1 + \Lambda + c_{2n}^1 x_{2n}^1 + \Lambda + c_{m1}^1 x_{m1}^1 + \Lambda + c_{mn}^1 x_{mn}^1 + \\ & c_{11}^2 x_{11}^2 + \Lambda + c_{1n}^2 x_{1n}^2 + c_{21}^2 x_{21}^2 + \Lambda + c_{2n}^2 x_{2n}^2 + \Lambda + c_{m1}^2 x_{m1}^2 + \Lambda + c_{mn}^2 x_{mn}^2 + \\ & c_{11}^k x_{11}^k + \Lambda + c_{1n}^k x_{1n}^k + c_{21}^k x_{21}^k + \Lambda + c_{2n}^k x_{2n}^k + \Lambda + c_{m1}^k x_{m1}^k + \Lambda + c_{mn}^k x_{mn}^k \end{aligned}$$

Sujeito a (restrições):

$$\begin{array}{rcccc}
 x_{11}^{\mu} + \Lambda & + x_{1n}^{\mu} & & & = S_1^{\mu} \\
 & & x_{21}^{\mu} + \Lambda & + x_{2n}^{\mu} & = S_2^{\mu} \\
 & & O & & M \\
 & & & & x_{m1}^{\mu} + \Lambda & + x_{mn}^{\mu} = S_m^{\mu} \\
 x_{11}^{\mu} + x_{21}^{\mu} & & \Lambda & & + x_{m1}^{\mu} & = D_1^{\mu} \\
 O & & O & & O & M \\
 x_{1n}^{\mu} & & + x_{2n}^{\mu} & & M & + x_{mn}^{\mu} = D_n^{\mu} \\
 x_{11}^{\mu, \Lambda}, x_{1n}^{\mu} & & x_{21}^{\mu, \Lambda}, x_{2n}^{\mu} & & x_{m1}^{\mu, \Lambda}, & x_{mn}^{\mu} \geq 0
 \end{array}$$

para todo $\mu = 1, 2, \dots, k$.

Tal modelo pode ainda ser representado, de maneira reduzida, como a seguir:

$$\text{Minimizar: } CT = \sum_{\mu=1}^K \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N C_{ij}^{\mu} X_{ij}^{\mu}, \text{ para todo } i \text{ e } j.$$

sujeito a:

$$L_{ij}^{\mu} \leq X_{ij}^{\mu} \leq U_{ij}^{\mu} \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^M X_{ji}^{\mu} - \sum_{j=1}^N X_{ij}^{\mu} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{e } \mu = 1, 2, \dots, k \tag{2}$$

$$X_{ij}^m \geq 0, \text{ para todos } i(s), j(s) \text{ e } \mu(s) \tag{3}$$

em que:

CT = custo total de transferência do conjunto de fluxos máximos X_{ij}^m , incluindo os custos relativos com transporte, armazenagem e demais custos considerados no modelo, em R\$;

C_{ij}^m = custo unitário de transferência do produto μ , da região i para a região j , em R\$/t;

X_{ij}^m = quantidade transportada do produto μ , da região i para a região j , em t;

U_{ij}^m = limite superior da quantidade do produto μ a ser transferida da região i para a região j , em t ; e

L_{ij}^m = limite inferior da quantidade do produto μ a ser transferida da região i para a região j , em t .

Assim, a função objetivo consiste em minimizar o custo total de transferência dos fluxos da região i para a região j ; a restrição (1) indica que a quantidade do(s) produto(s) em questão, a ser transferido através da rede, deve estar contida dentro dos limites estabelecidos pelos parâmetros U_{ij}^m e L_{ij}^m , em cada arco; a restrição (2) está relacionada com o princípio da conservação do fluxo, estabelecendo que o total dos fluxos que chegam a um nó deve ser igual à soma dos fluxos que saem desse mesmo nó; e a restrição (3) indica que as quantidades X_{ij}^m devem apresentar valores positivos e não-nulos.

Os modelos de transporte e localização estão relacionados, não sendo modelos independentes. A localização ótima, determinada no modelo de localização, é inserida como nó no modelo de transporte. Esse modelo utiliza a localização mais eficiente para aves e suínos e as possibilidades de compra e transporte de milho de outras áreas, com o intuito de encontrar a melhor solução de transporte.

Uma solução de transporte mais eficiente deve apresentar um custo total menor que o da solução-base, ou seja, daquela que vigora no país. Após o conhecimento dessa solução, para recomendar sua aplicação é necessária uma análise de viabilidade econômica, em que se deve proceder a uma comparação entre o custo de construção e manutenção das novas vias de escoamento e à redução proporcionada no custo total de transporte. Entretanto, essa análise de viabilidade econômica não será realizada nesta pesquisa.

5.2. Modelagem do problema de localização através das redes capacitadas

O problema de localização pode ser resolvido, matematicamente, pelo uso de Programação Inteira, por meio de uma variação do modelo de transporte original. Tal ferramenta é empregada, de maneira eficiente, na determinação de pontos ótimos para a instalação de indústrias, centrais de armazenagem ou pontos de transbordo. O conhecimento dessas informações permite orientar investidores dos setores público e privado, visando ao desenvolvimento regional ao menor custo possível, o que implica aumento potencial da competitividade dos setores envolvidos.

O modelo utilizado para solucionar problemas de localização discreta de instalações, apresentado por SANTOS (1990) e modificado para os propósitos deste trabalho, é o que se segue:

Minimizar: $Z =$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (C_{ij} + P_i) X_{ij} + \sum_{e=1}^w \sum_{j=1}^n (C_{ej} + P_e) X_{ej} + \sum_{j=1}^n \sum_{d=1}^t C_{jd} X_{jd} + \sum_{j=1}^n F_j Y_j$$

sujeito a:

$$\sum_{d=1}^t D_d X_{jd} \leq Q_j Y_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{jd} = 1, \quad d = 1, 2, \dots, t \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = q_j Y_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{e=1}^w X_{ej} = q_j^* Y_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = q_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ej} = q_e, \quad e = 1, 2, \dots, w \quad (9)$$

$$0 \leq X_{ij} \leq 1, \text{ para todo } i, j \quad (10)$$

$$0 \leq X_{ej} \leq 1, \text{ para todo } e, j \quad (11)$$

$$Y_j \in \{0, 1\}, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

em que:

Z = custo total;

i = indexa o conjunto de locais que representam os pólos produtores de milho;

j = indexa o conjunto de locais que representam os pólos candidatos a receber instalações de abate e processamento de aves e suínos;

d = indexa o conjunto dos locais que representam os pólos consumidores de carnes de aves e de suínos;

D_d = quantidade demandada pelo cliente d ;

C_{ij} = custo unitário de transporte de milho entre os pontos i e j , sendo $C_{ij} \geq 0$;

C_{jd} = custo unitário de transporte de carnes entre os pontos j e d , sendo $C_{jd} \geq 0$;

C_{ej} = custo unitário de transporte do farelo de soja entre os pontos e e j , sendo $C_{ej} \geq 0$;

P_i = preço unitário de aquisição do milho na região de oferta i ;

P_e = preço unitário de aquisição do farelo de soja na esmagadora e ;

X_{ij} = fração da quantidade demandada de milho em j que é atendida pela região produtora i , sendo $0 \leq X_{ij} \leq 1$;

X_{ej} = fração da quantidade demandada de farelo de soja em j que é atendida pela esmagadora e , sendo $0 \leq X_{ej} \leq 1$;

X_{jd} = fração da quantidade demandada de carne em d que é atendida pela instalação j , sendo $0 \leq X_{jd} \leq 1$;

Q_j = capacidade de oferta de carne dos pólos candidatos j ;

q_i = capacidade de oferta de milho dos pólos produtores i ;

q_e = capacidade de oferta de farelo de soja das esmagadoras e ;

q_j = demanda de milho do pólo candidato j ;

q_j^* = demanda de farelo de soja do pólo candidato j ;

F_j = custo fixo associado à abertura da instalação j ; e

Y_j = variável binária que assume o valor 1 se a instalação j é efetivada e assume o valor 0, caso esta não seja efetivada.

A função objetivo é formada por quatro parcelas, sendo a primeira constituída pelos custos variáveis referentes à captação do milho; a segunda, pelos custos variáveis referentes à captação do farelo de soja; a terceira, pelos custos variáveis referentes à distribuição das carnes; e a quarta, pelos custos fixos. A restrição (4) assegura que a demanda de carnes só será atendida por indústrias abertas; a (5) garante que a demanda de carne de todos os clientes será satisfeita; a (6) indica que o milho proveniente das regiões produtoras deve suprir exatamente a demanda do pólo candidato, se este for aberto; a (7) indica que o farelo de soja proveniente das esmagadoras deve suprir exatamente a demanda do pólo candidato, se este for aberto; a (8) refere-se ao fato de que a quantidade de milho proveniente dos pólos produtores para os pólos candidatos deve ser, no máximo, a capacidade de oferta do pólo produtor; a (9) refere-se ao fato de que a quantidade de farelo de soja proveniente das esmagadoras para os pólos candidatos deve ser, no máximo, a capacidade de oferta da esmagadora; a (10) busca limitar a variável X_{ij} , que pode variar desde um não-atendimento ($X_{ij} = 0$) até um atendimento total ($X_{ij} = 1$), pelo pólo i , da quantidade demandada pela instalação j ; a (11) busca limitar a variável X_{ej} , que pode variar desde um não-atendimento ($X_{ej} = 0$) até um atendimento total ($X_{ej} = 1$), pela esmagadora e , da quantidade demandada pela instalação j ; e por fim, a restrição (12) contém uma variável binária, o que torna possível somente que as instalações nos locais candidatos sejam abertas completamente ou não sejam abertas.

O modelo de programação proposto não leva em consideração as economias de escalas. Assim, os custos de atendimento da produção C_{ej} , C_{ij} e C_{jd} são diretamente proporcionais às distâncias percorridas ou às quantidades transportadas. Entretanto, alguns valores de frete apontam uma redução de seu preço unitário, com o aumento da distância percorrida.

Bradley, citado por WRIGHT (1980), atribuiu a crescente aplicação dos modelos de redes capacitadas aos seguintes fatores: a) Boa flexibilidade, o que permite representar situações diversas de forma acurada; b) Facilidade de utilização e interpretação, o que facilita a comunicação dos resultados a outros pesquisadores e, ainda, permite seu entendimento por pessoas sem treinamento especializado; c) Soluções de baixo custo, tendo em vista a necessidade de menor

tempo computacional²⁰, em relação a outros modelos; e d) Maior capacidade para solução de problemas com maior número de variáveis e restrições, em comparação com outros métodos de otimização.

VIEIRA (1992) evidenciou alguns pressupostos nos quais o modelo de redes capacitadas está fundamentado, a saber: a) Estrutura de mercado de competição perfeita; b) Homogeneidade do produto considerado; c) Conhecimento das quantidades ofertadas e demandadas em cada região; e d) Custo de transporte independente da quantidade transportada.

É importante destacar que no problema referente à localização estará sendo aplicado o modelo de redes capacitadas sem restrição de fonte única, em que cada instalação j pode ter qualquer fração de sua demanda de milho atendida pelo pólo i e de sua demanda de farelo de soja atendida pela esmagadora e , inclusive, os casos extremos do não-atendimento e do atendimento integral de suas demandas pelos referidos pólos e esmagadoras.

5.3. Fonte e descrição dos dados

Neste tópico, procura-se especificar, detalhadamente, o procedimento usado na obtenção dos dados utilizados na pesquisa, bem como os procedimentos matemáticos aplicados na preparação desses dados, de modo que estes pudessem ficar aptos a alimentar os modelos de localização e os de transporte.

Para o presente estudo, o processamento das informações deu-se pelo software LINDO 6.01 (LINDO SYSTEMS, 2004).

²⁰ É importante ressaltar que, embora os computadores atuais possuam uma capacidade de processamento ampliada e disponha de programas eficientes, alguns pesquisadores ainda são forçados a empregar métodos “heurísticos”, ou seja, algoritmos que terminam antes de chegar à solução ótima (Ladd e Lifferth, citados por WRIGHT, 1980).

5.3.1. Pólos produtores de milho

Na seleção dos pólos produtores de milho e, conseqüentemente, dos pólos candidatos à instalação de uma agroindústria de abate e processamento de aves e suínos, utilizaram-se dados da produção de milho, do rebanho efetivo de aves e suínos, do consumo de milho e da distância máxima recomendada para o transporte de milho por rodovias.

Foi realizado um levantamento em nível das grandes regiões geográficas brasileiras, com o intuito de verificar como estava distribuída a produção brasileira de milho, no ano de 2002. Para tanto, usaram-se dados do IBGE. A partir dessas informações, observou-se que a produção estava concentrada nas Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, as quais foram responsáveis por aproximadamente 92% do milho brasileiro. Definidas as três principais regiões, o próximo passo constituiu em coletar os dados da produção de milho em níveis mesorregional, microrregional e municipal (seguindo a divisão estabelecida pelo IBGE), objetivando conhecer a oferta total desse cereal; e em obter os dados do rebanho efetivo de aves²¹ e de suínos, de modo a propiciar uma estimativa do consumo de milho por esses animais.

Na determinação da demanda de milho foram utilizadas informações obtidas de VASCONCELOS (2004). De acordo com o referido autor, a demanda de milho em grão por ave/ano é de 14,76 kg e a de suíno, de 577,24 kg de milho em grão por ano. Foram, ainda, utilizados dados de consumo de milho por segmento, extraídos de SAFRAS E MERCADOS (2002), apresentados na Tabela 1A do Apêndice A, e outros obtidos em ABIMILHO (2004), indicando que do milho destinado à categoria animais, no ano de 2002, 52,13% foi destinado à avicultura, 32,11% à suinocultura, 10,21% à pecuária e 5,55% à categoria outros animais.

Como planta-padrão utilizada neste estudo foi escolhida a do Projeto Buriti, da empresa Perdigão, localizada no município de Rio Verde, GO, tendo

²¹ O rebanho de aves diz respeito à soma do número de cabeças das categorias galinhas, galos, frangas, frangos e pintos.

em vista ser um projeto relativamente recente, com escala de abate compatível com plantas de outras grandes empresas, e por acreditar ser essa de tendência atual, dada a ocorrência de economia de escala nesse setor²².

De acordo com PERDIGÃO (2004) e contato pessoal com técnicos dessa empresa, o Projeto Buriti tem capacidade diária de abate de 281.000 aves e 3.500 suínos. Atribuídos às aves peso médio de abate de 2 kg e conversão alimentar de 1,76 e considerando 365 dias de abate, tem-se uma demanda de ração para aves de 361.028,80 toneladas por ano. No caso dos suínos, levaram-se em conta um peso médio de abate de 92 kg, uma conversão alimentar de 2,75 e abate durante todo o ano, implicando demanda de ração da ordem de 323.207,50 toneladas por ano.

Foram ainda utilizados dados obtidos da ANFAR (2004), os quais indicam que a ração destinada à avicultura é composta, em média, por 66,17% de milho e 23,92% de farelo de soja. Já para a suinocultura a ração é composta, em média, por 65,47% de milho e 17,08% de farelo de soja. Enquanto distância máxima recomendada para o transporte de milho por rodovias assumiu-se o valor de 400 km, o qual está baseado em VASCONCELOS (2004). Em seu trabalho de pesquisa, esse autor, consultando uma série de agroindústrias da Região Centro-Oeste, obteve a informação de que era inviável a aquisição de milho a uma distância superior a 400 km da agroindústria.

5.3.2. Pólos produtores de farelo de soja

Verificou-se, a princípio, que 10 das 12 empresas associadas à Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) eram responsáveis por aproximadamente 80% do volume de esmagamento de soja no Brasil, e duas delas processavam somente algodão (ABIOVE, 2004). De posse dessa informação, definiu-se que a utilização dessas esmagadoras como *proxy* da localização do esmagamento de soja no Brasil é de grande representatividade.

²² Para maiores detalhes sobre economias de escala nesse setor, consultar HELFAND e REZENDE (2003a).

A capacidade de esmagamento de soja de cada unidade das empresas foi obtida por contato via correio eletrônico e, ou, via telefone com as esmagadoras. Para conversão de capacidade de processamento de soja para capacidade de processamento de farelo de soja, foi utilizado um coeficiente técnico de conversão obtido na ABIOVE (2004), de acordo com o qual cada tonelada de soja esmagada dá origem a 785 kg de farelo de soja. Em contato com as esmagadoras, obteve-se, ainda, a informação de que estas operam em regime contínuo, ou seja, 24 hora por dia, com uma pausa anual de aproximadamente 15 dias para manutenção. Existem ainda as paradas eventuais, de modo que se deve considerar um período de funcionamento de 11 meses por ano, o que totaliza aproximadamente 335 dias.

5.3.3. Pólos demandantes de carnes de aves e de carnes de suínos

Os pólos demandantes de carnes descritos na Tabela 2A, do Apêndice A, dividem-se em dois grupos. O primeiro é composto pelos pólos de demanda interna e o segundo, pelos de demanda externa. Como pólos de demanda interna foram considerados todos os estados brasileiros, inclusive o Distrito Federal, e como de demanda externa foram adotados os três principais portos marítimos de exportação da carne brasileira, sendo estes os portos de Itajaí, SC, Paranaguá, PR, e Santos, SP, que respondem por 40, 35 e 14% das exportações brasileiras de carnes, respectivamente.

As demandas de carnes dos estados foram calculadas multiplicando o consumo *per capita* de carne de aves e o de carne suína, extraídos da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), do IBGE (2004b), no ano de 2002, pela população residente em cada estado, de acordo com o Censo 2000 (IBGE, 2004c). Com o objetivo de adequar as demandas de carnes à oferta de 260.000 t/ano (da planta industrial em estudo), dividiu-se proporcionalmente essa oferta para os estados e portos, proporcionalmente à participação da demanda individual destes na demanda nacional, considerando-se assim o escoamento de toda a produção de carnes. Essas informações encontram-se na Tabela 2A, do Apêndice A.

Entende-se que, para haver equilíbrio no modelo entre os custos de transporte de insumos e de produto, ambos têm que ser escoados nas mesmas proporções com que participam do processo produtivo. Assim, uma vez atendida a demanda de grãos, deve também ser escoada toda a produção, pois, caso contrário, o modelo estaria tendencioso a indicar uma localização mais próxima das fontes de matérias-primas.

Nos modelos alternativos em que foram considerados o atendimento de uma única região geográfica, ou nos que consideraram só a demanda interna ou, ainda, naqueles que contemplaram, unicamente, a demanda externa, a demanda foi recalculada. O objetivo de recalculá-la é escoar toda a produção de uma agroindústria para os pólos de demanda de carne considerados no modelo, mesmo sob pena de ultrapassar a demanda atual de alguns pólos, o que não traz prejuízos para os resultados do modelo de localização, dado que as proporções entre as quantidades demandadas de cada pólo demandante de carne seriam mantidas.

No modelos que contemplam a abertura de mais de uma unidade, a nova oferta foi distribuída segundo os critérios previamente adotados, ou seja, em um modelo que possua duas plantas e tenha definido como mercado consumidor as mesmas regiões consideradas em um modelo com uma só planta, os pólos de demanda de carne do modelo com duas unidades terão uma demanda associada a eles duas vezes maior que a dos modelos com uma única planta.

5.3.4. Distâncias utilizadas nos modelos de localização e de transporte

Para atender ao modelo de localização utilizado neste trabalho foram construídas três matrizes de distâncias rodoviárias. A primeira refere-se às distâncias entre os pólos produtores de milho e os centros de demanda de grãos, estando a demanda de grãos localizada nos pólos candidatos à instalação das agroindústrias. A segunda foi composta pelas distâncias entre os pólos produtores de farelo de soja e os pólos candidatos à instalação da agroindústria. A terceira foi constituída das distâncias entre os pólos candidatos à instalação da

agroindústria e os pólos demandantes de carnes de aves e de suínos. As duas primeiras estão contidas nas Tabelas 8 e 10, respectivamente, e a última, na Tabela 4A do Apêndice A.

As distâncias foram calculadas utilizando o GUIA QUATRO RODAS (2004), no qual foi utilizada a opção “rota mais rápida” em vez da “rota mais curta”, em razão de a segunda, por diversas vezes, indicar rotas com estradas de terra, o que seria problema para o tráfego de veículos pesados.

As distâncias hidroviárias foram extraídas de DH-SP (2005a), enquanto as distâncias ferroviárias foram obtidas via contato telefônico com as empresas que estavam operando em cada um dos percursos contemplados no modelo de transporte (FERROBAN, 2005; NOVOESTE, 2005; ALL, 2005).

5.3.5. Custos de transporte

Os custos unitários de transporte foram obtidos no Sistema de Informação de Fretes de Cargas Agrícolas (SIFRECA/ESALQ-USP). Os dados mensais referentes ao ano de 2001 foram agrupados em médias anuais por rota e seus valores, corrigidos tomando-se como base o ano de 2002, de acordo com o IGP-DI, da FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV).

No cálculo do frete relativo ao transporte de milho e do farelo de soja foram utilizados valores referentes ao transporte realizado por meio de carretas (veículos compostos de uma unidade motriz e um semi-reboque), em que essas apresentavam capacidade para 27 toneladas e circulavam em 343 rotas, distribuídas em 19 estados da federação. No caso específico do transporte de carnes, o frete foi originário de 141 rotas dispersas em 15 estados brasileiros, cujo transporte foi efetuado em carretas frigorificadas, com capacidade para 21,5 toneladas de carga.

Neste trabalho, buscou-se montar uma escala de fretes dividida em grupos de distâncias, tendo em vista que os custos de transporte em reais por tonelada por quilômetro (R\$/t/km) apresentaram decréscimo com o aumento da distância percorrida, a exemplo do que foi apresentado na teoria de Weber. Os grupos de

distância foram distribuídos em faixas de quilometragem para o transporte de milho e farelo de soja, grupos distintos dos utilizados para o transporte de carnes, diferenciação essa que se tornou necessária em função da distribuição dos valores originais de quilometragem no transporte de cada produto. Tais grupos e respectivos valores são apresentados na Tabela 1.

Os custos de transporte ferroviário e hidroviário foram disponibilizados pelo Departamento Hidroviário do Estado de São Paulo, o qual utilizou dados do Sifreca. Assim, os custos de transporte ferroviário foram considerados 73% do frete rodoviário e os custos de transporte hidroviário, 43% do referido frete rodoviário (Tabela 1) (DH-SP, 2005a). Consideraram-se, ainda, os valores dentro das respectivas faixas de quilometragem e a diferenciação entre os transportes de grãos e carnes.

Tabela 1 – Custo de transporte de milho, de farelo de soja e de carnes em função da distância percorrida

Milho e Farelo de Soja		Carnes	
Distância	Frete	Distância	Frete
(km)	(R\$/t/km)	(km)	(R\$/t/km)
0 a 400	0,0990	0 a 600	0,1497
401 a 800	0,0700	601 a 1.600	0,1292
801 a 1.200	0,0632	> 1.600	0,0938
> 1.200	0,0526		

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de SIFRECA (2004).

Nos custos de transporte, considerou-se, ainda, a existência de custos de transbordo da carga no momento da transferência entre modais, e esse custo foi de R\$3,01/t (DH-SP, 2005b), valor expresso em moeda de 2002. Ressalta-se que nesta pesquisa foram usados custos de transbordos inicial e final, em situações em que o primeiro modal da rota e o último modal não eram o rodoviário. Tal procedimento foi realizado em função de a inviabilidade das ferrovias e hidrovias de fazer o atendimento ponto a ponto, vantagem essa detida pelo transporte

rodoviário e que lhe confere certa competitividade, em razão de reduzir a dependência de operações de transbordo das mercadorias.

5.3.6 Rodovias, ferrovias e hidrovias utilizadas no modelo de transporte

As vias de tráfego utilizadas no modelo de transporte e descritas neste item estão representadas na Figura 13. São essas as rodovias, ferrovias e hidrovias utilizadas para formular rotas alternativas para o transporte de grãos que possibilitam o escoamento de milho de regiões mais distantes até o centro de demanda de Cândido Mota, SP.



Fonte: Modificado de DH-SP(2005a) e dados desta pesquisa

Figura 13 – Ilustração do modelo de transporte.

No que tange às rotas rodoviárias que integram esta pesquisa, tem-se que estas são formadas pelas principais estradas utilizadas para realizar os percursos preestabelecidos. São essas vias asfaltadas e que permitem a realização da viagem no menor tempo possível, em vez de priorizar a menor distância

percorrida. A Tabela 2 ilustra as principais rodovias contidas em cada uma das rotas e as distâncias totais dos percursos.

Tabela 2 – Percursos, rodovias e distâncias inseridos no modelo de transporte

Origem/Destino	Rodovias	Distância (km)
Santo Antônio da Platina-PR/Cândido Mota-SP	PR - 092, BR - 369, SP - 375, SP - 270, SP - 266	89
Cornélio Procópio-PR/Cândido Mota-SP	PR - 160, BR - 369, PR - 092, SP - 375, SP - 270, SP - 266	110
Conselheiro Mairinck-PR/Cândido Mota-SP	BR - 153, PR - 092, BR - 369, BR - 375, SP - 270, SP - 266	138
Alvorada do Sul-PR/Cândido Mota-SP	PR - 090, PR - 445, PR - 323, SP - 333, SP - 266	139
Cambé-PR/Cândido Mota-SP	PR - 536, BR - 369, PR - 445, PR - 323, SP - 333, SP - 266	140
Marialva-PR/Cândido Mota-SP	BR - 376, PR - 444, BR - 369, PR - 445, PR - 323, SP333, SP - 266	202
Marilândia do Sul-PR/Cândido Mota-SP	PR - 539, BR - 376, BR - 369, PR - 445, PR - 323, SP - 333, SP - 266	203
Cruzmalta-PR/Cândido Mota-SP	BR - 272, PR - 445, PR - 545, PR - 323, SP - 333, SP - 266	227
Itambé-PR/Cândido Mota-SP	PR - 546, PR - 317, BR - 376, PR - 444, BR - 369, PR - 445, PR - 323, SP - 333, SP - 266	260
Lucas do Rio Verde-MT/São Simão-GO	BR - 163, BR - 364, BR - 070	1.159
Pederneiras-SP/Cândido Mota-SP	SP - 261, SP - 225, SP - 327, SP - 270, SP - 266	223
São José do Rio Preto-SP/Cândido Mota-SP	BR - 153, SP - 333, SP - 270	301

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Chapadão do Sul-MS/Campo Grande-MS	BR - 060, BR - 163	324
Bauru-SP/Cândido Mota-SP	SP - 225, SP - 327, SP - 270, SP - 266	182
Maracaju-MS/Campo Grande-MS	MS - 162, BR - 060	161
Jataí-GO/São Simão-GO	BR - 158, BR - 364	205
Lucas do Rio Verde-MT/Alto Araguaia-MT	BR - 163, BR - 364, BR - 070	770

Fonte: GUIA QUATRO RODAS (2004).

Em se tratando das ferrovias, elas foram selecionadas em virtude de permitirem o escoamento de milho de algumas das regiões de maior excedente desse grão do país, para o atendimento da demanda prevista em Cândido Mota, pólo escolhido no modelo de localização geral com sede da agroindústria a ser instalada. O sistema ferroviário nacional, no entanto, deixa a desejar no que tange à cobertura geográfica esperada. Assim, foram consideradas ferrovias que estavam em pleno funcionamento e outras que se encontravam em fase de construção ou, ainda, em fase de projeto. Foi também verificada a compatibilidade entre bitolas²³ ao longo do trecho, o que permitia a continuidade do transporte sem a necessidade de transbordo da carga.

O percurso entre São José do Rio Preto, SP, e Rubinéia, SP, às margens do rio Paraná, é realizado sobre os trilhos da Ferrovias Bandeirantes S.A. (FERROBAN). A partir daí, inicia-se a Ferrovias Norte do Brasil S.A. (FERRONORTE), que em seus primeiros metros faz a travessia sobre o rio Paraná em uma ponte rodoferroviária e segue até Alto Araguaia, MT. A partir desse ponto, a ferrovia passa para a condição de projeto. Entre Campo Grande,

²³ Bitola é a distância entre as faces internas de duas fiadas de trilhos de uma linha férrea. A bitola métrica possui 1,00 m, enquanto a bitola larga, 1,60 m. Existem alguns trechos em que a bitola é considerada mista, o que significa que existem três fiadas de trilhos, permitindo o tráfego de composições que utilizam tanto a bitola métrica quanto a larga.

MS, e Bauru, SP, a viagem é feita pela Ferrovia NOVOESTE S.A. (NOVOESTE). Já entre Bauru e Rubião Júnior, no Estado de São Paulo, tem-se a FERROBAN, e entre Rubião Júnior e Presidente Epitácio, SP, passando por Cândido Mota, SP, a ferrovia é administrada pela América Latina Logística do Brasil S.A. (ALL). É importante destacar que, entre Presidente Epitácio e Cândido Mota, existem os trilhos da linha férrea, mas a ferrovia encontra-se inoperante, havendo possibilidade de sua reativação em razão do crescimento da demanda. As distâncias ferroviárias utilizadas no modelo de transporte encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Percursos ferroviários inseridos no modelo de transporte

Origem	Destino	Distância (km)
Alto Araguaia-MT	São José do Rio Preto-SP	1.070
Lucas do Rio Verde-MT	São José do Rio Preto-SP	1.514
Presidente Epitácio-SP	Cândido Mota-SP	304
Alto Araguaia-MT	Aparecida do Taboado-MS	513
Lucas do Rio Verde-MT	Aparecida do Taboado-MS	1.314
Campo Grande-MS	Bauru-SP	835
Campo Grande-MS	Cândido Mota-SP	1.186
Chapadão do Sul-MS	São José do Rio Preto-SP	1.288
Chapadão do Sul-MS	Aparecida do Taboado-MS	295

Fonte: FERROBAN (2005), NOVOESTE (2005) e ALL (2005).

Quanto às hidrovias, a região do presente estudo beneficia-se apenas da Hidrovia Paraná-Tietê. Nela, considerou-se como possíveis percursos os trechos de São Simão, GO, a Presidente Epitácio, SP, com 401 km; de São Simão a Pederneiras, SP, com 637 km; e de Aparecida do Taboado, MS, a Presidente Epitácio, com 264 km. São Simão e Pederneiras possuíam uma estrutura de terminais desenvolvida, com equipamentos que tornavam a operação de transbordo mais eficiente, enquanto a estrutura em Presidente Epitácio era menos desenvolvida. Em Aparecida do Taboado não existia terminal portuário que

permitisse o transbordo de mercadorias dos trens da FERRONORTE para as barcaças do rio Paraná. Havendo, no entanto, um projeto para construção de um terminal multimodal nesse ponto.

Em se tratando de eclusas²⁴, tem-se que por lei não existe nenhuma taxa incidente sobre a transposição de uma barragem por uma embarcação, sendo objetivo conciliar o potencial hídrico para a produção de energia elétrica e para a navegação. Na barragem da Usina Hidroelétrica de Ilha Solteira não havia eclusas, estando estas apenas em projeto, mas sendo possível sua construção em razão do aumento do tráfego de embarcações. Assim, as barcaças provenientes de São Simão com destino a Presidente Epitácio precisavam utilizar o canal de Pereira Barreto que dava acesso ao rio Tietê, e, posteriormente, utilizar as eclusas das barragens de Três Irmãos e de Jupia.

Apresentados os três modais utilizados, é feita uma descrição das variáveis utilizadas no modelo de transporte, sendo estas apresentadas como rotas de transporte e formadas por um conjunto de modais, obtendo-se o que se conhece por solução multimodal, que se encontra descrita na Tabela 4.

Tabela 4 – Descrição das rotas multimodais de transporte de milho

Variável	Descrição da rota
R1	Santo Antônio da Platina-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R2	Cornélio Procópio-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R3	Conselheiro Mairinck-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R4	Alvorada do Sul-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R5	Cambé-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R6	Marialva-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R7	Marilândia do Sul-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R8	Cruzmaltina-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP

Continua...

²⁴ Cada um dos diques que se sucedem, num trecho de rio ou canal onde há grande desnível do leito, para permitir a descida ou a subida de embarcações por esse trecho.

Tabela 4 – Cont.

R9	Itambé-PR <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R10	Lucas do Rio Verde-MT <u>Rodo</u> → São Simão-GO <u>Hidro</u> → Presidente Epitácio-SP <u>Ferro</u> → Cândido Mota-SP
R11	Lucas do Rio Verde-MT <u>Rodo</u> → São Simão-GO <u>Hidro</u> → Pederneiras-SP <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R12	Chapadão do Sul-MS <u>Ferro</u> → Aparecida do Taboado-MS <u>Hidro</u> → Presidente Epitácio-SP <u>Ferro</u> → Cândido Mota-SP
R13	Chapadão do Sul-MS <u>Ferro</u> → São José do Rio Preto-SP <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R14	Chapadão do Sul-MS <u>Rodo</u> → Campo Grande-MS <u>Ferro</u> → Cândido Mota-SP
R15	Chapadão do Sul-MS <u>Rodo</u> → Campo Grande-MS <u>Ferro</u> → Bauru-SP <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R16	Maracaju-MS <u>Rodo</u> → Campo Grande-MS <u>Ferro</u> → Cândido Mota-SP
R17	Maracaju-MS <u>Rodo</u> → Campo Grande-MS <u>Ferro</u> → Bauru-SP <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R18	Jataí-GO <u>Rodo</u> → São Simão-GO <u>Hidro</u> → Presidente Epitácio-SP <u>Ferro</u> → Cândido Mota-SP
R19	Lucas do Rio Verde-MT <u>Ferro</u> → Aparecida do Taboado-MS <u>Hidro</u> → Presidente Epitácio-SP <u>Ferro</u> → Cândido Mota-SP
R20	Lucas do Rio Verde-MT <u>Rodo</u> → Alto Araguaia-MT <u>Ferro</u> → Aparecida do Taboado-MS <u>Hidro</u> → Presidente Epitácio-SP <u>Ferro</u> → Cândido Mota-SP
R21	Jataí-GO <u>Rodo</u> → São Simão-GO <u>Hidro</u> → Pederneiras-SP <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R22	Lucas do Rio Verde-MT <u>Ferro</u> → São José do Rio Preto-SP <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP
R23	Lucas do Rio Verde-MT <u>Rodo</u> → Alto Araguaia-MT <u>Ferro</u> → São José do Rio Preto-SP <u>Rodo</u> → Cândido Mota-SP

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3.7 Preços do milho e do farelo de soja

A série mensal de preços de milho do ano de 2004 foi obtida de FGV (2004) e corrigida para dezembro de 2002, com base no IGP-DI da FGV. De posse dos preços reais, obteve-se a média anual de cada estado: Mato Grosso, R\$240,19/t; Mato Grosso do Sul, R\$263,42/t; Paraná, R\$272,02/t; Goiás, R\$286,42/t; Minas Gerais, R\$297,67/t; Santa Catarina, R\$299,93/t; e São Paulo, R\$306,69/t.

Os preços diários do farelo de soja nas 13 praças diferentes foram obtidos na FNP (2005c), em R\$/t, os quais foram agrupados em valores médios anuais por estado, sendo, posteriormente, corrigidos para dezembro de 2002, de acordo com o IGP-DI da FGV, e descritos a seguir: Mato Grosso, R\$573,27/t; Minas Gerais, R\$593,85/t; Goiás, R\$594,59/t; Bahia, R\$600,88; São Paulo, R\$606,54/t; Paraná, R\$617,45/t; Mato Grosso do Sul, R\$627,73/t; Santa Catarina, R\$635,97/t; e Rio Grande do Sul, R\$648,91.

5.3.8 Custo de abertura das instalações agroindustriais

Neste estudo, considerou-se como custo de abertura para a instalação de uma agroindústria o valor de R\$412 milhões, englobando os gastos efetuados pela agroindústria para a construção da estrutura física e a compra de todas as máquinas e equipamentos necessários à realização das atividades de abate e processamento de aves e suínos. Esse valor foi extraído do site de PERDIGÃO (2004) e refere-se ao investimento destinado à implantação do Projeto Buriti, na cidade de Rio Verde, GO. Ressalta-se que tal valor foi considerado constante em todos os pólos candidatos à instalação de uma agroindústria.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão descritos neste capítulo os resultados desta pesquisa, e estes estão divididos em três partes. A primeira trata da descrição do processo de escolha dos pólos produtores de milho e farelo de soja e dos custos de transferência envolvendo esses insumos; a segunda, da localização de mínimo custo de agroindústrias de abate e processamento de aves e suínos no Brasil; e a terceira, das soluções alternativas de transporte. São informações extremamente úteis para a iniciativa privada, por direcionar a expansão de suas atividades com maior economia de recursos, bem como para o setor público, principalmente na indicação de pólos que estão despontando como os de maior competitividade na produção de carnes, para que esses segmentos possam ser beneficiados por investimentos em infra-estrutura, o que os tornaria ainda mais aptos à realização dessa atividade.

6.1. Resultados referentes aos pólos produtores de milho

Os resultados referentes aos pólos produtores de milho selecionados para atender às agroindústrias de abate e processamento de aves e suínos a serem instaladas, foram calculados com base em dados nacionais de produção de milho, do efetivo dos rebanhos de aves e suínos e da demanda de milho em grão. Na

determinação dessa demanda, o número de cabeças foi multiplicado pelo consumo unitário de milho e o resultado dividido por 1.000 (conversão para tonelada), obtendo-se o consumo anual de milho por categoria, que somado fornece o consumo de milho em toneladas/ano para aves e suínos. No entanto, para detectar o consumo total, foi necessário que se considerasse a demanda de milho pelos demais segmentos de consumo, sendo estes: o consumo humano, o consumo industrial, o consumo na pecuária bovina, o consumo por outros animais, o milho utilizado como semente, as perdas e as exportações desse cereal.

Aos dados de demanda de milho por segmento de consumo, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$\left(\frac{(\text{demanda de milho por aves} + \text{demanda de milho por suínos})}{(\text{demanda total de milho}) \times 100} \right) = D_{as}$$

em que:

D_{as} = participação das categorias aves e suínos, conjuntamente, na demanda total de milho, em (%).

O consumo de milho por aves e suínos, em conjunto, foi convertido para consumo total de milho, em cada estado brasileiro, utilizando-se os percentuais apresentados.

Assim, o consumo total de milho em Santa Catarina, por exemplo, foi obtido por:

$$\left(\frac{(\text{Consumo por aves} + \text{consumo por suínos})}{0,8378} \right)$$

Os valores do consumo total de milho de cada região produtora foram subtraídos das respectivas produções de milho dessas regiões, em que se considerou desde o nível estadual até o nível municipal, obtendo-se, assim, os excedentes ou déficits de milho calculados.

Na Tabela 5, apresenta-se a participação da demanda de aves e suínos (conjunta) na demanda total de milho para o Brasil, para as regiões geográficas e estados analisados neste estudo.

Tabela 5 – Participação das categorias aves e suínos no consumo total de milho, no Brasil, no ano de 2002

Local	Participação (%)
Brasil	59,37
Sudeste	66,35
Sul	72,40
Centro-Oeste	69,61
Nordeste	53,18
Paraná	56,03
Santa Catarina	83,78
Rio Grande do Sul	85,58
Goiás	72,22
São Paulo	67,88
Minas Gerais	76,71
Mato Grosso do Sul	73,78
Mato Grosso	59,48

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir dessas informações foram, então, selecionadas, em cada estado, as duas mesorregiões que possuíam o maior excedente ou menor déficit de milho. Utilizando-se o mesmo critério de seleção, foi escolhida para cada mesorregião uma microrregião e para esta, um município que a representasse, sendo esse, portanto, um pré-candidato a sediar uma agroindústria.

Buscou-se escolher uma única cidade para cada estado, com o objetivo de facilitar a operacionalização do modelo. Assim, verificou-se, entre os dois municípios selecionados em cada estado, qual deles apresentava o maior

excedente real possível de ser captado a uma distância máxima de 400 km. As distâncias foram estabelecidas entre os municípios representativos das microrregiões, sendo estes considerados como representantes de todo o excedente da microrregião, ou seja, as distâncias entre os municípios de uma mesma microrregião foram consideradas como zero. O excedente real refere-se ao somatório dos déficits e excedentes existentes até 400 km de cada um dos municípios.

Escolhido um município por estado, buscou-se verificar se o excedente atribuído a ele (considerando o excedente de sua microrregião e aquele coletado até 400 km de distância) era suficiente para suprir a demanda de milho de uma agroindústria que viesse a se instalar no local²⁵. Para isso, foi necessário definir um tamanho-padrão para a planta, expresso em capacidade diária de abate de animais, bem como a demanda de milho que essa agroindústria promoveria, informações essas apresentadas no item descrição dos dados.

Aplicando às demandas de ração calculadas os percentuais de participação de milho e farelo de soja nas rações de aves e suínos, obtidos de ANFAR (2004) e apresentados no item fonte e descrição dos dados, obteve-se uma demanda total de milho de 450.496,71 toneladas por ano, bem como uma demanda total de farelo de soja de 141.561,93 toneladas por ano, sendo estas as quantidades demandadas para cada agroindústria.

De posse dessas informações, verificou-se que nem todos os pólos pré-selecionados tinham capacidade para suprir tal agroindústria com milho. Assim, ficou decidido que os pólos candidatos à instalação de uma agroindústria desse porte e que iriam entrar no modelo de localização seriam: Unaí, MG, Cândido Mota, SP, Mafra, SC, Lucas do Rio Verde, MT, Chapadão do Sul, MS, e Cristalina, GO. As informações de produção, consumo e excedentes de milho desses pólos são apresentadas na Tabela 6, de modo resumido, enquanto as informações mais detalhadas se encontram na Tabela 7.

²⁵ Foram ainda considerados os Estados da Bahia e do Maranhão, por se tratarem de dois pólos importantes na produção de milho do Nordeste, entretanto esses estados não apresentaram excedentes suficientes.

Tabela 6 – Produção de milho, demanda de milho total, excedente de milho na microrregião e excedente de milho até 400 km de distância, em 2002, nos pólos pré-selecionados, em toneladas

Estado	Cidade-pólo	Produção	Demanda	Excedente na microrregião	Excedente até 400 km
MG	Unaí	417.090	33.738	383.352	1.183.589
SP	Cândido Mota	304.175	39.438	264.737	979.506
SC	Mafra	462.230	168.442	293.788	1.273.518
MT	Lucas do Rio	959.853	214.791	745.062	559.456
MS	Chapadão do Sul	243.510	34.545	208.965	717.235
GO	Cristalina	615.359	130.123	485.236	1.510.122

Fonte: IBGE (2004) e dados da pesquisa.

A relação dos municípios potenciais ofertantes de milho para os pólos candidatos, assim como as quantidades a serem transferidas para suprir a demanda da agroindústria, está apresentada na Tabela 8.

Tabela 7 – Produção de milho, rebanho de suínos e de aves, consumo de milho por suínos e por aves, consumo de milho total e excedentes ou déficits de milho corrigidos em função do consumo total, no Brasil, nas regiões geográficas, nos estados, nas mesorregiões, nas microrregiões e nos municípios referentes aos pólos pré-candidatos à instalação de uma agroindústria, 2002

Regiões	Milho (t)	Suíno	Aves	Suíno	Aves	Total	Exc./Déf.
	Produção	Rebanho (nº. de cabeças)	Consumo de milho (t)				Corrigido
							Milho (t)
BRASIL	35.932.962	32.013.227	908.022.362	18.479.315	13.402.410	53.700.059	-17.767.097
REGIÃO SUDESTE	8.912.940	5.765.755	254.952.913	3.328.224	3.763.105	10.687.761	-1.774.821
MINAS GERAIS	4.808.170	3.405.188	86.384.253	1.965.611	1.275.032	4.224.537	583.633
Noroeste de Minas	685.738	118.121	655.856	68.184	9.680	101.505	584.233
Unaí	417.090	41.240	140.600	23.805	2.075	33.738	383.352
Unaí	204.000	20.200	45.000	11.660	664	16.066	187.934
SÃO PAULO	3.943.470	1.845.427	147.744.754	1.065.254	2.180.713	4.781.919	-838.449
Assis	475.560	141.951	1.560.339	81.940	23.031	154.641	320.919
Assis	304.175	32.457	544.389	18.735	8.035	39.438	264.737
Cândido Mota	63.300	3.780	116.800	2.182	1.724	5.754	57.546
REGIÃO SUL	16.799.018	13.649.140	427.558.387	7.878.830	6.310.762	19.598.883	-2.799.865
SANTA CATARINA	3.100.031	5.354.113	141.866.937	3.090.608	2.093.956	6.188.308	-3.088.277

Continua ...

Tabela 7 – Cont.

Regiões	Milho(t)	Suíno	Aves	Suíno	Aves	Total	Exc./Déf.
	Produção	Rebanho (nº. de cabeças)	Consumo de miho (t)			Corrigido Milho (t)	
Norte Catarinense	513.189	231.590	8.802.807	133.683	129.929	314.648	198.541
Canoinhas	462.230	172.905	2.799.000	99.808	41.313	168.442	293.788
Mafra	93.750	17.100	1.170.000	9.871	17.269	32.394	61.356
Região Centro-Oeste	7.232.110	3.314.741	82.015.393	1.913.401	1.210.547	4.487.787	2.744.323
Mato Grosso	2.313.708	1.034.608	19.112.026	597.217	282.094	1.478.330	835.378
Norte Mato-Grossense	1.454.993	565.490	3.918.883	326.423	57.843	646.043	808.950
Alto Teles Pires	959.853	180.095	1.612.426	103.958	23.799	214.791	745.062
Lucas do Rio Verde	368.400	54.632	75.180	31.536	1.110	54.885	313.515
Mato Grosso do Sul	1.381.604	787.960	23.794.557	454.842	351.208	1.092.504	289.100
Leste de MS	294.114	164.666	1.400.031	95.052	20.664	156.840	137.274
Cassilândia	243.510	40.260	152.293	23.240	2.248	34.545	208.965
Chapadão do Sul	130.080	12.469	49.852	7.198	736	10.753	119.327
Goiás	3.389.532	1.360.573	32.419.105	785.377	478.506	1.750.046	1.639.486
Leste Goiano	645.725	111.001	2.769.890	64.074	40.884	145.331	500.394
Entorno de Brasília	615.359	96.302	2.600.630	55.589	38.385	130.123	485.236
Cristalina	291.750	4.920	51.000	2.840	753	4.975	286.775

Fonte: IBGE (2004a) e dados da pesquisa.

Tabela 8 – Relação dos ofertantes de milho, dos pólos candidatos, das distâncias rodoviárias a serem percorridas, das quantidades disponíveis do insumo e dos custos de transporte, considerando-se o frete de R\$0,099/t/km

Ofertantes de milho (Origem)	Códigos das variáveis	Pólos candidatos (Destino)	Distância (km)	Quant. Disp. (t)	Frete (R\$/t)	Preço FOB (R\$/t)	Frete + Preço FOB (R\$/t)
Cristalina-GO	MCRICRI	Cristalina-GO	0	485.236,23	0,00	286,42	286,42
Santo Antônio da Platina-PR	MSAPCMO	Cândido Mota-SP	89	16.766,63	8,81	272,02	280,83
Cornélio Procópio-PR	MCPRCMO	Cândido Mota-SP	110	88.887,94	10,89	272,02	282,91
Conselheiro Mairinck-PR	MCMQCMO	Cândido Mota-SP	138	11.927,99	13,66	272,02	285,68
Alvorada do Sul-PR	MASUCMO	Cândido Mota-SP	139	132.695,39	13,76	272,02	285,78
Cambé-PR	MCBECMO	Cândido Mota-SP	140	22.997,95	13,86	272,02	285,88
Marialva-PR	MMARCMO	Cândido Mota-SP	202	14.020,95	20,00	272,02	292,02
Marilândia do Sul-PR	MMSUCMO	Cândido Mota-SP	203	44.277,92	20,10	272,02	292,12
Cruzmaltina-PR	MCRUCMO	Cândido Mota-SP	227	61.428,80	22,47	272,02	294,49
Itambé-PR	MITBCMO	Cândido Mota-SP	260	189.088,16	25,74	272,02	297,76
São Mateus do Sul-PR	MSMSMAF	Mafra-SC	138	85.464,16	13,66	272,02	285,68
Teixeira Soares-PR	MTESMAF	Mafra-SC	178	171.935,26	17,62	272,02	289,64
Irati-PR	MIRAMAF	Mafra-SC	180	264.750,47	17,82	272,02	289,84
Chapadão do Sul-MS	MCSUCSU	Chapadão do Sul-MS	0	208.964,69	0,00	263,42	263,42
Alto Taquari-MT	MATACSU	Chapadão do Sul-MS	390	75.309,09	38,61	240,19	278,80
São Gabriel do Oeste-MS	MSGOCSU	Chapadão do Sul-MS	272	51.266,81	26,93	263,42	290,35
Jataí-GO	MJATCSU	Chapadão do Sul-MS	211	435.150,51	20,89	286,42	307,31
Unaí-MG	MUNAUNA	Unaí-MG	0	383.351,72	0,00	297,67	297,67
Cristalina-GO	MCRIUNA	Unaí-MG	228	485.236,23	22,57	286,42	308,99
São João d'Aliança-GO	MSJAUNA	Unaí-MG	264	24.961,84	26,14	286,42	312,56
Orizona-GO	MORIUNA	Unaí-MG	326	103.842,33	32,27	286,42	318,69
Lucas do Rio Verde-MT	MLRVLRV	Lucas do Rio Verde-MT	0	745.062,41	0,00	240,19	240,19

Fonte: GUIA QUATRO RODAS (2004), SIFRECA (2004) e dados da pesquisa.

6.2. Resultados referentes aos pólos produtores de farelo de soja

Os resultados referentes aos pólos produtores de farelo de soja selecionados para atender às agroindústrias de abate e processamento de aves e suínos a serem instaladas foram calculados tomando-se como base a localização e a capacidade diária de esmagamento de soja das empresas esmagadoras associadas à ABIOVE. De posse desses valores, tornou-se necessário realizar a conversão para a capacidade anual de produção de farelo de soja

Como a produção de farelo de soja das empresas associadas era de 80% da produção nacional e, a exemplo da produção de milho, era necessário considerar a totalidade, optou-se por alocar a capacidade de produção de farelo de soja de cada estado nas unidades das 10 empresas associadas, de modo proporcional à capacidade produtiva de cada unidade.

Os dados de capacidade de processamento de soja por dia em cada uma das unidades das empresas associadas à ABIOVE, assim como a capacidade de produção de farelo de soja de cada uma das unidades, estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Relação das esmagadoras de soja associadas à ABIOVE, respectivas localizações, capacidades diárias de esmagamento de soja e de produção de farelo de soja/dia e, ainda, capacidades de produção de farelo de soja corrigida de acordo com a capacidade estadual, em t/dia e t/ano

Empresa	Localização (cidade – UF)	Soja Cap. Process. (t. de soja/dia)	Farelo de soja		
			Cap. Produção (t.f.s./dia)	Cap. Produção	Cap. Produção
				(t.f.s. /dia)	(t.f.s. /ano)
				Corrigido	Corrigido
ABC Inco S/A	Uberlândia-MG	1.800	1.413	1.873	627.315
ADM Company	Uberlândia-MG	1.400	1.099	1.456	487.911
ADM Company	Três Passos-RS	1.100	864	6.943	2.325.850
ADM Company	Joaçaba-SC	1.000	785	1.500	502.500
ADM Company	Paranaguá-PR	1.300	1.021	1.895	634.966
ADM Company	Rondonópolis-MT	6.500	5.103	5.891	1.973.359
ADM Company	Campo Grande-MS	1.200	942	1.348	451.739
Cargill Agrícola S/A	Uberlândia-MG	3.000	2.355	3.121	1.045.524
Cargill Agrícola S/A	Mairinque-SP	2.000	1.570	4.887	1.637.075
Cargill Agrícola S/A	Ponta Grossa-PR	2.000	1.570	2.916	976.870
Cargill Agrícola S/A	Três Lagoas-MS	2.200	1.727	2.472	828.188
Cargill Agrícola S/A	Rio Verde-GO	1.500	1.178	1.562	523.293
Cargill Agrícola S/A	Barreiras-BA	1.600	1.256	2.047	685.859
Brejeiro S/A	Orlândia-SP	1.000	785	2.443	818.538
Brejeiro S/A	Anápolis-GO	600	471	625	209.317
Coinbra S/A	Orlândia-SP	800	628	1.955	654.830

Continua ...

Tabela 9 – Cont.

Empresa	Localização (cidade – UF)	Soja Cap. Process. (t. de soja/dia)	Farelo de soja		
			Cap. Produção (t.f.s./dia)	Cap. Produção (t.f.s. /dia) Corrigido	Cap. Produção (t.f.s. /ano) Corrigido
Coinbra S/A	Cruz Alta-RS	800	628	5.049	1.691.527
Coinbra S/A	Londrina-PR	800	628	1.166	390.748
Coinbra S/A	Ponta Grossa-PR	2.400	1.884	3.499	1.172.244
Coinbra S/A	Alto Araguaia-MT	2.400	1.884	2.175	728.625
Coinbra S/A	Jataí-GO	1.600	1.256	1.666	558.179
Bunge Alimentos S/A	Ourinhos-SP	1.500	1.178	3.665	1.227.807
Bunge Alimentos S/A	Esteio-RS	Não disponibilizou as informações			
Bunge Alimentos S/A	Passo Fundo-RS	1.000	785	6.312	2.114.409
Bunge Alimentos S/A	Rio Grande-RS	Não disponibilizou as informações			
Bunge Alimentos S/A	São Francisco do Sul-SC	1.700	1.335	2.550	854.250
Bunge Alimentos S/A	Ponta Grossa-PR	3.150	2.473	4.593	1.538.571
Bunge Alimentos S/A	Cuiabá-MT	1.800	1.413	1.631	546.469
Bunge Alimentos S/A	Rondonópolis-MT	5.300	4.161	4.803	1.609.047
Bunge Alimentos S/A	Campo Grande-MS	1.000	785	1.124	376.449
Bunge Alimentos S/A	Dourados-MS	1.500	1.178	1.686	564.674
Bunge Alimentos S/A	Luziânia-GO	1.500	1.178	1.562	523.293
Bunge Alimentos S/A	Luis Eduardo Magalhães-BA	2.667	2.094	3.413	1.143.241
Baldo S/A	Encantado-RS	293	230	1.846	618.465
Imcopa Ltda.	Araucária-PR	2.000	1.570	2.916	976.870
Imcopa Ltda.	Cambé-PR	1.000	785	1.458	488.435

Continua ...

Tabela 9 – Cont.

Empresa	Localização (cidade – UF)	Soja Cap. Process. (t. de soja/dia)	Farelo de soja		
			Cap. Produção (t.f.s./dia)	Cap. Produção (t.f.s. /dia) Corrigido	Cap. Produção (t.f.s. /ano) Corrigido
Imcopa Ltda.	Guarapuava-PR	1.500	1.178	2.187	732.653
Coamo Agoind. Coop.	Campo Mourão-PR	2.250	1.766	3.281	1.098.979
Coamo Agoind. Coop.	Clevelândia-PR	1.250	981	1.823	610.544
Coamo Agoind. Coop.	Paranaguá-PR	2.000	1.570	2.916	976.870
Caramuru Alimentos Ltda.	Itumbiara-GO	1.700	1.335	1.770	593.066
Caramuru Alimentos Ltda.	São Simão-GO	1.800	1.413	1.874	627.952
Esteve S/A	Rancharia-SP		Processa apenas algodão		
Óleos Menu Ltda.	Guararapes-SP		Processa apenas algodão		
Totais		71.910	56.449	107.900	36.146.500

t.f.s. = tonelada de farelo de soja.

Fonte: ABIOVE (2004) e dados da pesquisa.

Cada um dos pólos candidatos à instalação de uma agroindústria teve como potencial fornecedor de farelo de soja somente um dos 31 municípios-sede de empresas esmagadoras. Cada um desses municípios possuía pelo menos uma planta esmagadora de soja. A escolha do município fornecedor de farelo de soja foi realizada em razão da menor distância entre ele e o respectivo pólo candidato.

A relação dos municípios potenciais ofertantes de farelo de soja para os pólos candidatos, assim como as quantidades a serem transferidas para suprir a demanda pela agroindústria, está apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 – Relação dos pólos candidatos, respectivos ofertantes de farelo de soja, quantidades disponíveis deste insumo, distâncias rodoviárias que irão percorrer e custo de transporte, considerando-se o frete de R\$0,099/t/km

Origem/Destino	Distância (km)	Quant. Disp. (t)	Frete (R\$/t)	Preço FOB (R\$/t)	Frete + Preço FOB (R\$/t)
Luziânia-GO/Cristalina-GO	74	523.293,10	7,33	594,59	601,92
Ourinhos-SP/Cândido Mota-SP	70	1.227.806,60	6,93	606,54	613,47
Araucária-PR/Mafra-SC	106	976.870,23	10,49	617,45	627,94
Alto Araguaia-MT/Chapadão do Sul-MS	325	728.625,00	32,18	573,27	605,45
Luziânia-GO/Unaí-MG	195	523.293,10	19,31	594,59	613,90
Cuiabá-MT/Lucas do Rio Verde-MT	357	546.468,75	35,34	573,27	608,61

Fonte: GUIA QUATRO RODAS (2004), SIFRECA (2004), ABIOVE (2004) e dados da pesquisa.

Os códigos das variáveis que representam o percentual da demanda de farelo de soja transferido entre as origens e destinos são, respectivamente, SLUZCRI, SOURCMO, SARAMAF, SALACSU, SLUZUNA e SCUILRV.

6.3. Resultados do modelo de localização

O modelo de localização utilizado neste trabalho encontra-se, em sua totalidade, no Anexo 1, e dele derivaram outros 22 modelos. Em face da necessidade de vincular a escolha do local de abertura da planta ao mercado consumidor vislumbrado pela empresa, realizou-se uma análise mais ampla do tema, sendo a escolha do mercado consumidor uma decisão da agroindústria.

O problema de localização para o qual esta pesquisa se direcionou foi modelado visando atender ao objetivo de minimizar o somatório dos custos de aquisição do milho e do farelo de soja, dos custos de transporte desses insumos até as agroindústrias, dos custos de transporte de carnes até os mercados consumidores e, ainda, de um componente fixo, que é o custo de abertura da instalação agroindustrial.

Na função objetivo do modelo inicial, os valores associados às seis primeiras variáveis, que representam os pólos candidatos, são os respectivos custos de abertura de uma unidade nesses pólos, sendo valores fixos e constantes em todos os pólos.

Os valores que acompanham as variáveis referentes às transferências de milho indicam o custo de atendimento de toda a demanda de milho naqueles pólos a partir de suas regiões ofertantes de milho, e os valores atribuídos às variáveis após a solução do modelo apontam o percentual da demanda total de milho de cada pólo, que será suprido por dada região que oferta milho. No caso das variáveis referentes à transferência de farelo de soja, os valores associados a elas evidenciam o custo total de atendimento de toda a demanda de farelo de soja naqueles pólos a partir das respectivas regiões ofertantes de farelo de soja, enquanto os valores designados às variáveis conquanto resultados do modelo revelam o percentual da demanda total de farelo de soja de cada pólo, que será suprido por dada região que oferta farelo de soja.

Em se tratando das carnes, os valores atribuídos às variáveis relativas ao transporte desse produto, dos pólos candidatos a sede da agroindústria até os pólos consumidores de carne representam o custo de atendimento de toda a demanda atribuída a cada um dos pólos consumidores, a partir de cada um dos

pólos candidatos à sede da agroindústria. Os valores assumidos por essas variáveis após a solução do modelo indicam o percentual da demanda total de carne que será suprido por um pólo que oferta carne.

Os percentuais relativos ao atendimento da demanda de milho, juntamente com aqueles relacionados ao atendimento da demanda de farelo de soja e de carnes, são apresentados nas Tabelas 11, 12 e 3A (esta última do Apêndice A).

Tabela 11 – Participação percentual (%) de cada um dos pólos ofertantes de milho no suprimento deste insumo em cada um dos pólos candidatos, quando selecionados pelo modelo

Ofertantes de milho	Pólo candidato	Ofertantes de milho	Pólo candidato	Ofertantes de milho	Pólo candidato	Ofertantes de milho	Pólo candidato	Ofertantes de milho	Pólo candidato
	CCMO		CLRV		CMAF		CCRI		CCSU
MSAP	3,72	MLRV	100,00	MSMS	18,97	MCRI	100,00	MCSU	46,39
MCPR	19,73			MTES	38,17			MATA	16,72
MCMQ	2,65			MIRA	42,86			MSGO	11,38
MASU	29,45							MJAT	25,52
MCBE	5,11								
MMAR	3,11								
MMSU	9,83								
MCRU	13,64								
MITB	12,76								

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas variáveis, a letra M inicial indica pólo ofertante de milho e a letra C, pólo consumidor de carne. As outras três letras que compõem as variáveis possuem os seguintes significados: SAP – Santo Antônio da Platina, PR; CPR – Cornélio Procópio, PR; CMQ – Conselheiro Mairinck, PR; ASU – Alvorada do Sul, PR; CBE – Cambé, PR; MAR – Marialva, PR; MSU – Marilândia do Sul, PR; CRU – Cruzmaltina, PR; ITB – Itambé, PR; CMO – Cândido Mota, PR; LRV – Lucas do Rio Verde, MT; SMS – São Mateus do Sul, PR; TES – Teixeira Soares, PR; IRA – Irati, PR; MAF – Mafra, SC; CRI – Cristalina, GO; CSU – Chapadão do Sul, MS; ATA – Alto Taquari, MT; SGO – São Gabriel do Oeste, MS; e JAT – Jataí, GO.

Tabela 12 – Participação percentual (%) de cada um dos pólos ofertantes de farelo de soja no suprimento deste insumo em cada um dos pólos candidatos, quando selecionados pelo modelo

Ofertantes de farelo de soja	Pólo candidato	Ofertantes de farelo de soja	Pólo candidato	Ofertantes de farelo de soja	Pólo candidato	Ofertantes de farelo de soja	Pólo candidato	Ofertantes de farelo de soja	Pólo candidato
	CCMO		CLRV		CMAF		CCRI		CCSU
SOUR	100,00	SCUI	100,00	SARA	100,00	SLUZ	100,00	SALA	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas variáveis, a letra S inicial indica pólo ofertante de farelo de soja e a letra C, pólo consumidor de carne. As outras três letras que compõem as variáveis possuem os seguintes significados: OUR – Ourinhos, SP; CMO – Cândido Mota, SP; CUI – Cuiabá, MT; LRV – Lucas do Rio Verde, MT; ARA – Araucária, PR; MAF – Mafra, SC; LUZ – Luziânia, GO; CRI – Cristalina, GO; ALA – Alto Araguaia, MT; e CSU – Chapadão do Sul, MS.

Dentre as restrições do modelo de localização, ressaltam-se as exigências de que todas as demandas de milho e farelo de soja deveriam ser plenamente atendidas, devendo também ocorrer o pleno atendimento das demandas de carnes atribuídas aos pólos consumidores desses produtos. Foi, ainda, indicado no modelo que toda a carne produzida deveria ser escoada.

Observadas as formas como as variáveis devem ser interpretadas e tendo em vista as restrições adotadas, pode-se melhor interpretar os resultados dos modelos. De acordo com a solução do modelo inicial, a cidade de Cândido Mota, SP, foi a que apresentou o menor valor para a função objetivo, sendo escolhida para sediar a agroindústria, quando se restringe o modelo à abertura de uma única planta (Tabela 13). Tal definição resulta das características que fazem dessa a melhor localização em relação às demais.

Primeiramente, pode-se considerar a proximidade dessa região com o Estado do Paraná, maior produtor de milho do Brasil e provedor de todo o milho destinado à unidade de Cândido Mota. O milho do Paraná foi o terceiro mais barato do país no ano de 2002. Ao considerar, em vez dos preços do milho no ano 2002 a média dos preços reais dos milho, entre os anos de 1994 e 2004, verificou-se que o Estado do Paraná apresentou um preço 5,80% mais baixo que o de Goiás, 1,40% menor que o de Mato Grosso do Sul e apenas 2,70% maior que o praticado no Estado do Mato Grosso. Essas informações permitem inferir que, caso fossem utilizados, neste trabalho, os preços médios do milho dos últimos 10 anos, existiria uma folga ainda maior na escolha de Cândido Mota, SP.

O pólo de Cândido Mota, SP, em relação os pólos localizados no Centro-Oeste, possui, em razão de sua posição geográfica, menor custo de escoamento das carnes. Logo, ao ser utilizado um preço de milho com menor diferencial²⁶ em

²⁶ Observa-se, ainda, uma estreita relação com a teoria de Von Thünen, uma vez que os preços do milho nas regiões mais distantes do centro consumidor (Centro-Oeste) apresentam-se, em anos mais recentes (2002) relativamente mais barato do que o milho oriundo das regiões mais próximas do mercado consumidor (Paraná), em comparação com a relação obtida na análise dos preços históricos – 1994 a 2004.

relação àqueles provenientes dos pólos do Centro-Oeste, a escolha por esse município tornar-se-ia ainda mais evidente.

O farelo de soja foi adquirido no Estado de São Paulo e, apesar de não estar entre os de menor preço do país, apresenta o menor custo de transporte dentre as demais opções locais, e esse pode ser todo proveniente de Ourinhos, SP, que está a apenas 70 km de distância do pólo escolhido. Outro importante fator que contribuiu para que esse pólo fosse indicado, em detrimento de algum pertencente à Região Centro-Oeste, foi, além do custo de reunião dos insumos, a maior proximidade do mercado consumidor. O fato é que 72% da demanda em questão está localizada nas Regiões Sul e Sudeste, sendo 35% no Sudeste, 17% no Sul e 20% correspondente à demanda externa, escoada através de dois portos do Sul e um do Sudeste.

Ao modificar o modelo original, inserindo a restrição de que duas plantas agroindustriais, de mesmo porte, deveriam ser abertas, os resultados não mais apontaram para o Estado de São Paulo, indicando que essas unidades deveriam ser implantadas uma em Cristalina, GO, e outra em Mafra, SC. Essas são opções de localização que, sem dúvida, têm o intuito de dividir o mercado consumidor de carnes quanto aos pólos que lhes proverão esses produtos. Na Tabela 3A (Apêndice A) é possível observar uma divisão no atendimento dessa demanda, em que esta visa diminuir o custo total do transporte de carnes. Tem-se, então, Mafra como provedora da demanda da Região Sul, dos três portos e de mais de 80% da demanda do Estado de São Paulo; à Cristalina é delegado o atendimento das demais regiões do país.

Ao inserir a restrição de que três plantas deveriam ser abertas, a resposta foi a inserção de Cândido Mota nas duas anteriores (Cristalina, GO, e Mafra, SC). No entanto, ao inserir no modelo a obrigatoriedade da abertura de quatro plantas, inclui-se o pólo de Lucas do Rio Verde, MT, e, com cinco plantas em operação, passa a integrar esse grupo o pólo de Chapadão do Sul, MS.

Tabela 13 – Pólos escolhidos para a abertura da agroindústria, de acordo com o número de plantas abertas e de acordo com o mercado consumidor a ser atendido

Atendimento das demandas interna e externa	
Nº de plantas abertas	Pólo escolhido
1	Cândido Mota, SP
2	Cristalina, GO, e Mafra, SC
3	Cristalina, GO, Mafra, SC, e Cândido Mota, SP
4	Cristalina, GO, Mafra, SC, Cândido Mota, SP, e Lucas do Rio Verde, MT
5	Cristalina, GO, Mafra, SC, Cândido Mota, SP, Lucas do Rio Verde, MT, e Chapadão do Sul, MS
Atendimento da demanda interna	
Nº de plantas abertas	Pólo escolhido
1	Cristalina, GO
Atendimento da demanda externa	
Nº de plantas abertas	Pólo escolhido
1	Mafra, SC
Atendimento da demanda interna da Região Sul	
Nº de plantas abertas	Pólo escolhido
1	Mafra, SC
Atendimento da demanda interna da Região Nordeste	
Nº de plantas abertas	Pólo escolhido
1	Cristalina, GO
Atendimento da demanda interna da Região Norte e, ou da Região Centro-Oeste	
Nº de plantas abertas	Pólo escolhido
1	Lucas do Rio Verde, MT
Atendimento da demanda interna da Região Sudeste	
Nº de plantas abertas	Pólo escolhido
1	Cândido Mota, SP

Fonte: Dados da pesquisa.

Com o aumento do número de instalações abertas, teve-se um crescimento do valor da função objetivo, ou seja, do custo total associado ao modelo, o que resultou no aumento dos custos fixos e variáveis. Entretanto, foi observado redução no custo de atendimento unitário da demanda, que é um custo variável, à medida que outras instalações foram sendo abertas até o número de quatro plantas, ocorrendo aumento do custo de atendimento unitário com a abertura da quinta planta, em Chapadão do Sul. Essa inferência foi possível dada a observação de que o valor da função objetivo, até a abertura da quarta unidade, apresentou aumento menos que proporcional ao da demanda atendida ou, ainda, ao número de instalações abertas. A solução de mínimo custo desses modelos alternativos passa por uma segmentação natural do atendimento dos mercados consumidores, em que cada planta suprirá uma região específica quanto à demanda de carnes. Ainda assim, visando propor soluções variadas e que possam servir a distintas iniciativas de empreendimento, optou-se por buscar a solução de modelos com o atendimento de mercados específicos, mas a partir de uma única agroindústria.

Dois outros modelos de localização foram estruturados, sendo um com o objetivo de atender somente à demanda interna da Região Sul e outro, somente à demanda externa, via portos de Itajaí, Paranaguá e Santos. Verificou-se que a cidade de Mafra, SC, foi a resultante desses dois modelos de localização, sendo importante enfatizar que o Porto de Itajaí, em Santa Catarina, é o de maior importância no que tange às exportações brasileiras de carnes.

No caso de uma planta que vise ao atendimento somente do mercado interno, a localização indicada foi a cidade de Cristalina, no Estado de Goiás. Cristalina apresentou excedente de milho, na própria microrregião, mais que suficiente para atender toda a demanda de uma agroindústria, o que implica, segundo pressupostos deste estudo, custo de transporte de milho igual a zero. Quanto ao preço FOB do milho, o Estado de Goiás apresentou um valor quase 7% inferior ao de São Paulo, o que veio colaborar para que esse novo resultado fosse preferível à indicação do Sudeste. Tratando-se ainda dos insumos, o farelo de soja, em Goiás, apresentou preço 2% abaixo do praticado em São Paulo, sendo seu custo de transporte aproximadamente o mesmo nas duas regiões. Em

face desses resultados, conclui-se que, com uma redução da demanda atribuída ao Sul e Sudeste do país, através do não-atendimento das exportações, visto que os portos considerados no modelo estão localizados nessas duas regiões, o peso do custo do transporte de carnes para essas regiões foi menor, implicando interiorização regional dos investimentos na agroindústria, conduzida pelo menor custo de reunião das matérias-primas.

Ao analisar a possibilidade de atendimento da demanda de carnes somente na Região Nordeste do Brasil, verificou-se que o pólo de Cristalina foi o escolhido, em razão de apresentar o menor custo total. Além do menor custo dos insumos nessa região, comparativamente ao Sudeste, Cristalina destacou-se pelo fato de ser o pólo de maior proximidade com o Nordeste, o que permite custos de transporte de carne reduzidos.

Em se tratando do atendimento das Regiões Norte e, ou, Centro-Oeste, as quais, em conjunto, apresentavam demanda de carne inferior à das Regiões Nordeste e Sul isoladamente, o pólo escolhido foi o de Lucas do Rio Verde, MT. Sobre essa decisão pesam a grande proximidade dessa cidade àqueles mercados consumidores referenciados anteriormente e o fato de esta apresentar o menor preço dos insumos do país.

Concluindo a seqüência de modelos de atendimento às regiões restritas, tem-se o pólo de Cândido Mota, SP, como o escolhido para sediar a produção de carnes direcionada ao suprimento da Região Sudeste. Esse resultado tem como base os mesmos fatores que fizeram desse pólo o de menor custo total para o atendimento de todo o país e o fato de ter grande proximidade com os principais centros consumidores de carne e pólos ofertantes de milho e farelo de soja.

Os resultados até então apresentados são explicados em função das variações inter-regionais dos custos de aquisição dos insumos e distribuição dos produtos. Com o propósito de imprimir maior confiabilidade a essas explicações e evidenciar as vantagens comparativas de cada um dos pólos, foram modeladas situações nas quais a demanda interna do país e a demanda externa deveriam ser atendidas, em que ora os custos relativos a um produto, ora os relativos a outro seriam utilizados para influenciar a decisão locacional.

Primeiramente, consideraram-se os custos de aquisição e transporte do

farelo de soja como os únicos fatores a influenciar a localização da agroindústria. Nessa situação, o modelo indicou a cidade de Cristalina, GO, como o pólo, em função de todo o farelo de soja ser coletado a uma distância de apenas 74 km do referido pólo. Apesar de o Estado de Goiás ter apresentado preço FOB do farelo de soja superior ao de Mato Grosso e ao de Minas Gerais, nesses estados esse produto deveria ser transportado por maiores distâncias. Com isso, os custos excessivos com transporte sobrepujariam a economia com o menor preço do insumo, resultando em um custo total do farelo de soja superior para os Estados de Mato Grosso e Minas Gerais. Em uma segunda condição, na qual foram considerados somente os custos envolvendo o milho, e em uma terceira modelagem, na qual foram considerados os custos conjuntos relativos aos insumos milho e farelo de soja, a solução do modelo apontou para o pólo de Lucas do Rio Verde, MT. Ocorreu que o Estado de Mato Grosso apresentou o menor preço FOB de milho do país, sendo este 16% menor que o de Goiás e 22% mais barato que o de São Paulo, tendo sido ainda o mais competitivo no preço do farelo de soja, o qual foi 4% menor que em Goiás e 5,5% menor que em São Paulo.

O modelo que buscou minimizar os custos relacionados com o milho e com as carnes indicou como solução mais econômica o pólo de Mafra, SC, ao passo que o modelo voltado para a minimização dos custos referentes ao farelo de soja e às carnes apontou para Cândido Mota, SP. Notou-se, nesses modelos, o peso do custo de transporte das carnes como fator de atração das indústrias para regiões mais próximas das áreas de maior concentração de demanda. No entanto, torna-se necessário atentar para algumas limitações dos resultados, para que estes sejam mais bem interpretados, evitando distorções nas conclusões. No que se refere à indicação de um pólo para sediar uma unidade agroindustrial, deve-se interpretar não como a indicação daquele município como pólo, mas sim a indicação do espaço geográfico constituído por este e pelos municípios contíguos a ele. A explicação para essa aparente distorção de resultados é o fato de que inúmeras outras informações, relevantes para a localização de uma agroindústria, não foram consideradas no modelo, podendo implicar pequenas variações de resultados. Citam-se como alguns desses fatores o clima, a disponibilidade de

mão-de-obra e a infra-estrutura urbana. Essa ressalva, em momento algum, deve ser entendida como algo que comprometa a integridade dos resultados do modelo de localização, tendo em vista que os principais fatores locacionais para a agroindústria de abate e processamento de aves e suínos foram considerados na análise, sendo estes os preços dos principais insumos e os custos de transporte de reunião dos insumos e distribuição dos produtos.

Além das indicações de localização dos modelos, pôde-se extrair desses resultados algumas informações relativas à participação dos custos relacionados com o milho, com o farelo de soja e com as carnes nos custos variáveis e nos custos totais associados à agroindústria. Considerando a localização principal, que é em Cândido Mota, SP, foi elaborada a Tabela 14. Esta ilustra a participação dos custos relacionados com os fatores milho e farelo de soja e com as carnes nos custos variáveis e totais.

Tabela 14 – Participação dos custos relacionados ao milho, ao farelo de soja e às carnes, nos custos variáveis e nos custos totais, considerando-se Cândido Mota, SP, como a cidade pólo

Itens de custo	Valor (R\$)	CV (%)	CT (%)
Preço FOB do milho	122.544.115,10	48,52	18,44
Preço FOB do farelo de soja	85.862.973,02	34,00	12,92
Custo de transporte do milho	7.452.658,90	2,95	1,12
Custo de transporte do farelo de soja	977.026,98	0,39	0,15
Custo de transporte das carnes	35.713.000,00	14,14	5,37
Custo variável total	252.549.774,00	100,00	38,00
Custo fixo total	412.000.000,00		62,00
Custo total	664.549.774,00		100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se, nessa tabela, que o custo referente à compra do milho é responsável por quase metade dos custos variáveis aqui considerados, seguido do

custo de aquisição do farelo de soja, em que este responde por 34% dos custos variáveis e pelos custos de transportes envolvidos, que representam os demais 17,48%. Destacam-se, ainda, os custos de transporte de carnes, que representam 81% dos custos totais com transporte.

O alto custo com compra e transporte de milho é reflexo da elevada participação desse insumo no processo produtivo, sendo este o item de maior participação nas rações formuladas, tanto para aves quanto para suínos. Quanto à elevada soma destinada ao transporte de carnes em relação ao transporte dos insumos, pode-se dizer que esse resultado é consequência de duas situações, sendo estas a dispersão da demanda de carnes e o valor unitário do frete para cargas frigorificadas. Dado que neste modelo se optou pelo atendimento de todas as regiões do país, dividiu-se a produção de uma planta agroindustrial para todos os estados, de modo proporcional à participação do estado na demanda brasileira de carnes. Em razão de uma só planta atender todo o país, as distâncias em que as carnes foram transportadas eram relativamente grandes. Já no que se refere ao frete, tem-se que o seu valor em reais por quilômetro é, em média, 74% maior que o frete para o transporte de grãos, o que pode ser explicado pela menor tonelage por viagem, pelo maior valor dos ativos fixos envolvidos e pelo maior consumo de combustível em função do equipamento de refrigeração.

Em se tratando dessas relações entre quantidades transportadas e custos unitários de transporte, verificou-se, neste trabalho, que, somando a quantidade a ser transportada de milho e farelo de soja e dividindo esse resultado pela quantidade a ser transportada de carne $[(450.496,71 \text{ t de milho} + 141.561,93 \text{ t de farelo de soja})/260.000 \text{ t de carnes}]$, obtém-se quociente de 2,28, o que indica que para cada tonelada de carne transportada são movimentadas 2,28 toneladas de milho e farelo de soja, conjuntamente. Para obter a relação entre os custos unitários de transporte, dividiu-se o frete médio do transporte de grãos pelo frete médio do transporte de carnes frigorificadas, ambos expressos em reais por tonelada por quilômetro, obtendo-se o valor de 1,74. Tal resultado indica que o frete para o transporte de carnes frigorificadas é, em média, 74% superior ao frete praticado para o transporte de grãos. Logo, em virtude de a razão das quantidades ser superior à razão dos preços, pode-se concluir que é mais econômico para uma

agroindústria de abate e processamento de aves e suínos localizar-se relativamente mais próximo das fontes de insumos que dos mercados consumidores.

Além das informações até então extraídas, pôde-se fazer uma inferência quanto aos incentivos fiscais que um estado precisaria conceder à empresa para que, suplantando as vantagens comparativas de outros estados, possa tornar-se sede da agroindústria em questão.

Considerando os gastos anuais com custos variáveis, ou seja, com a compra e o transporte dos fatores de produção (milho e de farelo de soja) e com o transporte das carnes, observou-se que o maior diferencial de custos ocorreu entre os Estados de São Paulo e Minas Gerais, representados pelos pólos de Cândido Mota e Unaí, respectivamente. O diferencial entre eles foi de 4,79%, que em valores reais no ano de 2002 equivale a R\$12.105.800,00. Logo, esse deveria ser o montante de benefícios a serem concedidos por Minas Gerais para que a empresa fosse indiferente a instalar-se em qualquer desses estados, sendo crescente a vantagem econômica na escolha por Minas Gerais, à medida que os benefícios suplantassem esse valor. Tal diferencial em relação a São Paulo apresentou valores menores nos outros estados, sendo de R\$3.492.100,00 (1,38%) em Mato Grosso do Sul, R\$3.146.900,00 (1,25%) em Goiás, R\$1.370.700,00 (0,54%) em Santa Catarina e R\$1.341.700,00 (0,53%) em Lucas do Rio Verde. Há de se considerar que Minas Gerais apresentou o maior custo variável, principalmente pelo fato de o milho proveniente de Minas Gerais ter sido o mais caro dentre os oriundos dos demais estados ofertantes desse insumo. Caso a agroindústria fosse aberta em Unaí, previu-se que 85% do milho seria proveniente desse mesmo pólo, tendo sua demanda complementada pelo Estado de Goiás.

Os benefícios podem ser concedidos de diferentes formas, como a doação de terrenos, a isenção ou a redução de impostos na compra de equipamentos ou na venda de produtos, por um período de tempo. Considerando o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS), que incide sobre o valor dos produtos vendidos, é possível inferir quanto à redução percentual do ICMS para que o Estado de Minas Gerais se torne atrativo ao investimento,

comparativamente a São Paulo. De acordo com PERDIGÃO (2004), o faturamento estimado de uma unidade agroindustrial desse porte é de R\$1 bilhão por ano, e, dividindo o diferencial de custo entre os dois estados por esse valor, chega-se ao percentual de redução de ICMS, que seria de 1,21%, ressaltando-se que esse benefício deveria ser concedido anualmente.

Este trabalho, no entanto, não buscou abordar de modo mais amplo e detalhado a legislação relativa ao ICMS, nem mesmo considerou os incentivos fiscais atualmente concedidos, atendo-se em aprofundar a análise dos fatores locacionais considerados principais. Entende-se ainda que os incentivos fiscais, embora importantes, possuem caráter efêmero e são fortemente influenciados por decisões políticas, ao passo que os fatores locacionais clássicos são de caráter duradouro e influenciados, na maioria das vezes, por forças de mercado.

6.4. Resultados do modelo de transporte

Os custos relativos ao milho – transporte e preço FOB – são, dentre os fatores considerados nesta pesquisa, os que mais oneram o custo de produção de aves e suínos, sendo responsáveis por aproximadamente 52% dos custos variáveis e 20% dos custos totais (custo de atendimento + custo de abertura), tornando-se decisivos na determinação da localização das plantas agroindustriais. Verificou-se, nesta pesquisa, que a soma dos custos de aquisição e transporte do milho representou um montante anual de R\$129.996.774,00. Assim, buscou-se elaborar um modelo que contemplasse o transporte de milho, já previsto no modelo de localização, e possibilidades de transporte alternativos que viabilizassem a aquisição do insumo em regiões mais distantes, visando ao atendimento de uma unidade agroindustrial localizada na cidade de Cândido Mota, SP. Esse modelo, juntamente com seus resultados, encontram-se no Anexo 2.

No que se refere às regiões de oferta de milho, foram escolhidos os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul por apresentarem, no ano de 2002, preço FOB do milho inferior ao observado no Estado do Paraná, então

fornecedor de milho para São Paulo, de acordo com o modelo básico de transporte. Incluiu-se também o Estado de Goiás, por ser um tradicional produtor de grãos e ter acesso direto a uma hidrovia, modal considerado de menor custo unitário de transporte e que poderia tornar viável a compra de milho naquele estado.

Apesar de terem sido incluídas regiões com menor preço FOB do milho por tonelada e modais com menor frete unitário, nenhuma das alternativas de transferência de milho apresentou solução com valor da função objetivo inferior à proposta de transferência de milho indicada no modelo de localização. Tais resultados corroboram as informações disponíveis em NAZÁRIO (2005), em que o referido autor apontou que a uma distância de até 480 km o modal rodoviário é mais competitivo para cargas de até 27 t. A solução indicada pelo modelo de transporte como a mais econômica consistiu na compra do milho em nove pólos distintos, no Estado do Paraná, e no seu transporte até Cândido Mota, SP, por rodovia. Os equipamentos de transporte considerados foram carretas com 27 t de capacidade de carga, e o transporte do milho nos percursos selecionados oscilou de 89 a 260 km; e os pólos de oferta de milho com as respectivas quantidades transferidas foram as seguintes: Santo Antônio da Platina, PR, 16.766,63 t; Cornélio Procópio, PR, 88.887,93 t; Conselheiro Mairinck, PR, 11.927,99 t; Alvorada do Sul, PR, 132.695,39 t; Cambé, PR, 22.997,95 t; Marialva, PR, 14.020,95 t; Marilândia do Sul, PR, 44.277,92 t; Cruzmaltina, PR, 61.428,80 t; e Itambé, PR, 57.493,15 t. Os percursos de cada uma dessas cidades até Cândido Mota, SP, foram representados no modelo de transporte como rotas, pelas variáveis de R1 a R9, respectivamente, descritas no item fonte e descrição dos dados.

Partindo do princípio de que o Estado do Paraná é o maior produtor de milho do Brasil e que aí foram encontrados pólos com excedentes de milho suficientes para suprir a demanda da agroindústria em estudo, não haveria como justificar o estudo de vias alternativas. Entretanto, relembando a Teoria de Von Thünen, que trata do posicionamento das diversas culturas em relação a um mercado consumidor central, verificou-se uma possibilidade futura de deslocamento da produção de grãos, em especial o milho, para regiões de

fronteira agrícola mais distantes dos centros de consumo do Sul e Sudeste. Esse evento ocorreria em razão de os grãos serem culturas que proporcionam baixo lucro por hectare, e, com a valorização da terra nas regiões tradicionais, a cultura do milho migraria para locais em que o fator terra fosse mais barato, uma vez que essa seria pressionada por culturas de maior valor unitário ou outro tipo qualquer de ocupação do solo que possa pagar um preço mais elevado pelo uso desse fator. Com a interiorização da cultura do milho, faz-se necessário conhecer sistemas de transporte mais eficientes que imputem menor ônus à transferência desse produto para os centros de demanda, atenuando a queda do preço FOB nessas novas regiões produtoras, queda essa necessária para compensar o acréscimo de preço proveniente do custo de transporte até as regiões consumidoras. Com isso, torna-se possível que o milho tenha competitividade junto ao consumidor final, em face da concorrência daquele produzido nas regiões tradicionais.

Visando atender a essa potencial situação, o problema de transporte foi remodelado, desconsiderando-se o milho paranaense, e buscou-se verificar, por meio da operacionalização de modelos alternativos, quais eram as novas rotas pelas quais o milho iria chegar até o centro de demanda de Cândido Mota, SP. Descreveram-se, então, os percursos alternativos, do mais econômico para o menos econômico.

Excluindo o Estado do Paraná enquanto fornecedor de milho, as alternativas mais econômicas encontradas seriam as rotas R12 e R22, respectivamente. Pela primeira rota seria transportada 208.964,69 t de milho, equivalente a 46,39% da demanda da agroindústria, sendo a compra realizada em Chapadão do Sul, MS. A partir daí, o milho seria transportado através da FERRONORTE até Aparecida do Taboado, MS, de onde seguiria por hidrovia, no rio Paraná, até o terminal de Presidente Epitácio, SP. Nesse ponto, o milho seria embarcado nos vagões da ALL, seguindo até o destino final, Cândido Mota, SP. Pela R22 passariam 241.532,03 t de milho, o equivalente a 53,61% da demanda gerada em Cândido Mota. A compra do grão seria realizada em Lucas do Rio Verde, MT, e seguiria pela FERRONORTE e, posteriormente, pela FERROBAN até São José do Rio Preto, SP. Nesse ponto, haveria o transbordo da carga para carretas, e, usufruindo do modal rodoviário, o milho atingiria

Cândido Mota.

Excluindo-se R12 e R22, o milho deveria atingir Cândido Mota através da rota R19. Esta rota tem início com a compra do milho em Lucas do Rio Verde, pólo em que o excedente de milho é suficiente para atender à demanda da agroindústria em estudo. O milho seguiria pela FERRONORTE até Aparecida do Taboado, onde, por meio de um terminal multimodal, que ainda está em fase de projeto, passaria para barcaças, tendo o restante da viagem o mesmo percurso da rota R12.

A décima terceira e a décima quarta rota de maior economia no custo de transferência de milho foram R16 e R13, respectivamente. Com essa configuração de captação de milho seria escoado pela R16 74% do milho demandado pela agroindústria. Esse produto seria adquirido em Maracaju, MS, e transportado por rodovia até Campo Grande, MS, a partir de onde seguiria pela FERROBAN até Rubião Júnior, SP, e, através dos trilhos da ALL, chegaria a Cândido Mota. Para o milho proveniente de Maracaju, esse percurso era o de menor custo, em comparação com a possibilidade referente à rota R17, na qual, a partir de Campo Grande, o milho seguiria pela FERROBAN somente até Bauru, SP, onde seria realizado o transbordo da carga para carretas, que seguiriam até Cândido Mota. Os diferenciais de custo entre algumas rotas foram pequenos, entretanto, dada a grande quantidade de milho demandada, R\$1,00 de economia na compra e transporte de uma tonelada de milho significa R\$450.496,71 economizados ao longo de um ano. Quanto à rota R13, esta supriria os 26% restantes da demanda, sendo o milho originário de Chapadão do Sul e transportado por ferrovia até São José do Rio Preto e daí, por rodovia, até Cândido Mota. As rotas R14 e R15 eram opções para escoar o milho de Chapadão do Sul, entretanto eram menos eficientes que a R13.

A solução de transporte seguinte seria pelas rotas R17, já descrita, e pela R18, que atenderiam 74 e 26% da demanda, respectivamente. A R18 refere-se à aquisição do milho em Jataí, GO, e seu transporte por rodovia até São Simão, onde existem terminais portuários. Por meio da estrutura disponível nesses portos, o milho era transferido para as embarcações, que percorreriam, por hidrovia, o percurso até o porto de Presidente Epitácio, de onde seguiria até

Cândido Mota por ferrovia.

Eliminadas as rotas até então apresentadas, as opções seriam as rotas R21, atendendo a 97% da demanda, e R10, com 3% da transferência de milho. A R21 era uma opção de maior custo para o escoamento do milho proveniente de Jataí, em relação à R18, com diferencial de R\$2,19/tonelada de milho. Nessa rota o milho, em vez de ser transportado de São Simão para Presidente Epitácio, continuava a utilizar o modal rodoviário, mas, dessa vez, seu destino eram os terminais de Pederneiras, SP, de onde o milho seguiria por rodovia até Cândido Mota. Na R10, assim como na R22, o milho era proveniente de Lucas do Rio Verde, MT, no entanto era uma forma menos econômica, em R\$21,78/tonelada, uma vez que o milho seguia por rodovia até São Simão, GO, a partir de onde tinha o mesmo percurso da rota R18. Sendo o Estado do Mato Grosso o de menor preço do milho, tem-se que o alto custo dessa transferência era causado pelo uso do modal rodoviário, reconhecidamente ineficiente para o transporte de grãos a longas distâncias.

As rotas R11, R20 e R23 eram alternativas para o escoamento do milho de Lucas do Rio Verde, no entanto eram preteridas em relação às opções anteriormente citadas, por apresentarem maior custo de transporte, implicando ineficiência da combinação modal.

Os resultados do modelo de transporte contemplam, unicamente, o transporte de milho dos pólos selecionados como ofertantes de milho até o pólo demandante desse insumo, sendo esse o município de Cândido Mota, SP, não se considerando, portanto, o escoamento das carnes. Entretanto, tendo em vista haver uma situação real, em que carnes frigorificadas eram transportadas por ferrovias, em contêineres, de Cascavel, PR, até o porto de Paranaguá, optou-se por realizar uma comparação entre os modais rodoviário e ferroviário para a exportação das carnes oriundas de Cândido Mota, SP.

Em se tratando do transporte por rodovia ou por ferrovia, o embarque das carnes deveria ser realizado pelo Porto de Santos, em razão de este ser o porto marítimo mais próximo de Cândido Mota, SP. A distância rodoviária relativa ao percurso Cândido Mota–Santos era de 497 km, e, aplicando um frete de R\$0,1497/t/km, tinha-se um custo de transporte de R\$74,40/t de carne.

Considerando, entretanto, o percurso por ferrovia, em que este apresenta uma distância maior que a por rodovia, 721 km, cujo frete unitário é de R\$0,0943/t/km, obtém-se um custo de transporte de R\$67,99/t. Verificou-se, assim, que o transporte de carnes frigorificadas por ferrovia, para esse percurso, mostrou-se mais econômico que o modal rodoviário.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

Os custos logísticos são um dos principais fatores que limitam o ganho de competitividade das cadeias produtivas agroindustriais brasileiras, no caso em estudo as de aves e suínos. Assim, definir pontos de localização economicamente ótimos para as agroindústrias de aves e suínos e soluções de transporte mais eficientes são de suma importância para ampliar a competitividade das referidas cadeias.

O presente estudo teve por objetivos determinar a localização economicamente ótima de novas agroindústrias de suínos e aves no Brasil, considerando a minimização do custo de transporte e aquisição dos insumos milho e farelo de soja, e o custo de transporte das carnes; e, ainda, avaliar alternativas de transporte para a transferência de milho de regiões com menor preço desse insumo até as agroindústrias.

A base teórica deste estudo foram as principais teorias da localização, ou seja, a teoria da localização agrícola de Von Thünen, as regiões econômicas de August Lösch, o modelo de Isard-Moses de substituição de fatores e a teoria weberiana da localização industrial.

Na análise dos problemas locacionais e de transporte, avaliados com base principalmente na teoria de Alfred Weber, aplicou-se o modelo de redes capacitadas, formulado primeiramente para solucionar os problemas locacionais e posteriormente direcionado para a solução do problema de transporte relativo a

esta pesquisa.

Os resultados deste estudo referentes à determinação dos pólos de oferta de milho permitem a conclusão de que, no Brasil, apenas os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás apresentaram pólos com excedente de milho suficiente para suprir a demanda de uma agroindústria do porte da considerada neste trabalho (abate diário de 281.000 aves e 3.500 suínos). No entanto, essa informação não elimina a possibilidade de abertura de agroindústrias de aves e suínos nos demais estados brasileiros, desde que a escala de produção dessas agroindústrias seja compatível com os excedentes de milho regionais.

Quanto à oferta de farelo de soja, enquanto insumo para a produção de aves e suínos, pôde-se observar que, em alguns estados como Goiás e São Paulo, há grande proximidade das esmagadoras com as regiões produtoras de milho. Entretanto, nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, que apresentaram os menores preços de milho do país, a disponibilidade de farelo de soja ocorre a uma distância superior a 300 km dos principais pólos com excedentes de milho. Tal fato implica queda da vantagem locacional proporcionada pelo milho mais barato, em razão do maior custo de transporte de farelo de soja, podendo ser cogitada a implantação de esmagadoras próximas às áreas de excedente de milho, para o suprimento da grande demanda agroindustrial.

Em se tratando dos resultados do modelo de localização com uma única agroindústria, verificou-se que o pólo de Cândido Mota, em São Paulo, foi o local que apresentou menor custo total, considerando tanto o atendimento da demanda interna quanto da demanda externa. A indicação de que uma agroindústria deveria ter como sede um pólo na Região Sudeste, em detrimento dos pólos candidatos do Centro-Oeste, ocorreu porque, além de ter sido considerado na análise o custo com os insumos, utilizou-se o custo de distribuição das carnes. Os resultados apontaram para o fato de que os menores preços do milho e do farelo de soja praticados no Centro-Oeste e, em especial, no Estado de Mato Grosso não foram suficientes para compensar os custos mais elevados com a distribuição das carnes. Esse maior custo ocorre em função do frete mais elevado para cargas frigorificadas e pelo fato de a demanda estar

altamente concentrada no Sudeste e não no Centro-Oeste. Ao excluir a demanda de exportação, atualmente concentrada no Sul e no Sudeste, a melhor localização foi alterada de Cândido Mota, SP, para Cristalina, GO, o que permite inferir que, caso as exportações de carnes passem a ocorrer em portos do Norte ou do Nordeste, o pólo resultante da nova escolha locacional tenderia a orientar-se para a Região Centro-Oeste.

Objetivando a possibilidade de abertura de mais de uma planta, verificou-se que ocorreu redução do custo médio de atendimento até quatro plantas, e estas foram definidas para as cidades de Mafra, SC, Cândido Mota, SP, Lucas do Rio Verde, MT, e Cristalina, GO, em face do menor custo por quilograma de carne enviado ao mercado consumidor. Entende-se, assim, que esse resultado é decorrente da maior proximidade entre a agroindústria e o mercado consumidor, associado à busca de menores custos de oferta dos insumos. Tais resultados apontam para uma decisão locacional que, claramente, considera o custo com o atendimento da demanda de carnes e que o preço do milho e a proximidade deste com as agroindústrias são fatores importantes, mas não suficientes para determinar a localização da agroindústria, uma vez que, no ano de 2002, o milho paranaense apresentou um preço 5,30% mais baixo que o de Goiás, 3,16% maior que o de Mato Grosso do Sul e 11,7% maior que o de Mato Grosso.

Ressalta-se, ainda, que caso as análises fossem realizadas com o preço histórico do milho, ou seja, com o preço médio entre os anos de 1994 e 2004, em vez do preço em 2002, os resultados locacionais não seriam alterados. Essa conclusão decorre do fato de o milho paranaense ter apresentado, na análise histórica, um preço ainda menor, em relação aos outros estados, tendo sido o segundo mais barato do país. Tal evidência permite inferir que a indicação de Cândido Mota, SP, ocorreria com uma folga ainda maior.

Conclui-se, assim, que o milho mais barato por si só não implica decisão locacional, uma vez que os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul apresentaram os menores preços de milho (ano de 2002) e não foram selecionados como pólos para localização agroindustrial e nem mesmo como fornecedores de milho no modelo de localização inicial.

Foi também verificado nesta pesquisa que, além da existência de uma

localização central, em que se considera o atendimento de todos os centros de demanda de carne, existem outras possibilidades de localização, as quais são determinadas em função dos custos de reunião dos insumos e de atendimento de mercados consumidores específicos. Esses mercados podem ser considerados como possíveis estratégias para as empresas comercializarem seus produtos.

Segundo os mercados específicos, os pólos escolhidos foram as cidades de Cristalina, GO, para atender ao mercado consumidor do Nordeste, como também o mercado consumidor interno; Mafra, SC, selecionada para atender ao mercado externo e, ou, a Região Sul; Cândido Mota, SP, a Região Sudeste; e Lucas do Rio Verde, MT, para o atendimento da Região Norte, bem como da Centro-Oeste.

No que se refere aos custos mais significativos para a decisão locacional para a abertura de uma única planta, sendo esta em Cândido Mota, SP, verificou-se que os custos referentes ao milho (aquisição e transporte) corresponderam a mais da metade dos custos variáveis incluídos no modelo. Essa elevada participação do milho nos custos locacionais ocorreu em razão de este ser o insumo mais importante para a produção de aves e suínos. Foi, ainda, observada a elevada participação do custo de transporte das carnes, o que se deve às grandes distâncias percorridas até o mercado consumidor e à elevada tarifa de transporte para produtos frigorificados.

Além das considerações a respeito da localização, em razão dos custos até então considerados, é possível realizar algumas inferências quanto às possibilidades de variações no resultado locacional. Primeiramente, no que tange à concessão de benefícios fiscais, verificou-se que os estados que não foram indicados como primeiro colocado, na classificação das localizações de mínimo custo, poderiam tornar-se sede da agroindústria em virtude de pequenas reduções percentuais nas tarifas de ICMS. Essa alteração da localização de mínimo custo poderia ainda ocorrer por meio da redução ou isenção de outros impostos, concessão de terrenos e, ou, outros benefícios que venham compensar o diferencial do custo total anual entre o pólo alternativo e o pólo de mínimo custo.

Os pólos indicados nesta pesquisa refletem os resultados obtidos de acordo com as variáveis consideradas, variáveis econômicas que são capazes de influenciar a localização, bem como as restrições atribuídas ao modelo.

Entretanto, ainda que esses resultados sejam fundamentados em dados e princípios consistentes, a localização efetiva pode dar-se em algum ponto contíguo ao indicado, em função de variáveis de segunda ordem, como clima, relevo, infra-estrutura local e outras variáveis que podem conduzir a pequenas distorções da localização final indicada.

É, ainda, importante salientar que estudos locacionais devam ser precedidos de uma boa revisão de literatura sobre o segmento de negócio no qual se está operando e, ainda, de maior envolvimento com o problema de pesquisa, a fim de que as principais variáveis sejam inseridas nos modelos.

Sugere-se para futuras pesquisas a utilização de um modelo de programação linear com objetivos múltiplos, podendo esse não só minimizar os custos de abertura, da captação dos principais insumos e do atendimento do mercado consumidor, como também incluir outras variáveis que, mesmo de menor importância econômica, possam contribuir para aumentar a precisão dos resultados. Como exemplo, cita-se a inclusão de variáveis relacionadas com impactos ambientais, fator esse importante na decisão locacional de agroindústrias que promovem a produção de resíduos orgânicos, como é o caso dos dejetos de aves e, principalmente, de suínos.

No que se refere ao modelo de transporte, verificou-se que a melhor solução para captação de milho por uma agroindústria instalada em Cândido Mota, SP, é a compra desse insumo no Estado do Paraná e que o transporte deste seja realizado via rodovia. A proximidade do milho paranaense e o pequeno diferencial do preço desse insumo em comparação com aquele dos estados do Centro-Oeste fizeram que essa fosse uma solução mais eficiente em relação à compra em regiões mais distantes, mesmo usufruindo de modais com menor custo unitário de transporte e de preços FOB inferiores para esse grão.

Este trabalho incluiu, ainda, as principais ferrovias existentes na região de estudo, sendo elas a FERRONORTE, a FERROBAN, a NOVOESTE e a ALL. Assim, considerando os três principais conjuntos de rotas capazes de, individualmente, atender plenamente à demanda total de milho das agroindústrias-alvo deste estudo {R12 e R22}, {R19} e {R13 e R16}, podem-se destacar alguns trechos viários. Em se tratando das rotas de ferrovias, devem-se

considerar os trechos da FERRONORTE, de Lucas do Rio Verde, MT, até Aparecida do Taboado, MS, e da FERROBAN, de Aparecida do Taboado a São José do Rio Preto, por onde seria escoado o milho proveniente de Lucas do Rio Verde, sendo ainda uma segunda opção para o transporte do milho proveniente de Chapadão do Sul, MS; os trechos da NOVOESTE de Campo Grande, MS, até Bauru, SP, da FERROBAN de Bauru a Rubião Júnior, SP, e da ALL de Rubião Júnior a Cândido Mota, SP, visando ao escoamento do milho oriundo de Maracaju, MS, e, por fim, o trecho da ALL de Presidente Epitácio, SP, até Cândido Mota, que serviria para transportar o milho para Cândido Mota, a partir do terminal hidroviário de Presidente Epitácio. Ressalta-se, no entanto, que a FERRONORTE, entre Lucas do Rio Verde e Alto Araguaia, MT, ainda está em fase de projeto.

Quanto às hidrovias, notou-se importância na seção da Hidrovia Tietê-Paraná, que se estende de Aparecida do Taboado, MS, até Presidente Epitácio, com destaque para a execução do projeto do terminal intermodal em Aparecida do Taboado ou em Rubinéia, SP, que está na outra margem do rio Paraná. Atualmente, devido à inexistência desse terminal, não é possível realizar o transbordo de cargas da FERRONORTE para a hidrovia Tietê-Paraná.

Em se tratando das rodovias que compõem as principais rotas de transporte de milho do Paraná até Cândido Mota, SP, têm-se os trechos das rodovias estaduais paranaenses PRs 090, 092, 160, 317, 323, 444, 445, 536, 539, 545 e 546; das rodovias estaduais paulistas SPs 266, 270, 333 e 375; e das BRs 153, 272, 369, 375 e 376, que compõem as rotas entre os pólos que ofertam milho no Estado do Paraná e o pólo-sede da agroindústria em Cândido Mota, SP. Quanto às rodovias usadas para o transporte de milho entre o Estado de Mato Grosso e Cândido Mota, têm-se os trechos da BR - 153, da SP - 333 e da SP - 270, que ligam São José do Rio Preto a Cândido Mota. Objetivando o transporte de milho entre Mato Grosso do Sul e Cândido Mota, têm-se os trechos da MS - 162 e da BR - 060, entre Maracaju e Campo Grande.

As soluções de transporte indicadas permitiram, ainda, concluir sobre algumas nuances da combinação modal. Primeiramente, verificou-se que a participação das rodovias na distância total das rotas citadas neste capítulo não

excedeu os 434 km, sendo a média das distâncias rodoviárias selecionadas de 191 km. Tais números indicam a competitividade do modal rodoviário para o transporte de cargas a pequenas distâncias, característica essa sempre apontada em trabalhos sobre transporte, bem como rotas com distâncias superiores a essas priorizaram outros modais.

Notou-se, também, que os custos de transbordo aumentavam à medida que reduzia a participação do modal rodoviário. Isso se deve ao fato de que, no caso do transporte de grãos, a utilização de caminhões permite que o grão seja coletado na lavoura e, no final do percurso, descarregado diretamente no ponto de consumo, o que normalmente não ocorre quando o modal utilizado é uma ferrovia ou uma hidrovia.

De posse das informações coletadas ao longo da pesquisa e dos resultados, sugere-se para trabalhos futuros a inserção de outra característica dos modais de transporte, a velocidade média de percurso. Tal característica pode diminuir os diferenciais de tarifas ente os modais, pelo fato de que estes, com menores fretes unitários, são aqueles que possuem menor velocidade média. Assim, o modal hidroviário é o mais lento, o que, juntamente com o tempo gasto em transbordo, aumenta o tempo da mercadoria em trânsito, o que pode ser entendido como se o cliente do insumo estivesse com uma necessidade de estoque adicional. Essa situação implica uma despesa extraordinária, resultante dos custos financeiros com o capital empatado, recurso que poderia estar sendo aplicado diretamente na produção.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D.R.D. **Mercados futuros agropecuários**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 86 p. (Apostila para uso exclusivo dos alunos da disciplina – “ERU 664 – Economia de Mercados Futuros”, do curso de Pós-Graduação em Economia Aplicada).

AMÉRICA LATINA LOGÍSTICA DO BRASIL S.A. – ALL. **Solicitação de distâncias ferroviárias**. Disponível via tel. (41) 2141-7409; (41) 2141-7225. Contato em: 16 maio 2005.

ANDRADE, E.; FURST, P.; PARGA, P. **Elementos de programação linear**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 1998. 169 p.

ANDRADE, W.S.P. **Estudo prospectivo das demandas de milho e sorgo**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 124 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ARANTES, P.F. Espaço de sobra. **Agroanalysis**, v. 18, n. 5, p. 23-24, ago. 1998.

ARAÚJO, A.S. **Distância e renda locacional da terra: uma aplicação do modelo de von Thünen**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 67 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO – ABIMILHO. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS – ABIOVE. **Abiove**. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 12 out. 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES – ANFAR. **Demanda de macroingredientes – 2004**. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br>>. Acesso em: 1º dez. 2004.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **As regiões da avicultura brasileira**. Porto Feliz, SP: Gessulli Agribusiness, 2002. n. 9.

AZZONI, C.R. **Teoria da localização**: uma análise crítica. São Paulo: IPE/USP, 1982. 200 p.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos** – Planejamento, organização e logística empresarial/Ronald H. Ballou; trad. Elias Pereira. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 532 p.

BAZARAA, M.S.; JARVIS, J.J.; SHERALI, H.D. **Linear programming and network flows**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1990. 684 p.

BULHÕES, R.; CAIXETA FILHO, J. V. **Análise da distribuição logística da soja na Região Centro-Sul do Brasil através de um modelo de equilíbrio parcial**. Disponível em: <<http://www.upf.br/cepeac/revista/revista15.htm>>. Acesso em: 13 set. 2004.

CAIXETA FILHO, J. V. Logística e transporte no agronegócio brasileiro. **Preços Agrícolas**, p. 3-5, dez. 2000/jan. 2001.

CAIXETA FILHO, J. V.; MARTINS, R.S. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001. 296 p.

CAIXETA FILHO, J.V. Logística e sistemas intermodais de transportes no escoamento de alimentos. In: **II Fórum Cargill de Debates: “logística e transporte – caminho para o desenvolvimento do agribusiness”**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1995. 124 p.

CASTRO, N.; CARRIS, L.; RODRIGUES, B. **Custos de transporte e a estrutura espacial do comércio interestadual brasileiro**. Disponível em: <<http://www.nemesis.org.br>>. Acesso em: 05 jun. 2002.

CLEMENTE, A. **Economia regional e urbana**. São Paulo: Atlas, 1994. 170 p.

CLEMENTE, A.; HIGACHI, H.Y. **Economia e desenvolvimento regional**. São Paulo: Atlas, 2000. 260 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Boletim estatístico CNT**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 22 maio 2005a.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Transporte em transformação VI**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002. 200 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa rodoviária CNT 2004**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 22 maio 2005b.

COPPEAD (Centro de Estudos em Logística – UFRJ). **Transporte de carga no Brasil – Ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país**. Disponível em: <<http://www.cel.coppead.ufrj.br>>. Acesso em: 22 maio 2005.

CORRÊA JÚNIOR, G.; CAIXETA FILHO, J.V. Principais determinantes do preço do frete rodoviário para o transporte de soja em grão em diferentes estados brasileiros: uma análise econométrica. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 187-211, 2003.

COSENZA, C.A.N.; NASCIMENTO, P.R. Alguns modelos empíricos de localização industrial. **Pesquisa e planejamento econômico**, v. 5, n. 1, p. 261-72, jun. 1975.

COSTA, S.M.A.L. **Liberação comercial no Brasil e integração nos mercados de algodão, milho e arroz**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1999. 145 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

COSTA, T.F. Logística e sistemas intermodais de transportes no escoamento de alimentos. In: **II Fórum Cargill de Debates: “logística e transporte – caminho para o desenvolvimento do agribusiness”**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1995. 124 p.

CRUZ, J.C.F. **Eficiência locacional e dimensões econômicas de unidades armazenadoras no Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 97 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CUNHA, A.S.; MUELLER, C.C.; ALVES, E.R.A. Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados. **Estudos de Política Agrícola**, n. 11, p. 1-204, 1994.

DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO DO ESTADO DE SÃO PAULO – DH-SP. **Hidrovia Tietê-Paraná** – Apresentação. São Paulo, SP: 2005a. 26 p.

DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO DO ESTADO DE SÃO PAULO – DH-SP. **Solicitação de informações**. Disponibilizado via tel. (11) 3311-1782. Contato em: 09 maio 2005b.

FERREIRA, C.M.C. **A evolução das teorias clássicas da economia espacial: suas contribuições para a análise da concentração das atividades**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 1975. 318 f (Monografia extraída da tese apresentada ao concurso para professor titular junto à Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG).

FERREIRA, M.S. Rede de cidades em Minas Gerais a partir da realocação da indústria paulista. **Nova economia**, UFMG/FACE/DCE, n. especial, p. 9-69,1996.

FERROVIA NOVOESTE S.A. – NOVOESTE. **Solicitação de distâncias ferroviárias**. Disponibilizado via tel. (19) 2101-3143. Contato em: 17 maio 2005.

FERROVIAS BANDEIRANTES S.A – FERROBAN. **Solicitação de distâncias ferroviárias**. Disponibilizado via tels. (15) 3324-6900; (11) 2109-5868; (14) 4009-5904; (19) 2101-3100. Contato em: 16 maio 2005.

FIGUEIREDO, A.T.L. **Padrão locacional e especializações regionais da indústria mineira**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 1998. 145 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FIGUEIREDO, B. Transporte ferroviário: situação atual e perspectivas. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano X, n. 2, abr./maio/jun. 2001.

FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. **Boletim diário** – soja: cotação dos derivados de soja – farelo de soja. boletim nº 146 a nº 388. Disponível em: <<http://www.fnp.com.br>>. Acesso em: 15 jan. 2005c.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual**. São Paulo: Editora Argos Comunicação, 2005b.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual**. São Paulo: Editora Argos Comunicação, 2006.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Anualpec**. São Paulo: Editora Argos Comunicação, 2003.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Anualpec**. São Paulo: Editora Argos Comunicação, 2004.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Anualpec**. São Paulo: Editora Argos Comunicação, 2005a.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **Preços recebidos pelos produtores de milho**. Disponível em: <<http://fgvdados.fgv.br>>. Acesso em: 15 set. 2004.

GOMES, M.F.M. As cadeias agroindustriais de carnes. In: Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG). In: **MINAS GERAIS DO SÉCULO XXI**. Belo Horizonte: Rona Editora, 2002. p. 59-86 (Volume IV: Transformando o desenvolvimento na agropecuária).

GUIA QUATRO RODAS. **CD-ROM Rodoviário**. 2004.

HADDAD, P.R. (Org.). **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989. 694 p.

HELFAND, S.M.; REZENDE, G.C. **Mudanças na distribuição espacial da produção de grãos, aves e suínos no Brasil: o papel do Centro-Oeste**. Disponível em: <<http://www.nemesis.org.br>>. Acesso em: 28 nov. 2003a.

HELFAND, S.M.; REZENDE, G.C. **Padrões regionais de crescimento da produção de grãos no Brasil e o papel da Região Centro-Oeste**. Disponível em: <<http://www.nemesis.org.br>>. Acesso em: 28 nov. 2003b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo populacional 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 nov. 2004c.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de orçamento familiar em 2002**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 nov. 2004b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal e Produção Pecuária Municipal em 2002**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 nov. 2004a.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. Brasília: IPEA, 2004. 39 p. (Texto para discussão nº 1009).

LEME, R.A. da S. **Contribuições à teoria da localização industrial**. São Paulo: IPE/USP, 1982. 387 p.

LEMOS, M.B. **Espaço e capital**: um estudo sobre a dinâmica centro x periferia. Campinas, SP: Unicamp, 1988. 2.v. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LINDO SYSTEMS. **Lindo 6.01**. Disponível em: <<http://www.lindo.com>>. Acesso em: 15 mar. 2004.

LOPES, R.L. **Suinocultura no Estado de Goiás**: aplicação de um modelo de localização. Piracicaba, SP: ESALQ, 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MACEDO, J. O cerrado brasileiro: alternativas para a produção de alimentos no limiar do século XXI. **Revista de Política Agrícola**, v. 4, n. 2, p. 11-18, abr./maio/jun. 1995.

MAFFIOLETI, R.L. **Formação de preços na cadeia agroindustrial da soja na década de 90**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARQUES, R.W.C.; CAIXETA FILHO, J.V. **Ferronorte e transporte de grãos**. Disponível em: <http://log.esalq.usp.br/home/pt/public_periódicos.php>. Acesso em: 13 set. 2004.

MARTINS, R.S. Prognóstico da demanda por transportes para grãos e possíveis estrangulamentos na infra-estrutura no Estado do Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 39, n. 2, p. 51-80, abr./jun. 2001.

MARTINS, R.S. **Racionalização da infra-estrutura de transporte no Estado do Paraná**: o desenvolvimento e a contribuição das ferrovias para a movimentação de grãos e farelo de soja. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1998. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTINS, R.S.; CAIXETA FILHO, J.V. Análise das contribuições das ferrovias à matriz de transporte para produtos agrícolas no Estado do Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 36, n. 3, p. 33-54, jul./set. 1998

MARTINS, R.S.; CYPRIANO, L.A. Estudo da localização da agroindústria no Estado do Paraná na perspectiva das alterações recentes dos cenários agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 1998.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Anuário estatístico portuário 2000**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: 22 maio 2005c.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Conceito**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: 22 maio 2005b.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Mapas**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: 22 maio 2005a.

NAZÁRIO, P. **Intermodalidade**: importância para a logística e estágio atual no Brasil. Disponível em: <<http://www.cel.coppead.ufrj.br>>. Acesso em: 22 maio 2005.

NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição** – Estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 409 p.

OLIVEIRA, N.M. **Transporte e agroindústria da soja no Estado de Mato Grosso**: uma aplicação de redes capacitadas. Viçosa, MG: UFV, 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PERDIGÃO. **A empresa.** Disponível em: <<http://www.perdigao.com.br>>
Acesso em: 12 jul. 2004.

POROGER, S.; BIANCHI, R. **União brasileira dos avicultores aperta cerco contra os nitrofuranos.** Disponível em:
<http://www.spmj.com.brasileira/destaques/dest_07.php>. Acesso em: 07 jun. 2004.

PUCCINI, A. de L. **Introdução à programação linear.** Guarulhos, SP: Artes Gráficas Guaru S/A, 1985. 253 p.

REVISTA O CARRETEIRO. **Caminhões médios ainda são os mais velhos.** Disponível em <<http://www.revistaocarreteiro.com.br>>. Acesso em: 22 maio 2005.

SABOYA, L.V. **A dinâmica locacional da avicultura e suinocultura no Centro-Oeste brasileiro.** Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2001. 166 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SAFRAS & MERCADOS. Brasil: oferta e demanda de milho, safra 01/02 . **Boletim Safras & Mercados Milho**, ano XXV, n. 344, 26/ago. 2002.

SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia.** 10. ed. São Paulo: Best Seller, 2002. 649 p.

SANTOS, H.N. **Métodos de solução para problemas de localização capacitados com ou sem restrição de fonte única.** Rio de Janeiro: UFRJ, 1990. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA FILHO, R. **Custos do transporte rodoviário como fator de competitividade da soja em grão brasileira no mercado internacional.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 95 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SIMÕES, R. F. **Padrões de crescimento dinâmica espacial**: Minas Gerais 1970/80. Belo Horizonte: BDMG, 1989.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE FRETES E CARGAS AGRÍCOLAS – SIFRECA. **Fretes rodoviários**. Disponível em: <<http://sifreca.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 30 ago. 2004.

TALAMINI, D.J.D.; SANTOS FILHO, J.I.; CANEVER, M.D. O complexo grãos-carne e sua dinâmica recente no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: SOBER, 1998. v. 1, p. 225-237.

VASCONCELOS, F.M.M. **Localização ótima da agroindústria integradora de suínos e aves na Região Centro-Oeste do Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 2004.109 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VIEIRA, W.C. **Análise econômica de transporte e armazenagem de arroz no Estado do Maranhão**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1992. 125 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

WRIGHT, C.L. **Análise econômica de transporte e armazenagem de grãos – Estudo do corredor de exportação de Paranaguá**. Brasília: GEIPOT, 1980. 189 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Tabelas complementares

Tabela 1A – Oferta e demanda de milho no Brasil – safra 2001/2002 – ano comercial 2003/2003 – período comercial: fev./02 a jan./03
(valores em mil toneladas)

Discriminação	PR	SC	RS	GO	SP	MG	ES/RJ	MS	MT	N/NE	Brasil
Estoque inicial	116	20	49	813	11	4	0	283	214	8	1.518
Produção	9.717	3.227	4.309	3.209	4.149	4.796	173	1.582	2.072	2.984	36.218
Importação	0	130	50	0	0	0	0	0	0	300	480
Disponibilidade interna	9.833	3.377	4.408	4.022	4.160	4.800	173	1.865	2.286	3.292	38.216
Demanda total	7.626	6.070	5.473	2.257	5.638	4.062	764	830	922	4.353	37.995
Demanda interna	6.326	6.070	5.431	2.257	5.638	4.062	764	780	697	4.353	36.378
Humana	80	5	25	10	85	71	0	0	0	425	701
Industrial	1.150	20	30	280	1.000	280	5	21	5	1.120	3.911
Animal	5.072	6.037	5.365	1.935	4.543	3.699	758	727	651	2.748	31.535
Sementes e perdas	24	8	11	32	10	12	1	32	41	60	231
Exportações	1.300	0	42	0	0	0	0	50	225	0	1.617
Transferência entre estados											
Importação	0	2.693	1.065	0	1.478	0	591	0	0	1.087	6.914
Exportação	2.148	0	0	1.640	0	738	0	1.035	1.352	0	6.913
Estoque final	59	0	0	125	0	0	0	0	12	26	222

Fonte: SAFRAS E MERCADOS (2002).

Tabela 2A – Pólos demandantes de carnes, sendo os estados descritos com as respectivas populações, segundo o censo populacional 2000 e consumo *per capita*, de acordo com a POF de 2002; e os três portos com as respectivas exportações em 2002

UF	População (Hab.)	Carnes Suínas		Carnes de Aves		Carnes Total Consumo (t/ano)	Participação (%)	Divisão da oferta de carne de uma empresa (kg/ano)
		Consumo <i>per capita</i> (kg/hab/ano)	Consumo Total (t/ano)	Cons. <i>per capita</i> (kg/hab/ano)	Consumo Total (t/ano)			
AC	557.526	4,294	2.394,02	7,990	4.454,63	6.848,65	0,1761%	457,86
AL	2.822.621	4,112	11.606,62	10,551	29.781,47	41.388,09	1,0639%	2.766,24
AM	2.812.557	1,793	5.042,91	18,293	51.450,11	56.493,02	1,4522%	3.775,81
AP	477.032	2,962	1.412,97	29,334	13.993,26	15.406,23	0,3960%	1.029,70
BA	13.070.250	3,192	41.720,24	10,747	140.465,98	182.186,21	4,6834%	12.176,73
CE	7.430.661	3,117	23.161,37	14,776	109.795,45	132.956,82	3,4178%	8.886,40
DF	2.051.146	2,848	5.841,66	12,766	26.184,93	32.026,59	0,8233%	2.140,55
ES	3.097.232	5,197	16.096,31	14,190	43.949,72	60.046,04	1,5436%	4.013,28
GO	5.003.228	4,498	22.504,52	12,253	61.304,55	83.809,07	2,1544%	5.601,52
MA	5.651.475	3,249	18.361,64	9,055	51.174,11	69.535,75	1,7875%	4.647,54
MG	17.891.494	8,457	151.308,36	11,102	198.631,37	349.939,73	8,9957%	23.388,82
MS	2.078.001	4,005	8.322,39	9,387	19.506,20	27.828,59	0,7154%	1.859,97
MT	2.504.353	6,204	15.537,01	9,194	23.025,02	38.562,03	0,9913%	2.577,36
PA	6.192.307	3,939	24.391,50	13,750	85.144,22	109.535,72	2,8158%	7.321,01
PB	3.443.825	2,301	7.924,24	9,592	33.033,17	40.957,41	1,0529%	2.737,46
PE	7.918.344	3,045	24.111,36	11,076	87.703,58	111.814,94	2,8744%	7.473,34

Continua ...

Tabela 2A – Cont.

PI	2.843.278	4,537	12.899,95	12,379	35.196,94	48.096,89	1,2364%	3.214,64
PR	9.563.458	9,314	89.074,05	13,052	124.822,25	213.896,30	5,4985%	14.296,12
RJ	14.391.282	5,053	72.719,15	15,628	224.906,96	297.626,10	7,6509%	19.892,35
RN	2.776.782	3,138	8.713,54	12,280	34.098,88	42.812,42	1,1006%	2.861,44
RO	1.379.787	10,806	14.909,98	10,301	14.213,19	29.123,16	0,7487%	1.946,50
RR	324.397	2,103	682,21	10,823	3.510,95	4.193,16	0,1078%	280,26
RS	10.187.798	12,160	123.883,62	17,522	178.510,60	302.394,22	7,7735%	20.211,03
SC	5.356.360	10,220	54.742,00	15,067	80.704,28	135.446,28	3,4818%	9.052,78
SE	1.784.475	3,266	5.828,10	14,747	26.315,65	32.143,75	0,8263%	2.148,38
SP	37.032.403	5,436	201.308,14	11,739	434.723,38	636.031,52	16,3501%	42.510,25
TO	1.157.098	2,748	3.179,71	7,426	8.592,61	11.772,32	0,3026%	786,82
Itajaí-SC			77.689,82		276.263,21	353.953,03	9,0989%	23.657,06
Paranaguá-PR			66.648,38		237.000,13	303.648,51	7,8057%	20.294,87
Santos-SP			26.252,38		93.352,88	119.605,26	3,0746%	7.994,02
Total						3.890.077,80	100,0000%	260.000,00

Fonte: IBGE (2004a), IBGE (2004b), MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2005c) e dados da pesquisa.

Tabela 3A – Percentual (%) da demanda de cada um dos mercados consumidores de carnes atendidos pelos pólos escolhidos pelos cinco modelos de localização referidos

Pólos demandantes	Mod. 1	Mod. 2		Mod. 3			Mod. 4				Mod. 5				
	Pólos ofertantes	Pólos ofertantes		Pólos ofertantes			Pólos ofertantes				Pólos ofertantes				
	CCMO	CMAF	CCRI	CMAF	CCMO	CCRI	CMAF	CCMO	CLRV	CCRI	CMAF	CCMO	CLRV	CCRI	CCSU
ACA	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
BEL	100,00		100,00			100,00			62,42	37,58					100,00
BEH	100,00		100,00			100,00				100,00			36,25	63,75	
BOV	100,00		100,00		100,00				100,00				100,00		
BRA	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
CAG	100,00		100,00		100,00				100,00						100,00
CUI	100,00		100,00			100,00			100,00				100,00		
CUR	100,00	100,00		94,09	5,91		83,91	16,09			89,54	10,46			
FLO	100,00	100,00		100,00			100,00				100,00				
FOR	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
GOI	100,00		100,00			100,00				100,00				86,78	13,22
ITA	100,00	100,00		100,00			100,00				100,00				
JOP	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
MAC	100,00		100,00			100,00				100,00					100,00
MCE	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
MAN	100,00		100,00		17,18				100,00				100,00		
NAT	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
PAL	100,00		100,00			100,00			100,00				100,00		

Continua ...

Tabela 3A – Cont.

Pólos demandantes	Mod. 1	Mod. 2		Mod. 3			Mod. 4				Mod. 5				
	Pólos ofertantes	Pólos ofertantes		Pólos ofertantes			Pólos ofertantes				Pólos ofertantes				
	CCMO	CMAF	CCRI	CMAF	CCMO	CCRI	CMAF	CCMO	CLRV	CCRI	CMAF	CCMO	CLRV	CCRI	CCSU
PAR	100,00	100,00		100,00			100,00				31,98		68,02		
POA	100,00	100,00		100,00					100,00						100,00
POV	100,00		100,00			100,00			100,00				100,00		
REC	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
RIB	100,00		100,00		100,00				100,00				100,00		
RIJ	100,00		100,00		100,00			61,31	38,70				100,00		
SAL	100,00		100,00		100,00				100,00						100,00
SAN	100,00	100,00			100,00			100,00				100,00			
SLU	100,00		100,00			100,00			100,00						100,00
SAP	100,00	81,14	18,86		100,00			100,00				100,00			
TER	100,00		100,00			100,00				100,00				100,00	
VIT	100,00		100,00			100,00			100,00						100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas variáveis, a letra C inicial indica pólo consumidor de carne. As outras três letras que compõem as variáveis possuem os seguintes significados: CMO – Cândido Mota, SP; MAF – Mafra, SC; CRI – Cristalina, GO; LRV – Lucas do Rio Verde, MT; CSU – Chapadão do Sul, MS; ACA – Aracaju, SE; BEL – Belém, PA; BEH – Belo Horizonte, MG; BOV – Boa Vista, RR; BRA – Brasília, DF; CAG – Campo Grande, MS; CUI – Cuiabá, MT; CUR – Curitiba, PR; FLO – Florianópolis, SC; FOR – Fortaleza, CE; GOI – Goiânia, GO; ITA – Itajaí, SC; JOP – João Pessoa, PB; MAC – Macapá, AP; MCE – Maceió, AL; MAN – Manaus, AM; NAT – Natal, RN; PAL – Palmas, TO; PAR – Paranaguá, PR; POA – Porto Alegre, RS; POV – Porto Velho, RO; REC – Recife, PE; RIB – Rio Branco, AC; RIJ – Rio de Janeiro, RJ; SAL – Salvador, BA; SAN – Santos, SP; SLU – São Luís, MA; SAP – São Paulo, SP; TER – Teresina, PI; e VIT – Vitória, ES.

Tabela 4A – Matriz de distâncias entre os pólos candidatos à abertura de uma agroindústria e os pólos de demanda de carnes, em km

Destino	Cód.	Origem					
		Cândido Mota–SP	Chapadão do Sul–MS	Cristalina–GO	Lucas do Rio Verde–MT	Mafra–SC	Unaí–MG
		CCMO	CCSU	CCRI	CLRV	CMAF	CUNA
Aracaju-SE	ACA	2.406	2.383	1.768	3.224	2.700	1.780
Belém-PA	BEL	2.874	2.576	2.208	3.332	3.323	2.236
Belo Horizonte-MG	BEH	1.018	1.082	606	1.995	1.122	618
Boa Vista-RR	BOV	4.555	4.012	4.480	3.599	5.007	4.552
Brasília-DF	BRA	1.012	740	128	1.495	1.503	173
Campo Grande-MS	CAG	594	324	1.228	1.044	1.044	1.204
Cuiabá-MT	CUI	1.281	738	1.206	357	1.733	1.278
Curitiba-PR	CUR	459	1.104	1.264	2.047	113	1.364
Florianópolis-SC	FLO	770	1.415	1.559	2.358	316	1.659
Fortaleza-CE	FOR	3.219	3.142	2.628	3.897	3.514	2.616
Goiânia-GO	GOI	829	532	276	1.287	1.278	348
Itajaí-SC	ITA	676	1.321	1.465	2.264	222	1.565
João Pessoa-PB	JOP	3.016	2.992	2.377	3.834	3.310	2.389
Macapá-AP	MAC	2.896	2.598	2.230	3.354	3.345	2.258
Maceió-AL	MCE	2.676	2.653	2.038	3.495	2.971	2.050
Manaus-AM	MAN	3.731	3.188	3.656	2.775	4.183	3.728
Natal-RN	NAT	3.187	3.163	2.548	4.005	3.481	2.560
Palmas-TO	PAL	1.721	1.424	1.056	2.179	2.170	951
Paranaguá-PR	PAR	553	1.198	1.291	2.141	204	1.391

Continua

Tabela 4A – Cont.

Destino	Cód.	Origem					
		Cândido Mota–SP	Chapadão do Sul–MS	Cristalina–GO	Lucas do Rio Verde–MT	Mafra–SC	Unai–MG
		CCMO	CCSU	CCRI	CLRV	CMAF	CUNA
Porto Alegre-RS	POA	1.079	1.724	1.996	2.527	583	2.096
Porto Velho-RO	POV	2.742	2.199	2.667	1.786	3.194	2.739
Recife-PE	REC	2.899	2.875	2.260	3.717	3.193	2.272
Rio Branco-AC	RIB	3.247	2.704	3.172	2.291	3.697	3.244
Rio de Janeiro-RJ	RIJ	872	1.306	1.037	2.379	969	1.049
Salvador-BA	SAL	2.211	2.188	1.573	3.029	2.205	1.585
Santos-SP	SAN	497	977	942	2.102	520	1.042
São Luís-MA	SLU	2.894	2.597	2.229	3.352	3.343	2.257
São Paulo-SP	SAP	428	907	872	2.033	522	972
Teresina-PI	TER	2.823	2.526	1.895	3.281	3.438	1.883
Vitória-ES	VIT	1.397	1.602	1.113	2.515	1.494	1.125

Fonte: GUIA QUATRO RODAS (2004).

ANEXOS

ANEXO 1 – Modelo de localização e resultados

MIN 412.00CUNA + 412.00CMAF + 412.00CCMO + 412.00CCSU + 412.00CLRV +
412.00CCRI +

129.03MCRICRI + 126.51MSAPCMO + 127.45MCPRCMO + 128.67MCMQCMO +
128.74MASUCMO + 128.79MCBECMO + 131.55MMARCMO + 131.60MMSUCMO +
132.67MCRUCMO + 134.14MITBCMO + 128.70MSMSMAF + 130.48MTESMAF +
130.57MIRAMAF + 118.67MCSUCSU + 125.60MATACSU + 130.80MSGOCSU +
138.44MJATCSU + 134.10MUNAUNA + 139.20MCRIUNA + 140.81MSJAUNA +
143.57MORIUNA + 108.20MLRVLRV +

85.21SLUZCRI + 86.84SOURCMO + 88.89SARAMAF + 85.71SALACSU +
86.90SLUZUNA + 86.16SCUILRV +

0.4849CCMOACA + 1.9736CCMOBEL + 3.0762CCMOBEH + 0.1197CCMOBOV +
0.2799CCMOBRA + 0.1654CCMOCAG + 0.4266CCMOCUI + 0.9823CCMOCUR +
0.9006CCMOFLO + 2.6832CCMOFOR + 0.6000CCMOGOI + 2.0662CCMOITA +
0.7744CCMOJOP + 0.2797CCMOMAC + 0.6944CCMOMCE + 1.1314CCMOMAN +
0.8554CCMONAT + 0.1270CCMOPAL + 1.6801CCMOPAR + 2.8176CCMOPOA +
0.5006CCMOPOV + 2.0322CCMOREC + 0.1394CCMORIB + 2.2411CCMORIJ +
2.5254CCMOSAL + 0.5948CCMOSAN + 1.2616CCMOSLU + 2.7237CCMOSAP +
0.8512CCMOTER + 0.7244CCMOVIT +

0.4802CCSUACA + 1.7690CCSUBEL + 3.2696CCSUBEH + 0.1055CCSUBOV +
0.2047CCSUBRA + 0.0902CCSUCAG + 0.2458CCSUCUI + 2.0392CCSUCUR +
1.6550CCSUFLO + 2.6190CCSUFOR + 0.4461CCSUGOI + 4.0376CCSUITA +
0.7683CCSUJOP + 0.2509CCSUMAC + 0.6884CCSUMCE + 1.1291CCSUMAN +
0.8490CCSUNAT + 0.1448CCSUPAL + 3.1413CCSUPAR + 3.2683CCSUPOA +
0.4015CCSUPOV + 2.0154CCSUREC + 0.1161CCSURIB + 3.3565CCSURIJ +
2.4991CCSUSAL + 1.0091CCSUSAN + 1.1321CCSUSLU + 4.9815CCSUSAP +
0.7617CCSUTER + 0.6031CCSUVIT +

0.3563CCRIACA + 1.5163CCRIBEL + 1.8312CCRIBEH + 0.1178CCRIBOV +
0.0410CCRIBRA + 0.2951CCRICAG + 0.4016CCRICUI + 2.3347CCRICUR +
1.8234CCRIFLO + 2.1906CCRIFOR + 0.2314CCRIGOI + 4.4778CCRIITA +
0.6104CCRIJOP + 0.2154CCRIMAC + 0.5288CCRIMCE + 1.2948CCRIMAN +
0.6839CCRINAT + 0.1073CCRIPAL + 3.3851CCRIPAR + 3.7840CCRIPAOA +
0.4869CCRIPPOV + 1.5843CCRIREC + 0.1362CCRIRIB + 2.6652CCRIRIJ +
2.4747CCRISAL + 0.9729CCRISAN + 0.9717CCRISLU + 4.7893CCRISAP +
0.5714CCRITER + 0.5771CCRIVIT +

0.6497CLRVACA + 2.2881CLRVBEL + 4.3768CLRVBEH + 0.0946CLRVBOV +
0.4135CLRVBRA + 0.2509CLRV CAG + 0.1377CLRV CUI + 2.7450CLRV CUR +
2.0023CLRV FLO + 3.2483CLRV FOR + 0.9314CLRV GOI + 5.0239CLRV VITA +
0.9845CLRV JOP + 0.3239CLRV MAC + 0.9669CLRV MCE + 0.9828CLRV MAN +
1.0750CLRV NAT + 0.1608CLRV PAL + 4.0757CLRV PAR + 4.7907CLRV POA +
0.3261CLRV POV + 2.6056CLRV REC + 0.0984CLRV RIB + 4.4390CLRV RIJ +
3.4597CLRV SAL + 1.5762CLRV SAN + 1.4613CLRV SLU + 8.1065CLRV SAP +
0.9893CLRV TER + 0.9468CLRV VIT +

0.5441CMAFACA + 2.2819CMAFBEL + 3.3905CMAFBEH + 0.1316CMAFBOV +
0.4157CMAFBRA + 0.2509CMAFCAG + 0.4190CMAFCUI + 0.2418CMAFCUR +
0.4282CMAFFLO + 2.9291CMAFFOR + 0.9249CMAFGOI + 0.7862CMAFITA +
0.8499CMAFJOP + 0.3231CMAFMAC + 0.7709CMAFMCE + 1.4815CMAFMAN +
0.9343CMAFNAT + 0.1602CMAFPAL + 0.6198CMAFPAR + 1.7639CMAFPOA +
0.5832CMAFPOV + 2.2383CMAFREC + 0.1587CMAFRIB + 2.4904CMAFRIJ +
2.5185CMAFSAL + 0.6223CMAFSAN + 1.4573CMAFSLU + 3.3219CMAFSAP +
1.0367CMAFTER + 0.7747CMAFVIT +

0.3587CUNAACA + 1.5355CUNABEL + 1.8675CUNABEH + 0.1197CUNABOV +
0.0554CUNABRA + 0.2893CUNACAG + 0.4256CUNACUI + 2.5194CUNACUR +
1.4087CUNAFLO + 2.1806CUNAFOR + 0.2918CUNAGOI + 4.7834CUNAITA +
0.6134CUNAJOP + 0.2181CUNAMAC + 0.5319CUNAMCE + 1.3203CUNAMAN +
0.6871CUNANAT + 0.0967CUNAPAL + 3.6473CUNAPAR + 3.9736CUNAPOA +
0.5001CUNAPOV + 1.5927CUNAREC + 0.1393CUNARIB + 2.6960CUNARIJ +
2.4936CUNASAL + 1.0762CUNASAN + 0.9839CUNASLU + 5.3385CUNASAP +
0.5678CUNATER + 0.5833CUNAVIT

ST

! Quantidade de carne disponível

CCMO) 2148.38CCMOACA + 7321.01CCMOBEL + 23388.82CCMOBEH +
280.26CCMOBOV + 2140.55CCMOBRA + 1859.97CCMOCAG + 2577.36CCMOCUI +
14296.12CCMOCUR + 9052.78CCMOFLO + 8886.40CCMOFOR + 5601.52CCMOGOI +
23657.06CCMOITA + 2737.46CCMOJOP + 1029.70CCMOMAC + 2766.24CCMOMCE +
3775.81CCMOMAN + 2861.44CCMONAT + 786.82CCMOPAL + 20294.87CCMOPAR +
20211.03CCMOPOA + 1946.50CCMOPOV + 7473.34CCMOREC + 457.74CCMORIB +
19892.35CCMORIJ + 12176.73CCMOSAL + 7994.02CCMOSAN + 4647.54CCMOSLU +
42510.25CCMOSAP + 3214.64CCMOTER + 4013.28CCMOVIT - 260000.00CCMO<=0

CCSU) 2148.38CCSUACA + 7321.01CCSUBEL + 23388.82CCSUBEH +
280.26CCSUBOV + 2140.55CCSUBRA + 1859.97CCSUCAG + 2577.36CCSUCUI +
14296.12CCSUCUR + 9052.78CCSUFLO + 8886.40CCSUFOR + 5601.52CCSUGOI +

23657.06CCSUITA + 2737.46CCSUJOP + 1029.70CCSUMAC + 2766.24CCSUMCE +
3775.81CCSUMAN + 2861.44CCSUNAT + 786.82CCSUPAL + 20294.87CCSUPAR +
20211.03CCSUPOA + 1946.50CCSUPOV + 7473.34CCSUREC + 457.74CCSURIB +
19892.35CCSURIJ + 12176.73CCSUSAL + 7994.02CCSUSAN + 4647.54CCSUSLU +
42510.25CCSUSAP + 3214.64CCSUTER + 4013.28CCSUVIT - 260000.00CCSU<=0

CCRI) 2148.38CCRIACA + 7321.01CCRIBEL + 23388.82CCRIBEH +
280.26CCRIBOV + 2140.55CCRIBRA + 1859.97CCRICAG + 2577.36CCRICUI +
14296.12CCRICUR + 9052.78CCRIFLO + 8886.40CCRIFOR + 5601.52CCRIGOI +
23657.06CCRIITA + 2737.46CCRIJOP + 1029.70CCRIMAC + 2766.24CCRIMCE +
3775.81CCRIMAN + 2861.44CCRINAT + 786.82CCRIPAL + 20294.87CCRIPAR +
20211.03CCRIPOA + 1946.50CCRIPOV + 7473.34CCRIREC + 457.74CCRIRIB +
19892.35CCRIRIJ + 12176.73CCRISAL + 7994.02CCRISAN + 4647.54CCRISLU +
42510.25CCRISAP + 3214.64CCRITER + 4013.28CCRIVIT - 260000.00CCRI<=0

CLRV) 2148.38CLRVACA + 7321.01CLRVBEL + 23388.82CLRVBEH +
280.26CLRVBOV + 2140.55CLRVBRA + 1859.97CLRV CAG + 2577.36CLRV CUI +
14296.12CLRV CUR + 9052.78CLRV FLO + 8886.40CLRV FOR + 5601.52CLRV GOI +
23657.06CLRVITA + 2737.46CLRVJOP + 1029.70CLRV MAC + 2766.24CLRV MCE +
3775.81CLRV MAN + 2861.44CLRV NAT + 786.82CLRV PAL + 20294.87CLRV PAR +
20211.03CLRVPOA + 1946.50CLRVPOV + 7473.34CLRV REC + 457.74CLRV RIB +
19892.35CLRVRIJ + 12176.73CLRV SAL + 7994.02CLRV SAN + 4647.54CLRV SLU +
42510.25CLRV SAP + 3214.64CLRV TER + 4013.28CLRV VIT - 260000.00CLRV<=0

CMAF) 2148.38CMAFACA + 7321.01CMAFBEL + 23388.82CMAFBEH +
280.26CMAFBOV + 2140.55CMAFBRA + 1859.97CMAFCAG + 2577.36CMAFCUI +
14296.12CMAFCUR + 9052.78CMAFFLO + 8886.40CMAFFOR + 5601.52CMAFGOI +
23657.06CMAFITA + 2737.46CMAFJOP + 1029.70CMAFMAC + 2766.24CMAFMCE +
3775.81CMAFMAN + 2861.44CMAFNAT + 786.82CMAFPAL + 20294.87CMAFPAR +
20211.03CMAFPOA + 1946.50CMAFPOV + 7473.34CMAFREC + 457.74CMAFRIB +
19892.35CMAFRIJ + 12176.73CMAFSAL + 7994.02CMAFSAN + 4647.54CMAFSLU +
42510.25CMAFSAP + 3214.64CMAFTER + 4013.28CMAFVIT - 260000.00CMAF<=0

CUNA) 2148.38CUNAACA + 7321.01CUNABEL + 23388.82CUNABEH +
280.26CUNABOV + 2140.55CUNABRA + 1859.97CUNACAG + 2577.36CUNACUI +
14296.12CUNACUR + 9052.78CUNAFLO + 8886.40CUNAFOR + 5601.52CUNAGOI +
23657.06CUNAITA + 2737.46CUNAJOP + 1029.70CUNAMAC + 2766.24CUNAMCE +
3775.81CUNAMAN + 2861.44CUNANAT + 786.82CUNAPAL + 20294.87CUNAPAR +
20211.03CUNAPOA + 1946.50CUNAPOV + 7473.34CUNAREC + 457.74CUNARIB +
19892.35CUNARIJ + 12176.73CUNASAL + 7994.02CUNASAN + 4647.54CUNASLU +
42510.25CUNASAP + 3214.64CUNATER + 4013.28CUNAVIT - 260000.00CUNA<=0

! Quantidade demandada de carne

ACA) CCMOACA + CCSUACA + CCRIACA + CLRVACA + CMAFACA + CUNAACA=1
BEL) CCMOBEL + CCSUBEL + CCRIBEL + CLRVBEL + CMAFBEL + CUNABEL=1
BEH) CCMOBEH + CCSUBEH + CCRIBEH + CLRVBEH + CMAFBEH + CUNABEH=1
BOV) CCMOBOV + CCSUBOV + CCRIBOV + CLRVBOV + CMAFBOV + CUNABOV=1
BRA) CCMOBRA + CCSUBRA + CCRIBRA + CLRVBRA + CMAFBRA + CUNABRA=1
CAG) CCMOCAG + CCSUCAG + CCRICAG + CLRV CAG + CMAFCAG + CUNACAG=1
CUI) CCMOCUI + CCSUCUI + CCRICUI + CLRV CUI + CMAFCUI + CUNACUI=1
CUR) CCMOCUR + CCSUCUR + CCRICUR + CLRV CUR + CMAFCUR + CUNACUR=1
FLO) CCMOFLO + CCSUFLO + CCRIFLO + CLRVFLO + CMAFFLO + CUNAFLO=1
FOR) CCMOFOR + CCSUFOR + CCRIFOR + CLRVFOR + CMAFFOR + CUNAFOR=1
GOI) CCMOGOI + CCSUGOI + CCRIGOI + CLRVGOI + CMAFGOI + CUNAGOI=1
ITA) CCMOITA + CCSUITA + CCRITTA + CLRVITA + CMAFITTA + CUNAITTA=1
JOP) CCMOJOP + CCSUJOP + CCRIJOP + CLRVJOP + CMAFJOP + CUNAJOP=1
MAC) CCMOMAC + CCSUMAC + CCRIMAC + CLRVMAC + CMAFMAC + CUNAMAC=1
MCE) CCMOMCE + CCSUMCE + CCRIMCE + CLRV MCE + CMAFMCE + CUNAMCE=1
MAN) CCMOMAN + CCSUMAN + CCRIMAN + CLRVMAN + CMAFMAN + CUNAMAN=1
NAT) CCMONAT + CCSUNAT + CCRINAT + CLRVNAT + CMAFNAT + CUNANAT=1
PAL) CCMOPAL + CCSUPAL + CCRIPAL + CLRV PAL + CMAFPAL + CUNAPAL=1
PAR) CCMOPAR + CCSUPAR + CCRIPAR + CLRV PAR + CMAFPAR + CUNAPAR=1
POA) CCMOPOA + CCSUPOA + CCRIPOA + CLRVPOA + CMAFPOA + CUNAPOA=1
POV) CCMOPOV + CCSUPOV + CCRIPOV + CLRVPOV + CMAFPOV + CUNAPOV=1
REC) CCMOREC + CCSUREC + CCRIREC + CLRVREC + CMAFRE C + CUNAREC=1
RIB) CCMORIB + CCSURIB + CCRIRIB + CLRV RIB + CMAFRIB + CUNARIB=1
RIJ) CCMORIJ + CCSURIJ + CCRIRIJ + CLRVRIJ + CMAFRIJ + CUNARIJ=1
SAL) CCMOSAL + CCSUSAL + CCRISAL + CLRV SAL + CMAFSAL + CUNASAL=1
SAN) CCMOSAN + CCSUSAN + CCRISAN + CLRV SAN + CMAFSAN + CUNASAN=1
SLU) CCMOSLU + CCSUSLU + CCRISLU + CLRV SLU + CMAFSLU + CUNASLU=1
SAP) CCMOSAP + CCSUSAP + CCRISAP + CLRV SAP + CMAFSAP + CUNASAP=1
TER) CCMOTER + CCSUTER + CCRITER + CLRV TER + CMAFTER + CUNATER=1
VIT) CCMOVIT + CCSUVIT + CCRIVIT + CLRV VIT + CMAFVIT + CUNAVIT=1

! Quantidade demandada de milho

DMCRI) MCRICRI - CCRI=0
DMCMO) MSAPCMO + MCPRCMO + MCMQCMO + MASUCMO + MCBECMO + MMARCMO +
MMSUCMO + MCRUCMO + MITBCMO - CCMO=0
DMMAF) MSMSMAF + MTESMAF + MIRAMAF - CMAF=0
DMCSU) MCSUCSU + MATACSU + MSGOCSU + MJATCSU - CCSU=0
DMUNA) MUNAUNA + MCRIUNA + MSJAUNA + MORIUNA - CUNA=0
DMLRV) MLRVLRV - CLRV=0

! Quantidade ofertada de milho

OMCRI) 450496.71MCRICRI + 450496.71MCRIUNA<=485236.23
OMSAP) 450496.71MSAPCMO<=16766.63
OMCPR) 450496.71MCPRCMO<=88887.94
OMCMQ) 450496.71MCMQCMO<=11927.99
OMASU) 450496.71MASUCMO<=132695.39
OMCBE) 450496.71MCBECMO<=22997.95
OMMAR) 450496.71MMARCMO<=14020.95
OMMSU) 450496.71MMSUCMO<=44277.92
OMCRU) 450496.71MCRUCMO<=61428.80
OMITB) 450496.71MITBCMO<=189088.16
OMSMS) 450496.71MSMSMAF<=85464.16
OMTES) 450496.71MTESMAF<=171935.26
OMIRA) 450496.71MIRAMAF<=264750.47
OMCSU) 450496.71MCSUCSU<=208964.69
OMATA) 450496.71MATACSU<=75309.09
OMSGO) 450496.71MSGOCSU<=51266.81
OMJAT) 450496.71MJATCSU<=435150.51
OMUNA) 450496.71MUNAUNA<=383351.72
OMSJA) 450496.71MSJAUNA<=24961.84
OMORI) 450496.71MORIUNA<=103842.33
OMLRV) 450496.71MLRVLRV<=745062.41

! Quantidade demandada de farelo de soja

DSCRI) SLUZCRI - CCRI=0
DSCMO) SOURCMO - CCMO=0
DSMAF) SARAMAF - CMAF=0
DSCSU) SALACSU - CCSU=0
DSUNA) SLUZUNA - CUNA=0
DSLRV) SCUILRV - CLRV=0

! Quantidade ofertada de farelo de soja

OSLUZ) 141561.93SLUZCRI + 141561.93SLUZUNA<=523293.10
OSOUR) 141561.93SOURCMO<=1227806.60
OSARA) 141561.93SARAMAF<=976870.23
OSALA) 141561.93SALACSU<=728625.00
OSCUI) 141561.93SCUILRV<=546468.75

! Número de instalações abertas

INST) CUNA + CMAF + CCMO + CCSU + CLRV + CCRI=1

! Não negatividade

MCRICRI<=1 MSAPCMO<=1 MCPRCMO<=1 MCMQCMO<=1 MASUCMO<=1 MCBECMO<=1
MMARCMO<=1 MMSUCMO<=1 MCRUCMO<=1 MITBCMO<=1 MSMSMAF<=1 MTESMAF<=1
MIRAMAF<=1 MCSUCSU<=1 MATACSU<=1 MSGOCSU<=1 MJATCSU<=1 MUNAUNA<=1
MCRIUNA<=1 MSJAUNA<=1 MORIUNA<=1 MLRVLRV<=1 SLUZCRI<=1 SOURCMO<=1
SARAMAF<=1 SALACSU<=1 SLUZUNA<=1 SCUILRV<=1 CCMOACA<=1 CCMOBEL<=1
CCMOBEH<=1 CCMOBOV<=1 CCMOBRA<=1 CCMOCAG<=1 CCMOCUI<=1 CCMOCUR<=1
CCMOFLO<=1 CCMOFOR<=1 CCMOGOI<=1 CCMOITA<=1 CCMOJOP<=1 CCMOMAC<=1
CCMOMCE<=1 CCMOMAN<=1 CCMONAT<=1 CCMOPAL<=1 CCMOPAR<=1 CCMOPOA<=1
CCMOPOV<=1 CCMOREC<=1 CCMORIB<=1 CCMORIJ<=1 CCMOSAL<=1 CCMOSAN<=1
CCMOSLU<=1 CCMOSAP<=1 CCMOTER<=1 CCMOVIT<=1 CCSUACA<=1 CCSUBEL<=1
CCSUBEH<=1 CCSUBOV<=1 CCSUBRA<=1 CCSUCAG<=1 CCSUCUI<=1 CCSUCUR<=1
CCSUFLO<=1 CCSUFOR<=1 CCSUGOI<=1 CCSUITA<=1 CCSUJOP<=1 CCSUMAC<=1
CCSUMCE<=1 CCSUMAN<=1 CCSUNAT<=1 CCSUPAL<=1 CCSUPAR<=1 CCSUPOA<=1
CCSUPOV<=1 CCSUREC<=1 CCSURIB<=1 CCSURIJ<=1 CCSUSAL<=1 CCSUSAN<=1
CCSUSLU<=1 CCSUSAP<=1 CCSUTER<=1 CCSUVIT<=1 CCRIACA<=1 CCRIBEL<=1
CCRIBEH<=1 CCRIBOV<=1 CCRIBRA<=1 CCRICAG<=1 CCRICUI<=1 CCRICUR<=1
CCRIFLO<=1 CCRIFOR<=1 CCRIGOI<=1 CCRIIITA<=1 CCRIJOP<=1 CCRIMAC<=1
CCRIMCE<=1 CCRIMAN<=1 CCRINAT<=1 CCRIPAL<=1 CCRIPAR<=1 CCRIPOA<=1
CCRIPOV<=1 CCRIREC<=1 CCRIRIB<=1 CCRIRIJ<=1 CCRISAL<=1 CCRISAN<=1
CCRISLU<=1 CCRISAP<=1 CCRITER<=1 CCRIVIT<=1 CLRVACA<=1 CLRVBEL<=1
CLRVBEH<=1 CLRVBOV<=1 CLRVBRA<=1 CLRV CAG<=1 CLRV CUI<=1 CLRV CUR<=1
CLRVFLO<=1 CLRVFOR<=1 CLRVGOI<=1 CLRVITA<=1 CLRVJOP<=1 CLRVMAC<=1
CLRV MCE<=1 CLRV MAN<=1 CLRV NAT<=1 CLRV PAL<=1 CLRV PAR<=1 CLRV POA<=1
CLRVPOV<=1 CLRVREC<=1 CLRV RIB<=1 CLRV RIJ<=1 CLRV SAL<=1 CLRV SAN<=1
CLRVSLU<=1 CLRV SAP<=1 CLRV TER<=1 CLRV VIT<=1 CMAFACA<=1 CMAFBEL<=1
CMAFBEH<=1 CMAFBOV<=1 CMAFBRA<=1 CMAFCAG<=1 CMAFCUI<=1 CMAFCUR<=1
CMAFFLO<=1 CMAFFOR<=1 CMAFGOI<=1 CMAFITA<=1 CMAFJOP<=1 CMAFMAC<=1
CMAFMCE<=1 CMAFMAN<=1 CMAFNAT<=1 CMAFPAL<=1 CMAFPAR<=1 CMAFPOA<=1
CMAFPOV<=1 CMAFREC<=1 CMAFRIB<=1 CMAFRIJ<=1 CMAFSAL<=1 CMAFSAN<=1
CMAFSLU<=1 CMAFSAP<=1 CMAFTER<=1 CMAFVIT<=1 CUNAACA<=1 CUNABEL<=1
CUNABEH<=1 CUNABOV<=1 CUNABRA<=1 CUNACAG<=1 CUNACUI<=1 CUNACUR<=1
CUNAFLO<=1 CUNAFOR<=1 CUNAGOI<=1 CUNAITA<=1 CUNAJOP<=1 CUNAMAC<=1
CUNAMCE<=1 CUNAMAN<=1 CUNANAT<=1 CUNAPAL<=1 CUNAPAR<=1 CUNAPOA<=1
CUNAPOV<=1 CUNAREC<=1 CUNARIB<=1 CUNARIJ<=1 CUNASAL<=1 CUNASAN<=1
CUNASLU<=1 CUNASAP<=1 CUNATER<=1 CUNAVIT<=1

END

INT 6

Resultados

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 148
 OBJECTIVE VALUE = 651.897339

SET CCSU TO <= 0 AT 1, BND= -663.3 TWIN= -668.0
 21194
 SET CMAF TO <= 0 AT 2, BND= -663.5 TWIN= -665.9
 21905
 SET CCMO TO >= 1 AT 3, BND= -664.5 TWIN= -665.2
 22406

NEW INTEGER SOLUTION OF 664.549744 AT BRANCH 3 PIVOT
 22413

BOUND ON OPTIMUM: 664.5497

DELETE CCMO AT LEVEL 3
 DELETE CMAF AT LEVEL 2
 DELETE CCSU AT LEVEL 1

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 3 PIVOTS= 22413

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 664.5497

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
CUNA	0.000000	583.971191
CMAF	0.000000	442.482788
CCMO	1.000000	632.979980
CCSU	0.000000	449.453186
CLRV	0.000000	469.016235
CCRI	0.000000	576.807678
MCRICRI	0.000000	0.000000
MSAPCMO	0.037218	0.000000
MCPRCMO	0.197311	0.000000
MCMQCMO	0.026477	0.000000
MASUCMO	0.294554	0.000000
MCBECMO	0.051050	0.000000
MMARCMO	0.031123	0.000000
MMSUCMO	0.098287	0.000000
MCRUCMO	0.136358	0.000000

MITBCMO	0.127622	0.000000
MSMSMAF	0.000000	128.699997
MTESMAF	0.000000	130.479996
MIRAMAF	0.000000	130.570007
MCSUCSU	0.000000	118.669998
MATACSU	0.000000	125.599998
MSGOCSU	0.000000	130.800003
MJATCSU	0.000000	138.440002
MUNAUNA	0.000000	0.000000
MCRIUNA	0.000000	5.099997
MSJAUNA	0.000000	6.709998
MORIUNA	0.000000	9.470007
MLRVLRV	0.000000	108.199997
SLUZCRI	0.000000	0.000000
SOURCMO	1.000000	0.000000
SARAMAF	0.000000	0.000000
SALACSU	0.000000	0.000000
SLUZUNA	0.000000	0.000000
SCUILRV	0.000000	0.000000
CCMOACA	1.000000	0.000000
CCMOBEL	1.000000	0.000000
CCMOBEH	1.000000	0.000000
CCMOBOV	1.000000	0.000000
CCMOBRA	1.000000	0.000000
CCMOCAG	1.000000	0.000000
CCMOCUI	1.000000	0.000000
CCMOCUR	1.000000	0.000000
CCMOFLO	1.000000	0.000000
CCMOFOR	1.000000	0.000000
CCMOGOI	1.000000	0.000000
CCMOITA	1.000000	0.000000
CCMOJOP	1.000000	0.000000
CCMOMAC	1.000000	0.000000
CCMOMCE	1.000000	0.000000
CCMOMAN	1.000000	0.000000
CCMONAT	1.000000	0.000000
CCMOPAL	1.000000	0.000000
CCMOPAR	1.000000	0.000000
CCMOPOA	1.000000	0.000000
CCMOPOV	1.000000	0.000000
CCMOREC	1.000000	0.000000
CCMORIB	1.000000	0.000000
CCMORIJ	1.000000	0.000000

CCMOSAL	1.000000	0.000000
CCMOSAN	1.000000	0.000000
CCMOSLU	1.000000	0.000000
CCMOSAP	1.000000	0.000000
CCMOTER	1.000000	0.000000
CCMOVIT	1.000000	0.000000
CCSUACA	0.000000	0.394046
CCSUBEL	0.000000	0.219600
CCSUBEH	0.000000	1.332653
CCSUBOV	0.000000	0.037817
CCSUBRA	0.000000	0.154022
CCSUCAG	0.000000	0.270016
CCSUCUI	0.000000	0.297566
CCSUCUR	0.000000	1.239280
CCSUFLO	0.000000	0.873379
CCSUFOR	0.000000	1.585144
CCSUGOI	0.000000	0.885760
CCSUITA	0.000000	6.362224
CCSUJOP	0.000000	0.501981
CCSUMAC	0.000000	0.162316
CCSUMCE	0.000000	0.507423
CCSUMAN	0.000000	0.423866
CCSUNAT	0.000000	0.524692
CCSUPAL	0.000000	0.163836
CCSUPAR	0.000000	5.227991
CCSUPOA	0.000000	0.715361
CCSUPOV	0.000000	0.262176
CCSUREC	0.000000	1.370275
CCSURIB	0.000000	0.061658
CCSURIJ	0.000000	4.807482
CCSUSAL	0.000000	2.233739
CCSUSAN	0.000000	1.898015
CCSUSLU	0.000000	0.139387
CCSUSAP	0.000000	0.000000
CCSUTER	0.000000	0.507147
CCSUVIT	0.000000	0.007884
CCRIACA	0.000000	0.279859
CCRIBEL	0.000000	0.000000
CCRIBEH	0.000000	0.000000
CCRIBOV	0.000000	0.051384
CCRIBRA	0.000000	0.000000
CCRICAG	0.000000	0.483326
CCRICUI	0.000000	0.465019

CCRICUR	0.000000	1.599416
CCRIFLO	0.000000	1.082710
CCRIFOR	0.000000	1.196921
CCRIGOI	0.000000	0.696386
CCRIITA	0.000000	6.909384
CCRIJOP	0.000000	0.356458
CCRIMAC	0.000000	0.131471
CCRIMCE	0.000000	0.360330
CCRIMAN	0.000000	0.606638
CCRINAT	0.000000	0.372529
CCRIPAL	0.000000	0.129894
CCRIPAR	0.000000	5.563550
CCRIPOA	0.000000	1.322441
CCRIPOV	0.000000	0.356377
CCRIREC	0.000000	0.972964
CCRIRIB	0.000000	0.083828
CCRIRIJ	0.000000	4.206120
CCRISAL	0.000000	2.264393
CCRISAN	0.000000	1.897958
CCRISLU	0.000000	0.000000
CCRISAP	0.000000	0.000000
CCRITER	0.000000	0.331381
CCRIVIT	0.000000	0.000029
CLRVACA	0.000000	0.405615
CLRVBEL	0.000000	0.200520
CLRVBEH	0.000000	0.720502
CLRVBOV	0.000000	0.006315
CLRVBRA	0.000000	0.205467
CLRVCAG	0.000000	0.293987
CLRVCUI	0.000000	0.000000
CLRVCUR	0.000000	0.894148
CLRVFLO	0.000000	0.555194
CLRVFOR	0.000000	1.561190
CLRVGOI	0.000000	0.959282
CLRVITA	0.000000	5.609454
CLRVJOP	0.000000	0.516946
CLRVMAC	0.000000	0.159621
CLRVMCE	0.000000	0.582572
CLRVMAN	0.000000	0.000000
CLRVNAT	0.000000	0.540343
CLRVPAL	0.000000	0.121996
CLRVPAR	0.000000	4.670481
CLRVPOA	0.000000	0.752015

CLRVPOV	0.000000	0.043686
CLRVREC	0.000000	1.411098
CLRVRI B	0.000000	0.010309
CLRVRIJ	0.000000	4.427662
CLRVSAL	0.000000	2.299207
CLRVSAN	0.000000	1.877461
CLRVSLU	0.000000	0.126939
CLRV SAP	0.000000	0.000000
CLRVTER	0.000000	0.498434
CLRVVIT	0.000000	0.056561
CMAFACA	0.000000	0.541819
CMAFBEL	0.000000	1.018312
CMAFBEH	0.000000	2.366653
CMAFBOV	0.000000	0.074858
CMAFBRA	0.000000	0.448589
CMAFCAG	0.000000	0.503329
CMAFCUI	0.000000	0.571386
CMAFCUR	0.000000	0.000000
CMAFFLO	0.000000	0.000000
CMAFFOR	0.000000	2.242169
CMAFGOI	0.000000	1.583243
CMAFITA	0.000000	4.034396
CMAFJOP	0.000000	0.690452
CMAFMAC	0.000000	0.274715
CMAFMCE	0.000000	0.697917
CMAFMAN	0.000000	0.923674
CMAFNAT	0.000000	0.721703
CMAFPAL	0.000000	0.209954
CMAFPAR	0.000000	3.498803
CMAFPOA	0.000000	0.000000
CMAFPOV	0.000000	0.519868
CMAFREC	0.000000	1.884934
CMAFRIB	0.000000	0.122128
CMAFRIJ	0.000000	4.717979
CMAFSAL	0.000000	2.728519
CMAFSAN	0.000000	1.823302
CMAFSLU	0.000000	0.646027
CMAFSAP	0.000000	0.000000
CMAFTER	0.000000	0.907647
CMAFVIT	0.000000	0.336162
CUNAACA	0.000000	0.278925
CUNABEL	0.000000	0.007838
CUNABEH	0.000000	0.000000

CUNABOV	0.000000	0.052849
CUNABRA	0.000000	0.011078
CUNACAG	0.000000	0.474639
CUNACUI	0.000000	0.485019
CUNACUR	0.000000	1.761928
CUNAFLO	0.000000	0.653959
CUNAFOR	0.000000	1.173130
CUNAGOI	0.000000	0.748092
CUNAITA	0.000000	7.178268
CUNAJOP	0.000000	0.355209
CUNAMAC	0.000000	0.132573
CUNAMCE	0.000000	0.359136
CUNAMAN	0.000000	0.626277
CUNANAT	0.000000	0.371288
CUNAPAL	0.000000	0.118073
CUNAPAR	0.000000	5.794251
CUNAPOA	0.000000	1.480673
CUNAPOV	0.000000	0.366556
CUNAREC	0.000000	0.969765
CUNARIB	0.000000	0.086217
CUNARIJ	0.000000	4.206048
CUNASAL	0.000000	2.264395
CUNASAN	0.000000	1.988851
CUNASLU	0.000000	0.004987
CUNASAP	0.000000	0.483223
CUNATER	0.000000	0.322792
CUNAVIT	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
CCMO)	0.010000	0.000000
CCSU)	0.000000	0.000186
CCRI)	0.000000	0.000190
CLRV)	0.000000	0.000112
CMAF)	0.000000	0.000225
CUNA)	0.000000	0.000189
ACA)	0.000000	-0.484900
BEL)	0.000000	-2.908202
BEH)	0.000000	-6.277985
BOV)	0.000000	-0.119700
BRA)	0.000000	-0.447971
CAG)	0.000000	-0.165400
CUI)	0.000000	-0.426600
CUR)	0.000000	-3.453325

FLO)	0.000000	-2.461845
FOR)	0.000000	-2.683200
GOI)	0.000000	-0.600000
ITA)	0.000000	-2.066200
JOP)	0.000000	-0.774400
MAC)	0.000000	-0.279700
MCE)	0.000000	-0.694400
MAN)	0.000000	-1.406036
NAT)	0.000000	-0.855400
PAL)	0.000000	-0.127000
PAR)	0.000000	-1.680100
POA)	0.000000	-6.304169
POV)	0.000000	-0.500600
REC)	0.000000	-2.032200
RIB)	0.000000	-0.139400
RIJ)	0.000000	-2.241100
SAL)	0.000000	-2.525400
SAN)	0.000000	-0.594800
SLU)	0.000000	-1.855311
SAP)	0.000000	-12.871535
TER)	0.000000	-0.851200
VIT)	0.000000	-1.340094
DMCRI)	0.000000	-129.029999
DMCMO)	0.000000	-134.139999
DMMAF)	0.000000	0.000000
DMCSU)	0.000000	0.000000
DMUNA)	0.000000	-134.100006
DMLRV)	0.000000	0.000000
OMCRI)	485236.218750	0.000000
OMSAP)	0.000000	0.000017
OMCPR)	0.000000	0.000015
OMCMQ)	0.000000	0.000012
OMASU)	0.000000	0.000012
OMCBE)	0.000000	0.000012
OMMAR)	0.000000	0.000006
OMMSU)	0.000000	0.000006
OMCRU)	0.000000	0.000003
OMITB)	131595.015625	0.000000
OMSMS)	85464.156250	0.000000
OMTES)	171935.265625	0.000000
OMIRA)	264750.468750	0.000000
OMCSU)	208964.687500	0.000000
OMATA)	75309.093750	0.000000

OMSGO)	51266.808594	0.000000
OMJAT)	435150.500000	0.000000
OMUNA)	383351.718750	0.000000
OMSJA)	24961.839844	0.000000
OMORI)	103842.328125	0.000000
OMLRV)	745062.437500	0.000000
DSCRI)	0.000000	-85.209999
DSCMO)	0.000000	-86.839996
DSMAF)	0.000000	-88.889999
DSCSU)	0.000000	-85.709999
DSUNA)	0.000000	-86.900002
DSLRV)	0.000000	-86.160004
OSLUZ)	523293.093750	0.000000
OSOUR)	1086244.750000	0.000000
OSARA)	976870.250000	0.000000
OSALA)	728625.000000	0.000000
OSCUI)	546468.750000	0.000000
INST)	0.000000	0.000000
77)	1.000000	0.000000
78)	0.962782	0.000000
79)	0.802689	0.000000
80)	0.973523	0.000000
81)	0.705446	0.000000
82)	0.948950	0.000000
83)	0.968877	0.000000
84)	0.901713	0.000000
85)	0.863642	0.000000
86)	0.872378	0.000000
87)	1.000000	0.000000
88)	1.000000	0.000000
89)	1.000000	0.000000
90)	1.000000	0.000000
91)	1.000000	0.000000
92)	1.000000	0.000000
93)	1.000000	0.000000
94)	1.000000	0.000000
95)	1.000000	0.000000
96)	1.000000	0.000000
97)	1.000000	0.000000
98)	1.000000	0.000000
99)	1.000000	0.000000
100)	0.000000	0.000000
101)	1.000000	0.000000

102)	1.000000	0.000000
103)	1.000000	0.000000
104)	1.000000	0.000000
105)	0.000000	0.000000
106)	0.000000	0.934602
107)	0.000000	3.201785
108)	0.000000	0.000000
109)	0.000000	0.168071
110)	0.000000	0.000000
111)	0.000000	0.000000
112)	0.000000	2.471025
113)	0.000000	1.561245
114)	0.000000	0.000000
115)	0.000000	0.000000
116)	0.000000	0.000000
117)	0.000000	0.000000
118)	0.000000	0.000000
119)	0.000000	0.000000
120)	0.000000	0.274636
121)	0.000000	0.000000
122)	0.000000	0.000000
123)	0.000000	0.000000
124)	0.000000	3.486569
125)	0.000000	0.000000
126)	0.000000	0.000000
127)	0.000000	0.000000
128)	0.000000	0.000000
129)	0.000000	0.000000
130)	0.000000	0.000000
131)	0.000000	0.593711
132)	0.000000	10.147835
133)	0.000000	0.000000
134)	0.000000	0.615694
135)	1.000000	0.000000
136)	1.000000	0.000000
137)	1.000000	0.000000
138)	1.000000	0.000000
139)	1.000000	0.000000
140)	1.000000	0.000000
141)	1.000000	0.000000
142)	1.000000	0.000000
143)	1.000000	0.000000
144)	1.000000	0.000000

145)	1.000000	0.000000
146)	1.000000	0.000000
147)	1.000000	0.000000
148)	1.000000	0.000000
149)	1.000000	0.000000
150)	1.000000	0.000000
151)	1.000000	0.000000
152)	1.000000	0.000000
153)	1.000000	0.000000
154)	1.000000	0.000000
155)	1.000000	0.000000
156)	1.000000	0.000000
157)	1.000000	0.000000
158)	1.000000	0.000000
159)	1.000000	0.000000
160)	1.000000	0.000000
161)	1.000000	0.000000
162)	1.000000	0.000000
163)	1.000000	0.000000
164)	1.000000	0.000000
165)	1.000000	0.000000
166)	1.000000	0.000000
167)	1.000000	0.000000
168)	1.000000	0.000000
169)	1.000000	0.000000
170)	1.000000	0.000000
171)	1.000000	0.000000
172)	1.000000	0.000000
173)	1.000000	0.000000
174)	1.000000	0.000000
175)	1.000000	0.000000
176)	1.000000	0.000000
177)	1.000000	0.000000
178)	1.000000	0.000000
179)	1.000000	0.000000
180)	1.000000	0.000000
181)	1.000000	0.000000
182)	1.000000	0.000000
183)	1.000000	0.000000
184)	1.000000	0.000000
185)	1.000000	0.000000
186)	1.000000	0.000000
187)	1.000000	0.000000

188)	1.000000	0.000000
189)	1.000000	0.000000
190)	1.000000	0.000000
191)	1.000000	0.000000
192)	1.000000	0.000000
193)	1.000000	0.000000
194)	1.000000	0.000000
195)	1.000000	0.000000
196)	1.000000	0.000000
197)	1.000000	0.000000
198)	1.000000	0.000000
199)	1.000000	0.000000
200)	1.000000	0.000000
201)	1.000000	0.000000
202)	1.000000	0.000000
203)	1.000000	0.000000
204)	1.000000	0.000000
205)	1.000000	0.000000
206)	1.000000	0.000000
207)	1.000000	0.000000
208)	1.000000	0.000000
209)	1.000000	0.000000
210)	1.000000	0.000000
211)	1.000000	0.000000
212)	1.000000	0.000000
213)	1.000000	0.000000
214)	1.000000	0.000000
215)	1.000000	0.000000
216)	1.000000	0.000000
217)	1.000000	0.000000
218)	1.000000	0.000000
219)	1.000000	0.000000
220)	1.000000	0.000000
221)	1.000000	0.000000
222)	1.000000	0.000000
223)	1.000000	0.000000
224)	1.000000	0.000000
225)	1.000000	0.000000
226)	1.000000	0.000000
227)	1.000000	0.000000
228)	1.000000	0.000000
229)	1.000000	0.000000
230)	1.000000	0.000000

231)	1.000000	0.000000
232)	1.000000	0.000000
233)	1.000000	0.000000
234)	1.000000	0.000000
235)	1.000000	0.000000
236)	1.000000	0.000000
237)	1.000000	0.000000
238)	1.000000	0.000000
239)	1.000000	0.000000
240)	1.000000	0.000000
241)	1.000000	0.000000
242)	1.000000	0.000000
243)	1.000000	0.000000
244)	1.000000	0.000000
245)	1.000000	0.000000
246)	1.000000	0.000000
247)	1.000000	0.000000
248)	1.000000	0.000000
249)	1.000000	0.000000
250)	1.000000	0.000000
251)	1.000000	0.000000
252)	1.000000	0.000000
253)	1.000000	0.000000
254)	1.000000	0.000000
255)	1.000000	0.000000
256)	1.000000	0.000000
257)	1.000000	0.000000
258)	1.000000	0.000000
259)	1.000000	0.000000
260)	1.000000	0.000000
261)	1.000000	0.000000
262)	1.000000	0.000000
263)	1.000000	0.000000
264)	1.000000	0.000000
265)	1.000000	0.000000
266)	1.000000	0.000000
267)	1.000000	0.000000
268)	1.000000	0.000000
269)	1.000000	0.000000
270)	1.000000	0.000000
271)	1.000000	0.000000
272)	1.000000	0.000000
273)	1.000000	0.000000

274)	1.000000	0.000000
275)	1.000000	0.000000
276)	1.000000	0.000000
277)	1.000000	0.000000
278)	1.000000	0.000000
279)	1.000000	0.000000
280)	1.000000	0.000000
281)	1.000000	0.000000
282)	1.000000	0.000000
283)	1.000000	0.000000
284)	1.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 22554

BRANCHES= 3 DETERM.= 1.000E 0

ANEXO 2 – Modelo de transporte e resultados

MIN 280.83R1 + 282.91R2 + 285.68R3 + 285.78R4 + 285.88R5 + 292.02R6 +
292.12R7 + 294.49R8 + 297.76R9 + 356.52R10 + 358.70R11 + 330.01R12 +
349.28R13 + 363.22R14 + 365.06R15 + 339.46R16 + 341.30R17 + 349.79R18
+ 335.91R19 + 365.57R20 + 351.98R21 + 334.73R22 + 379.82R23

St

! Restrição de demanda

R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7 + R8 + R9 + R10 + R11 + R12 + R13 +
R14 + R15 + R16 + R17 + R18 + R19 + R20 + R21 + R22 + R23=450496.71

! Restrição de oferta

R1<=16766.63

R2<=88887.94

R3<=11927.99

R4<=132695.39

R5<=22997.95

R6<=14020.95

R7<=44277.92

R8<=61428.80

R9<=189088.16

R10 + R11 + R19 + R20 + R22 + R23<=745062.41

R12 + R13 + R14 + R15<=208964.69

R16 + R17<=335049.36

R18 + R21<=435150.51

END

Resultados

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 9

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1299980E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
R1	16766.630859	0.000000
R2	88887.937500	0.000000
R3	11927.990234	0.000000
R4	132695.390625	0.000000

R5	22997.949219	0.000000
R6	14020.950195	0.000000
R7	44277.921875	0.000000
R8	61428.800781	0.000000
R9	57493.148438	0.000000
R10	0.000000	58.759991
R11	0.000000	60.940014
R12	0.000000	32.250011
R13	0.000000	51.520000
R14	0.000000	65.459999
R15	0.000000	67.299995
R16	0.000000	41.699993
R17	0.000000	43.539989
R18	0.000000	52.030010
R19	0.000000	38.150005
R20	0.000000	67.810005
R21	0.000000	54.220013
R22	0.000000	36.970013
R23	0.000000	82.060005

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-297.760010
3)	0.000000	16.930000
4)	0.000000	14.850000
5)	0.000000	12.080000
6)	0.000000	11.980000
7)	0.000000	11.880000
8)	0.000000	5.740000
9)	0.000000	5.640000
10)	0.000000	3.270000
11)	131595.015625	0.000000
12)	745062.437500	0.000000
13)	208964.687500	0.000000
14)	335049.375000	0.000000
15)	435150.500000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	OBJ COEFFICIENT RANGES		
	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE

R1	280.829987	16.930000	INFINITY
R2	282.910004	14.850000	INFINITY
R3	285.679993	12.080000	INFINITY
R4	285.779999	11.980000	INFINITY
R5	285.880005	11.880000	INFINITY
R6	292.019989	5.740000	INFINITY
R7	292.119995	5.640000	INFINITY
R8	294.489990	3.270000	INFINITY
R9	297.760010	32.250000	3.270000
R10	356.519989	INFINITY	58.759979
R11	358.700012	INFINITY	60.940002
R12	330.010010	INFINITY	32.250000
R13	349.279999	INFINITY	51.519989
R14	363.220001	INFINITY	65.459991
R15	365.059998	INFINITY	67.299988
R16	339.459991	INFINITY	41.699982
R17	341.299988	INFINITY	43.539978
R18	349.790009	INFINITY	52.029999
R19	335.910004	INFINITY	38.149994
R20	365.570007	INFINITY	67.809998
R21	351.980011	INFINITY	54.220001
R22	334.730011	INFINITY	36.970001
R23	379.820007	INFINITY	82.059998

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	450496.718750	131595.015625	57493.148438
3	16766.630859	57493.148438	16766.630859
4	88887.937500	57493.148438	88887.937500
5	11927.990234	57493.148438	11927.990234
6	132695.390625	57493.148438	131595.015625
7	22997.949219	57493.148438	22997.949219
8	14020.950195	57493.148438	14020.950195
9	44277.921875	57493.148438	44277.921875
10	61428.800781	57493.148438	61428.800781
11	189088.156250	INFINITY	131595.015625
12	745062.437500	INFINITY	745062.437500
13	208964.687500	INFINITY	208964.687500
14	335049.375000	INFINITY	335049.375000
15	435150.500000	INFINITY	435150.500000