

# **SUINOCULTURA NO ESTADO DE GOIÁS: APLICAÇÃO DE UM MODELO DE LOCALIZAÇÃO**

**RICARDO LUIS LOPES**  
Engenheiro agrônomo

Orientador: PROF. DR. JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,  
Universidade de São Paulo, para obtenção  
do título de Mestre em Ciências, Área de  
Concentração: Economia Aplicada

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Junho - 1997

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP**

Lopes, Ricardo Luis

Suinocultura no estado de Goiás : aplicação de um modelo de localização /  
Ricardo Luis Lopes. - - Piracicaba, 1997.  
95 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.  
Bibliografia.

1. Aspectos econômicos 2. Custos 3. Pesquisa operacional 4. Programa linear 5.  
Suinocultura 6. Transporte I. Título

CDD 338.1764

*A minha mãe*

*Josefa Mendes de Moura*

*Ao meu irmão*

*Carlos Augusto Lopes*

*pelo grande apoio à minha formação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. José Vicente Caixeta Filho pela paciência e excelente orientação dada durante todo curso.

A todos os professores do Departamento de Economia e Sociologia Rural, que sempre procuraram o melhor para minha excelente formação.

Aos colegas de turma, em especial à Carlos Estevão Leite Cardoso, Eduardo Luis Leão de Sousa e José Luiz Parré, pelo companheirismo, principalmente nos momentos difíceis que passamos durante o curso.

As funcionárias do departamento pela dedicação e amizade, que são Cristiane, Elenice, Maielli e Marcia.

Aos funcionários do laboratório de informática Helena e Valdeci.

As funcionárias da biblioteca setorial Angélica e Luciane.

Ao CNPq pela bolsa de estudos que permitiu minha total didedicação.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>ix</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xi</b>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1 - SUINOCULTURA NO BRASIL .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 - A POTENCIALIDADE ECONÔMICA DO ESTADO DE GOIÁS .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 - DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2 - A TEORIA DA LOCALIZAÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 - APLICAÇÕES.....</b>	<b>25</b>
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 - SUBDIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 - DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 - MODELAGEM.....</b>	<b>35</b>
3.3.1 - REPRESENTAÇÃO DIAGRAMÁTICA.....	35
3.3.2 - ESPECIFICAÇÃO DO MODELO.....	38
3.3.2.1 - Função objetivo .....	38
3.3.2.2 - Restrições.....	39
<b>3.4 - ESPECIFICAÇÃO DOS DADOS .....</b>	<b>42</b>
3.4.1 - PROJEÇÕES DE OFERTAS DE MILHO E SOJA .....	42
3.4.2 - PROJEÇÕES DE DEMANDA DE CARNE SUÍNA .....	44
3.4.3 - LOCALIZAÇÕES POTENCIAIS .....	45
3.4.3.1 - Granjas.....	45
3.4.3.2 - Abatedouros .....	46
3.4.3.3 - Definição dos cenários .....	46
3.4.4 - CUSTOS OPERACIONAIS.....	47
3.4.4.1 - Criação de suínos.....	47
3.4.4.2 - Abate de suínos .....	47
3.4.5 - CUSTO DE TRANSPORTE.....	48
3.4.5.1 - Movimentação dos grãos à granja .....	48
3.4.5.2 - Movimentação da granja ao abatedouro.....	48
3.4.5.3 - Movimentação do abatedouro ao centro consumidor .....	52
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 - APRESENTAÇÃO DOS CENÁRIOS .....</b>	<b>55</b>

<b>4.2 - CENÁRIO 1 (CONSUMO DE 8KG/HAB/ANO)</b> .....	<b>56</b>
4.2.1 - FLUXO DE GRÃOS .....	56
4.2.2 - ESCALA DE PRODUÇÃO DE SUINOCULTURA .....	58
4.2.3 - LOCAIS PARA INSTALAÇÃO PARA ABATEDOUROS.....	60
<b>4.3 - CENÁRIO 2 (CONSUMO DE 10KG/HAB/ANO)</b> .....	<b>63</b>
4.3.1 - FLUXO DE GRÃOS .....	63
4.3.2 - ESCALA DE PRODUÇÃO DE SUINOCULTURA .....	65
4.3.3 - LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DE ABATEDOUROS.....	67
<b>4.4 - CENÁRIO 3 (CONSUMO DE 15KG/HAB/ANO)</b> .....	<b>70</b>
4.4.1 - FLUXO DE GRÃOS .....	70
4.4.2 - ESCALA DE PRODUÇÃO DE SUINOCULTURA .....	74
4.4.3 - LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DE ABATEDOUROS.....	75
<b>5 - CONCLUSÕES</b> .....	<b>79</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>92</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de produção de suínos de ciclo completo.....	7
Figura 2 - Cadeia agroindustrial da suinocultura. ....	9
Figura 3 - Produtos originários do abate de suíno .....	13
Figura 4 - Evolução da área colhida, no Estado de Goiás, nos triênios de 86/88 a 93/95.....	16
Figura 5 - Evolução da produção, no Estado de Goiás, nos triênios 86/88 a 93/95.....	17
Figura 6 - Mapa de Goiás com suas respectivas microrregiões .....	32
Figura 7 - Representação do modelo de localização .....	36
Figura 8 -Participação relativa das granjas para o primeiro cenário. ....	59
Figura 9 - Representação da localização dos abatedouros e principais áreas de localização de suinocultura, no cenário 1. ....	61
Figura 10 - Participação relativa das granjas para o segundo cenário.. ....	66
Figura 11 - Representação da localização dos abatedouros e principais áreas de localização de suinocultura, no cenário 2. ....	68
Figura 12 - Participação relativa das granjas para o terceiro cenário.. ....	74
Figura 13 - Representação da localização dos abatedouros e principais áreas de localização de suinocultura, no cenário 3. ....	77
Figura 14 - Representação dos modelos primal e dual.....	77
Figura 15 - Saída do <i>software</i> GAMS para a variável binária referente a granja suinícola de tamanho C-10 (750 matrizes), na região R-002 (Goiás). ....	84
Figura 16 - <i>Tableau</i> representativo do modelo.....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rebanho mundial de suínos, em 1000 cabeças. ....	4
Tabela 2 - Produção mundial de carne suína, em 1000 toneladas. ....	4
Tabela 3 - Plantel, produção, exportação e consumo per capita de carne suína no Brasil, por região, 1994. ....	5
Tabela 4 - Principais países exportadores e importadores de suínos, 1992.....	11
Tabela 5 - Índices zootécnicos comparados, 1994.....	12
Tabela 6 - Participação relativa do PIB de Goiás.....	14
Tabela 7 - Microrregiões homogêneas e seus respectivos centróides.....	31
Tabela 8 - Produção de milho, por microrregião, em t.....	43
Tabela 9 - Produção de soja, por microrregião, em t. ....	43
Tabela 10 - Custo de transporte de grãos, milho e soja, entre os centróides, em R\$/t, de julho de 1996.....	50
Tabela 11 - Custo de transporte de suínos entre os centróides, em R\$/t, de julho de 1996.....	51
Tabela 12 - Custo de transporte de carcaça de suíno entre os centróides, em R\$/t, de julho de 1996.....	53
Tabela 13 - Custo de transporte de carcaça de suíno entre os centróides e as regiões metropolitanas consideradas, em R\$/t, de julho de 1996.....	54
Tabela 14 -Fluxo de grãos, milho e soja, ocorrido no primeiro cenário. ....	57
Tabela 15 - Redução do custo total, por região, em função de um eventual aumento unitário na produção das granjas já instaladas.....	59
Tabela 16 -Regiões fornecedoras de suínos para o abatedouro. ....	62
Tabela 17 - Principais regiões abastecidas pelo abatedouro.....	62



Tabela 18 -Fluxo de grãos, milho e soja, ocorrido no segundo cenário.....	64
Tabela 19 - Redução do custo total, por região, em função de um eventual aumento unitário na produção das granjas já instaladas.....	66
Tabela 20 -Regiões fornecedoras de suínos para o abatedouro. ....	69
Tabela 21 - Principais regiões abastecidas pelos abatedouros.....	70
Tabela 22 -Fluxo de grãos, milho e soja, ocorrido no terceiro cenário. ....	71
Tabela 23 - Redução do custo total, por região, em função de um eventual aumento unitário na produção das granjas já instaladas.....	75
Tabela 24 -Regiões fornecedoras de suínos para o abatedouro. ....	76
Tabela 25 - Principais regiões abastecidas pelos abatedouros.....	78

## SUINOCULTURA NO ESTADO DE GOIÁS: APLICAÇÃO DE UM MODELO DE LOCALIZAÇÃO

Autor: Ricardo Luis Lopes  
Orientador: Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho

### RESUMO

Esta pesquisa teve como principal objetivo a análise da distribuição mais eficiente de granjas suinícolas no Estado de Goiás. Tal distribuição deveria proporcionar a minimização dos custos de transporte, tanto de matéria-prima quanto de produtos finais, e minimização dos custos de implantação de granjas suinícolas, de acordo com alguns tamanhos. O modelo proposto foi baseado a partir da teoria de localização, desenvolvida por Weber, e de seus refinamentos mais recentes.

O modelo de localização desenvolvido envolveu uma estrutura de programação inteira-mista. As variáveis consideradas para o objetivo do estudo foram os custos de transporte de grãos (milho e soja) até a granja, o custo de transporte de suínos até o abatedouro e o custo de transporte de carcaça de suíno até o mercado consumidor. Definiu-se como mercado consumidor o próprio Estado de Goiás, o Distrito Federal e os municípios de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Além disso, determinaram-se também as ofertas de milho e soja de cada microrregião do Estado de Goiás, e o consumo *per capita* nacional de carne suína. Consideraram-se três cenários, envolvendo níveis distintos de consumo *per capita*, sendo um o atual e os outros dois determinados de acordo com as perspectivas do setor.

Os resultados obtidos deram conta, por exemplo, da movimentação de grãos, no Estado de Goiás, que ocorreu principalmente para a soja. Esta movimentação se deu em todos os cenários estudados. Para o caso do milho, a movimentação se deu com maior intensidade no terceiro cenário. Para todos os cenários observou-se uma concentração da movimentação de grãos na região Sul do Estado.

A faixa de tamanho de granja que prevaleceu, dentre os portes propostos, disse respeito às granjas maiores. Este fato ocorreu para todos os cenários, refletindo a economia de escala que ocorre na suinocultura.

A região geográfica do Estado onde se observaram as maiores concentrações de suinocultura foi a região sul do Estado. Tal resultado pode ser justificado pelo fato de a região apresentar as maiores produções de grãos de Estado e se localizar, comparada com as demais regiões, mais próxima de um mercado consumidor importante, que é o município de São Paulo, além de apresentar uma boa infraestrutura agroindustrial e de transporte.

# PIG PRODUCTION INDUSTRY IN THE STATE OF GOIÁS: APPLICATION OF A LOCATION MODEL

Author: Ricardo Luis Lopes  
Adviser: Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho

## SUMMARY

The main purpose of this research work was to analyse the most efficient spatial distribution of pig production units in the state of Goiás. Such distribution should generate the least cost transportation of inputs as well as that of final products. In addition, it should result in least implantation costs for the production units according to certain firm sizes. The proposed model is based on the theory of location, developed by Weber, and on its most recent contributions.

The developed model required a mixed integer programming structure. The variables included in the model were: The grain transporting cost (corn and soybeans) from the farms up to the production unit, the cost of transporting the animals from the production unit to slaughter house and the carcass transportation cost from the slaughter house to retailers. The consumption market was spatially defined as comprising the state of Goiás, the Distrito Federal and the counties of São Paulo, Rio de Janeiro and Belo Horizonte. Moreover, they were determined the supplies of corn and soybeans for each microregion in the state of Goiás and national *per capita* pork consumption. Three scenarios, showing different per capita consumption levels, were considered. One of these is the current per capita consumption level and the two others were determined according to sector outlooks.

The results showed that there is a grain flow in the state of Goiás, mainly in the case of soybeans. The flow was observed in the three scenarios studied. In the case of the corn, the flow occurred more intensely in the third scenario. It was also noted that grain flow concentrates in the southern region of the state, for the three analysed scenarios.

Among the proposed firm sizes, the big ones were dominant in the three scenarios. That fact reflects the existence of economies of scale in pork production.

The highest concentration of pork production occurs in the southern region of the state. This result may be due to the fact that region also produces more grains in the state and it is located nearer to the county of São Paulo than the other regions. In addition, the region presents good agroindustrial and transportation infrastructures.

## **APRESENTAÇÃO**

O presente estudo se propõe a identificar as regiões que apresentam um grande potencial para a instalação de granjas de suínos, no estado de Goiás. Através do uso de programação inteira-mista, serão determinados o número e tamanho ótimo de empresas suinícolas, levando-se em consideração a minimização dos custos de transporte, tanto de matéria-prima quanto do produto final.

Em seu primeiro capítulo, o trabalho apresenta de forma resumida um panorama da suinocultura no Brasil, discorrendo sobre as vantagens de se instalar a suinocultura no Estado de Goiás. É discutida a importância econômica e agrícola daquele Estado assim como são apresentadas as vantagens comparativas em se produzir proteína animal em Goiás. A partir da descrição dessas chamadas "condições de contorno" do problema, os objetivos a serem perseguidos são propostos.

A teoria da localização é discutida no segundo capítulo, desde sua gênese, por Alfred Weber, até tempos mais recentes. É documentado também um levantamento de aplicações da teoria da localização.

A metodologia a ser utilizada, através da especificação do modelo de localização pertinente, é discutida no terceiro capítulo deste trabalho. Neste capítulo também são apresentados o modelo na forma gráfica e matemática, assim como discussão sobre o tratamento que será aplicado aos dados

No quarto capítulo são apresentados e discutidos os principais resultados, enquanto no quinto capítulo são mostradas as principais conclusões e as limitações deste trabalho.

## **1. SUINOCULTURA NO BRASIL**

Os primeiros suínos foram introduzidos no Brasil, no ano de 1532, por portugueses, com predominância de raças provenientes da Península Ibérica. De acordo com Santiago (1989) e Gomes et al. (1992), o modo primitivo pelo qual foi conduzida tal criação, tendo como consequência o cruzamento desordenado, deu origem às raças nacionais, como Piau e Canastrão. Com as colonizações italiana e alemã, que se estabeleceram basicamente na região sul do país, a suinocultura presenciou um grande desenvolvimento devido, principalmente, aos hábitos trazidos por tais imigrantes. Houve também uma melhoria nos rebanhos, surgindo assim, em meados da década de 60, animais desenvolvidos especificamente para a produção de carne.

Segundo a FAO (1994), o Brasil apresentou, no ano de 1994, o terceiro maior rebanho de suínos do mundo, ficando atrás somente da China e EUA (Tabela 1). Entretanto, a sua participação no mercado não condiz com tamanha magnitude, ocupando somente a 13<sup>a</sup> colocação, em termos de produção de carne (Tabela 2). Tal fato se deve principalmente à baixa eficiência técnica do rebanho nacional, e à predominância de animais do tipo banha, basicamente concentrados nas regiões Norte e Nordeste do país.



Tabela 1 - Rebanho mundial de suínos, em 1000 cabeças.

	1991	1992	1993	1994
China	370.975	379.735	393.965	402.846
EUA	54.477	57.649	58.202	57.904
Rússia	38.314	35.384	31.520	28.600
Brasil	34.290	34.522	31.050	30.450
Outros	364.844	357.383	354.800	355.607
TOTAL	862.900	862.673	869.537	875.407

Fonte: FAO Production 1992-93-94

Tabela 2 - Produção mundial de carne suína, em 1000 toneladas.

	1991	1992	1993	1994
China (1 <sup>o</sup> )	26.013	27.979	29.933	34.054
EUA (2 <sup>o</sup> )	7.193	7.771	7.685	7.960
Alemanha (3 <sup>o</sup> )	4.004	3.616	3.746	3.546
Brasil (13 <sup>o</sup> )	1.159	1.291	1.216	1.291
Outros	33.418	32.968	33.227	28.279
TOTAL	71.787	73.625	75.807	75.130

Fonte: FAO Production 1993-94

O rebanho brasileiro concentra-se, principalmente, na Região Sul (Tabela 3), com um plantel correspondente a 34,25% do existente no país. Nesta região, devido à distância que se encontravam dos grandes centros consumidores, e à dificuldade de se transportar carne fresca para as regiões de maior concentração populacional (tal como São Paulo), estabeleceram-se as maiores empresas no ramo de processamento. Conforme menciona Pinazza<sup>1</sup>, citado por Wedekin et al. (1995), dentro deste cenário coexiste um forte processo de integração, onde estas empresas também apresentam bons departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

<sup>1</sup> Pinazza, Luiz A. A suinocultura no Brasil. s.l.p., s. ed., 1987. mimeo

Tabela 3 - Plantel, produção, exportação e consumo per capita de carne suína no Brasil, por região, 1994.

	N	NE	CO	SE	S	TOTAL
Plantel(10 <sup>6</sup> )	2,50	8,95	2,85	6,05	10,60	30,95
Participação do Plantel (%)	8,08	28,92	9,21	19,55	34,25	
Produção (1000 t)	21,5	92,9	68,0	300,0	810,0	1.292,4
Exportação	-	-	-	-	30.000	30.000
Consumo (Kg/Hab./Ano)	5,00	5,00	5,50	8,00	8,50	7,50

Fonte: Anuário Avicultura e Suinocultura Industrial - 95

onde: N = Região Norte

NE = Região Nordeste

CO = Região Centro-Oeste

SE = Região Sudeste

S = Região Sul

Quanto à participação das demais regiões, conforme Wedekin et al. (1995), pode-se citar o Nordeste, que possui o segundo maior rebanho, e que se caracteriza pela estrutura mais atrasada. A produção é basicamente para a subsistência, apesar da presença de algumas unidades de exploração comercial em alguns Estados. A Região Sudeste se caracteriza por ser uma região de transição entre a região mais atrasada (Nordeste), e a mais tecnificada (Sul). Na Região Norte encontram-se os menores percentuais, sendo a produção de subsistência a forma predominante de exploração de suínos, e seu excedente comercializado pelos próprios produtores.

A Região Centro-Oeste, apesar de ainda apresentar uma das menores participações no efetivo suinícola nacional, é a que apresenta o maior potencial para o crescimento da mesma. A razão para isso está na sua importância em termos de produção de grãos, principalmente milho e soja (que são os principais componentes para a formulação de ração para suínos), além de apresentar um bom desenvolvimento agroindustrial, o que, segundo Araújo (1994) e Pinazza (1994), constitui uma grande vantagem, pois pode-se transformar, de forma barata, a produção vegetal em animal.

Quanto ao sistema de produção da suinocultura nacional, este pode ser classificado, segundo Gomes et al. (1992), de acordo com o nível de confinamento, tipo e estrutura de produção. A saber:

a) quanto ao nível de confinamento

a.1) Confinamento de alta tecnologia e eficiência: apresenta um caráter extremamente empresarial, visando uma alta produtividade, através das mais modernas técnicas de exploração;

a.2) Sistema de confinamento tradicional, de baixo custo e/ou baixa tecnologia: a suinocultura pode ou não ser a atividade principal, sendo as modernas técnicas parcialmente aceitas;

a.3) Sistema de semiconfinamento tradicional, de baixo custo e/ou baixa tecnologia: pode ou não propiciar o acesso controlado dos animais aos piquetes<sup>2</sup>, com exceção dos destinados à terminação que são confinados;

a.4) Sistema de criação ao ar livre: os animais destinados à terminação são confinados, e os demais ficam em piquetes; e

a.5) Sistema extensivo: todos os animais permanecem no campo.

b) quanto ao tipo de exploração

b.1) Ciclo completo: é o mais usual, onde o suinocultor produz os leitões e os terminados. Este sistema pode ser melhor observado através de esquema representado na Figura 1, onde podem ser notados os alojamentos para as diversas fases da criação, inclusive os reprodutores. Na área de descanso e gestação ficam as matrizes (marrãs), à espera do cio, e as que já foram cobertas pelo reprodutor. Na maternidade ficam as matrizes que estão prestes a parir, e a leitegada<sup>3</sup>, por aproximadamente, 30 dias. Nas creches, a leitegada permanece até os 60 dias, com cada leitão atingindo ao redor de 25 quilos. Após esta fase, os leitões vão para as baias de crescimento e terminação, onde permanecem dos 61 dias em diante, até estarem prontos para o abate, ao atingirem aproximadamente 100 quilos.

---

<sup>2</sup> Piquetes são pequenas áreas de pasto, cercadas, destinada aos animais, onde os mesmos permanecem para o manejo e pastoreio.

<sup>3</sup> Leitegada é nome que se dá para a ninhada de uma matriz.

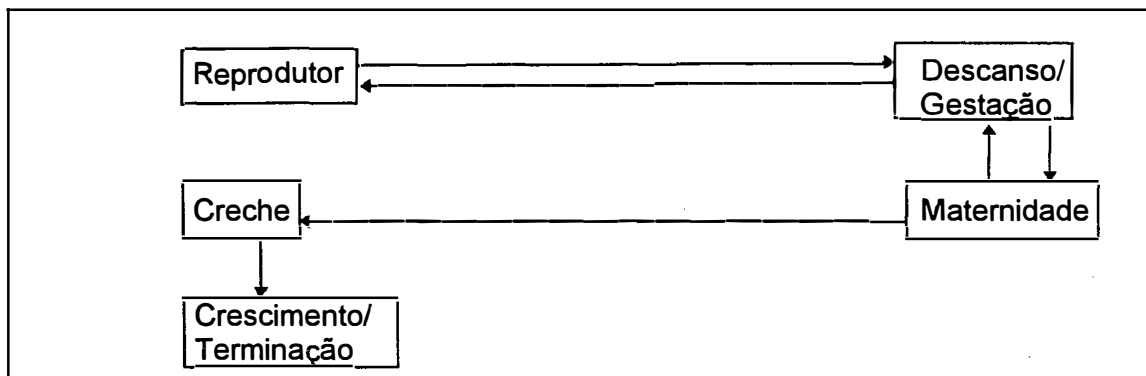


Figura 1 - Esquema de produção de suínos de ciclo completo.

b.2) Produtor de leitões: geralmente vinculado a um sistema de integração ou condomínio<sup>4</sup>. Neste sistema o suinocultor produz somente leitões, ficando a função de crescimento e terminação para os produtores seguintes;

b.3) Produtor de terminados: recebe os leitões dos produtores anteriores, e os conduzem para as baias de crescimento e terminação, onde realizam a etapa final da produção; e

b.4) Produtor de reprodutores: pode optar pela chamada 'granja núcleo', trabalhando com animais de raça pura, realizando cruzamento entre elas, visando o aprimoramento das mesmas, e abastecendo as chamadas 'granjas multiplicadoras'. Em tais granjas, é feito o cruzamento entre as raças puras provenientes das granjas núcleos, objetivando um melhor aproveitamento do vigor híbrido. O resultado desses cruzamentos são então passados aos suinocultores comerciais.

c) quanto à estrutura

c.1) Verticalizada: uma única empresa se torna responsável por boa parte das funções, podendo ir do melhoramento genético à industrialização;

c.2) Integração vertical: o suinocultor se concentra na produção de leitões e/ou terminados, trabalhando sob a forma de contrato com o integrador. O integrado fica responsável pelas instalações, mão-de-obra e venda dos terminados para o integrador. Este último fica responsável pela assistência técnica, nutrição e genética, assim como pela compra dos terminados dos integrados;

<sup>4</sup> Associação de produtores terminadores que contratam um produtor de leitão para abastecê-lo de matéria-prima.

c.3) Integração horizontal: semelhante à anterior, sendo que neste caso o integrador é uma cooperativa ou uma outra forma de associação de produtores;

c.4) Especialização: nesta situação, tanto o suinocultor quanto a indústria trabalham independentemente. É nessa estrutura que se concentram os grandes suinocultores.

A cadeia agroindustrial da suinocultura constitui, juntamente com a cadeia da avicultura, uma das mais avançadas do complexo agroindustrial brasileiro. Para uma melhor visualização, esquema representativo é reproduzido na Figura 2.

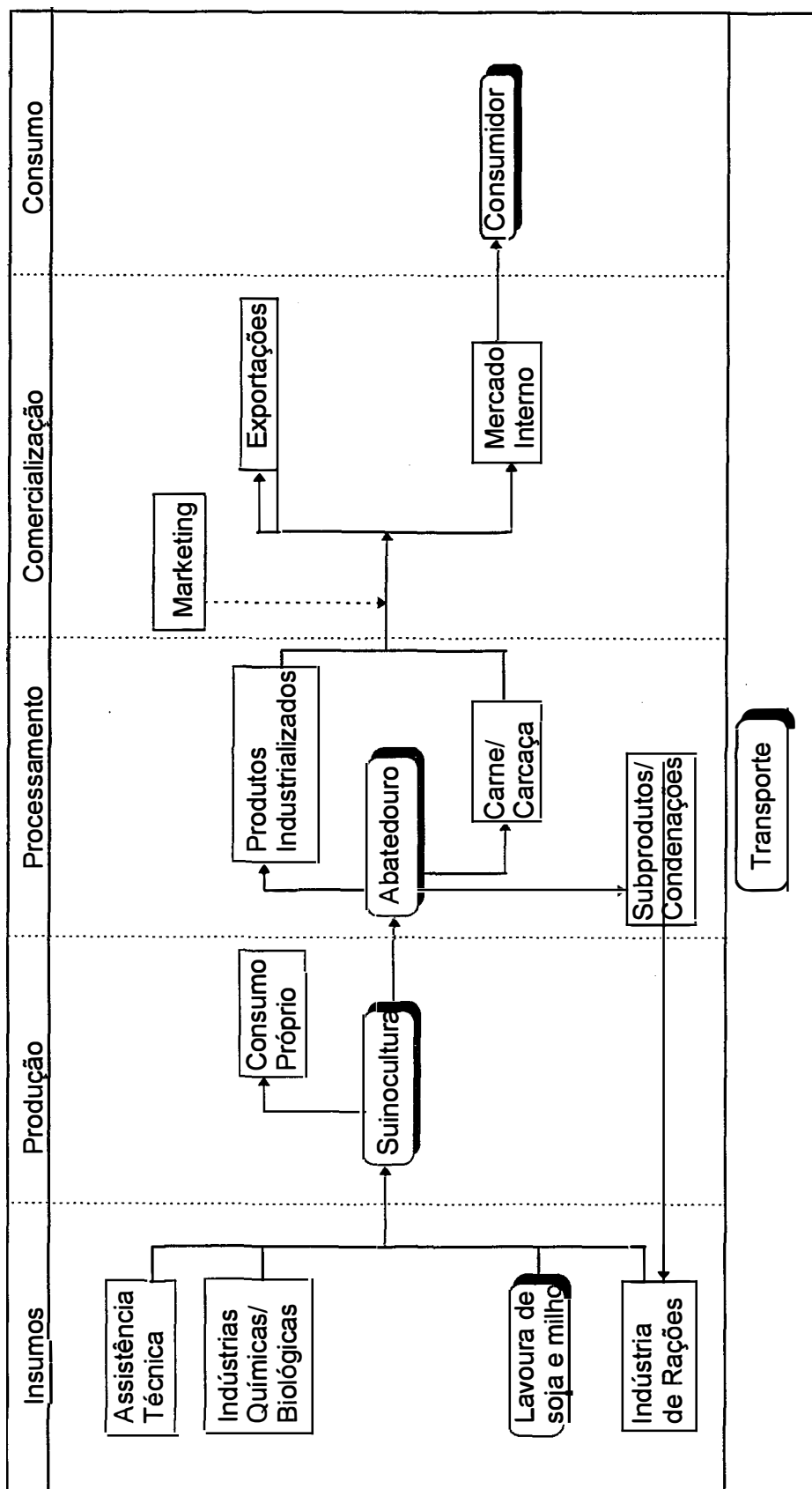


Figura 2 - Cadeia agroindustrial da suinocultura.  
 Fonte: Modificado de Gomes et al. (1992.)

Com relação às características de demanda, o consumo de carne de suínos no mundo chega, em alguns países da Europa, como Hungria, Dinamarca e Alemanha, a superar os 50 kg *per capita*. No Brasil, o consumo é extremamente baixo, se comparado com as médias mundiais, sendo a Região Sul a que apresenta o maior consumo. Um dos fatores que tem levado a isso, segundo Gomes et al. (1992), é o fato do preço da carne suína se situar em patamar próximo ao da carne bovina. Tal comportamento de preços pode ser explicado em função desta última ser explorada de forma extensiva, utilizando pastagem natural, enquanto o suíno utiliza ração balanceada em todas as fases. Além disso, vale lembrar que a carne bovina é preferível à carne suína para a maior parte da população brasileira. Diante de tal fato, as empresas preferem processar a carne, agregando-lhe valor através da produção de embutidos, o que passa a ser incompatível com o baixo poder aquisitivo de grande parte da população. Pode-se citar outros fatores de ordem folclórica, tal como associar a carne de suíno a uma carne de péssima qualidade, criada em ambiente pouco higiênico, e relacioná-la a doenças (muitos se referem a mesma como carne de “porco”).

Em termos do comércio internacional de suínos, segundo a FAO (1994), este movimento mais de três milhões de toneladas, sendo a Holanda, Dinamarca, e Bélgica os principais exportadores, e Alemanha, Itália e Japão os principais importadores (vide Tabela 4). O Brasil participa timidamente neste mercado, com volume de suas exportações apresentando grandes oscilações. Um dos principais problemas enfrentados pelos exportadores brasileiros são as barreiras não-tarifárias, principalmente relacionadas aos problemas sanitários, em decorrência da peste suína clássica (PSC), que ainda afeta o rebanho nacional, em especial as regiões Norte e Nordeste, e da febre aftosa, a qual só se encontra erradicada nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. A Região Sul é basicamente a única responsável pelas exportações brasileiras (vide Tabela 3).

Tabela 4 - Principais países exportadores e importadores de carne de suínos, 1992

Exportações	Quantidade	Importações	Quantidade
País	(mil t)	País	(mil t)
Holanda	856	Alemanha	781
Dinamarca	773	Itália	570
Bélgica	434	Japão	474
China	333	França	275
Outros	1.338	Outros	1.330
<b>TOTAL</b>	<b>3.734</b>		<b>3.450</b>

Fonte: FAO trade 1994

Observação: A diferença entre os totais de exportação e importação é função de muitos dos dados serem estimativas iniciais, sendo corrigida à medida do possível pela FAO.

O fato tem exigido um grande esforço das partes envolvidas para a sua erradicação, hoje só conseguida pela Região Sul, mas com programas em andamento em outras partes do país. Vale lembrar que, segundo Gomes et al. (1992), existem outros fatores que também merecem a atenção dos produtores, como custo de produção e qualidade do produto, para que se consiga aumentar a participação nacional nesse comércio. Atualmente, os principais parceiros comerciais do Brasil são a Argentina e Hong Kong, existindo boas perspectiva para uma ampliação no mercado Asiático.

De qualquer maneira, a conquista efetiva do mercado interno e internacional deverá ter como ponto de partida a melhoria da eficiência técnica da produção, que se encontra muito aquém do praticado nos principais países exportadores de suínos (vide Tabela 5). Outro ponto em questão diz respeito à tipificação da carcaça, já praticado com sucesso no sul do país. Conforme relata Fávoro (1990), a tipificação de carcaça irá servir como um incentivo para os produtores de suínos, aumentando a sua eficiência de produção, e promovendo um aumento da porcentagem de carne na carcaça. Na Figura 3, pode-se observar os principais cortes provenientes do abate do suíno. Estima-se hoje que a porcentagem de músculo em relação à carcaça quente esteja por volta de 50%, enquanto países como a França apresentam índices



bastante superiores para a mesma relação. Tal processo de tipificação irá permitir que se apresente, de uma forma mais apreciável, os cortes do suíno para o consumidor.

Tabela 5 - Índices zootécnicos comparados, 1994.

Índice	Unidade	Brasil	Ideal
Taxa de nascimento	leitões/matriz	5-7	24
Desmamados	leitões/matriz	6	22
Machos:Fêmeas	cabeças	1:05	1:20
Idade de abate	dias	360	150
Taxa de desfrute <sup>5</sup>	%	67	210

Fonte: Pinazza (1994).

<sup>5</sup> Taxa de desfrute, segundo Gomes et al, 1992, representa a variação média do rebanho, acrescidas das vendas e autoconsumo de animais, dividido pelo tamanho médio do rebanho.

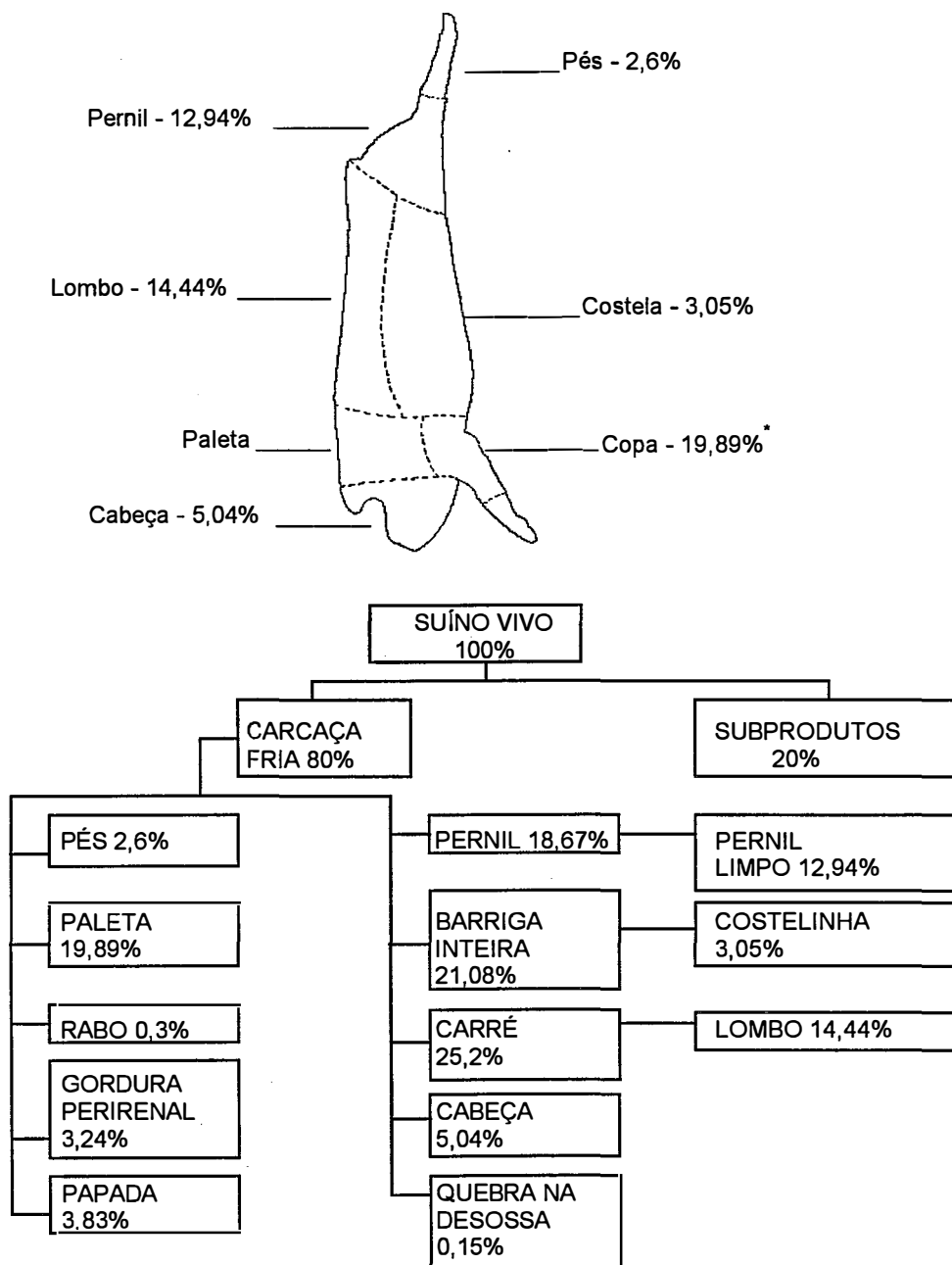


Figura 3 - Produtos originários do abate de suíno

Fonte: Adaptado de Canto, 1986 e Silveira et al., 1988

\* Porcentagem da copa e paleta juntas.

## 1.1 - A potencialidade econômica do Estado de Goiás

O Estado de Goiás, tal como se conhece hoje, surgiu em função da divisão do Estado anterior (que incluía o atual Estado de Tocantins), pela Constituição de 1988. Possui uma área de 341.289,5 km<sup>2</sup>, o que representa 3,99% do território nacional, e 21,17% da área da região Centro-Oeste. De acordo com o Censo Demográfico do IBGE (1991), Goiás possui uma população de 4.018.903 de habitantes, o que representa 2,74% da população do país, e 42,63% da população da Região Centro-Oeste.

Conforme ilustrado na Tabela 6, o Estado apresentava, para os anos de 1990-94, uma participação média no Produto Interno Bruto (PIB) nacional, equivalente a 2,07%, sendo que seu PIB agrícola médio participava com 3,27% do PIB agrícola nacional. Com relação a essas mesmas participações, só que em termos de região Centro-Oeste, verifica-se uma representatividade de 28,03% no PIB total, e de 44,56% no PIB agrícola.

Tabela 6 - Participação relativa do PIB de Goiás.

ANO	Part. PIB		Part. PIB		Part. PIB	
	Total		Agric.		Ind.	
	Brasil	CO	Brasil	CO	Brasil	CO
1990	2,04%	27,69%	3,18%	44,89%	1,62%	42,81%
1991	2,09%	28,40%	3,15%	44,74%	1,61%	42,28%
1992	1,97%	28,19%	3,15%	44,73%	1,42%	40,11%
1993	2,09%	27,56%	3,36%	44,22%	1,62%	38,45%
1994	2,17%	28,30%	3,36%	44,22%	1,81%	38,79%

Fonte: Silva et al. 1996

O Estado apresenta, em função de suas características edáficas, duas regiões distintas: uma ao sul, caracterizada por solos de boa fertilidade, e outra ao norte, onde encontram-se solos de cerrado. Estes últimos se caracterizam por serem solos de baixa fertilidade e apresentarem elevada acidez. Quanto às suas características

climáticas, a região apresenta um período com ausência de chuvas, geralmente entre os meses de novembro e dezembro, conhecido como “veranico”, que pode se prolongar por três semanas de ocorrência, em plena época das chuvas.

A importância do Estado de Goiás no cenário agrícola nacional começou a se destacar a partir de meados dos anos 70, em função das políticas agrícolas do governo, baseadas no crédito subsidiado e fixação de preço mínimo, bem como no desenvolvimento de uma rede de transporte, através de abertura de estradas e ampliação da capacidade armazenadora, que viabilizaram a atividade agrícola. Segundo Cunha e Mueller (1988), tais políticas constituíram o processo fundamental de integração nacional, promovida para todo o Centro-Oeste, pelos então governos militares. Essas políticas tinham como objetivo compensar os riscos da produção agrícola, principalmente devido às características edafo-climáticas daquele Estado.

Com a utilização de corretivos e adubos químicos, em conjunto com a irrigação, teve início a efetiva exploração agrícola da região. Iniciou-se com uma cultura típica de fronteira de cerrado, o arroz de sequeiro, utilizado como cultura de desbravamento, sendo substituída por outra já no segundo ano. Com o desenvolvimento de variedades mais adaptadas ao cerrado, a região passou a explorar, efetivamente, outras culturas, como o milho e a soja, permitindo a substituição das áreas de cultura de arroz por tais culturas, conforme pode ser observado na Figura 4.

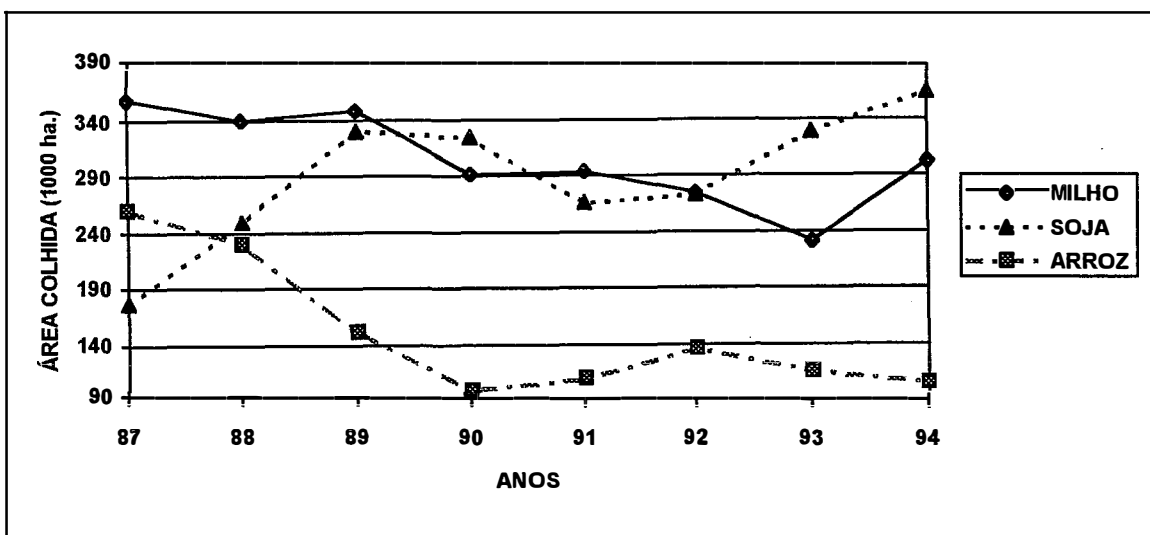


Figura 4 - Evolução da área colhida, no Estado de Goiás, nos triênios de 86/88 a 93/95.

Fontes: Produção agrícola municipal/IBGE e Previsão e acompanhamento de safras/CONAB

Obs.: nos anos anteriores a 1988, foram desconsideradas as produções da mesorregião Norte Goiano, hoje pertencente ao Estado de Tocantins.

O Estado de Goiás, em virtude do desenvolvimento de tais variedades, vem se destacando no cenário da produção de milho e soja, conforme pode ser observado na Figura 5. Esse aumento está ocorrendo através da incorporação de novas áreas, antes destinadas ao cultivo de arroz e, principalmente, pelo aumento de produtividade. Segundo o LSPA (1995) e LSPA (1996), as culturas do milho e da soja têm apresentado produtividades médias para o triênio 94/96 da ordem de 3857 kg/ha, e de 2012 kg/ha, respectivamente, enquanto as médias nacionais, naquele período, para as mesmas culturas, vêm totalizando 2554 kg/ha e 2155 kg/ha, respectivamente.

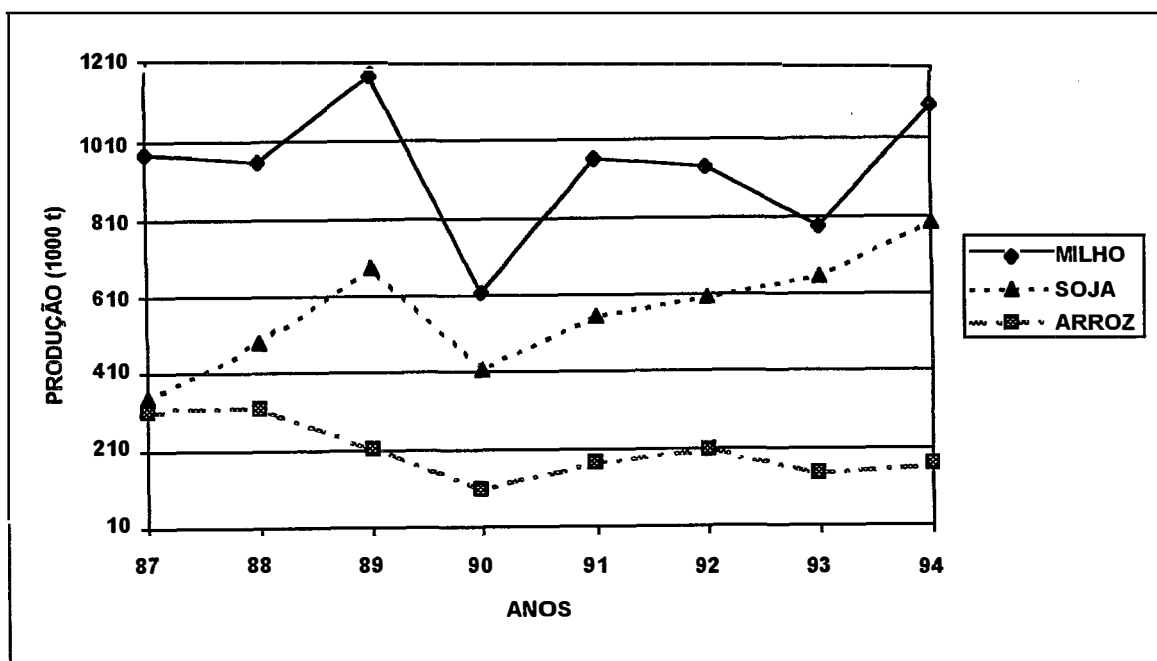


Figura 5 - Evolução da produção, no Estado de Goiás, nos triênios 86/88 a 93/95

Fontes: Produção agrícola municipal/IBGE e Previsão e acompanhamento de safras/CONAB

Obs.: nos anos anteriores a 1988, foram desconsideradas as produções da mesorregião Norte Goiano, hoje pertencente ao Estado de Tocantins

Dada a localização geográfica do Estado e sua proximidade a grandes centros consumidores, o mesmo possui grandes vantagens no processamento e produção de alimentos, aproveitando a produção de matéria-prima agropecuária. Vale ressaltar que o fator terra é, também, outro provedor de vantagens, pois a mesma tem um custo menor, quando comparada com outros Estados, tais como São Paulo. Além do mais, o Estado está localizado às margens da hidrovia Tietê-Paraná, que no médio prazo poderá ser uma excelente via de exportação, principalmente para os países do MERCOSUL.

## 1.2 - Descrição do problema e objetivos

A Região Sul do país, apesar de possuir o maior efetivo de suínos do Brasil, não apresenta a mesma capacidade de expansão da Região Centro-Oeste. A

capacidade de expansão é devida principalmente à sua disponibilidade de terra e ao seu potencial na produção de grãos, notadamente o milho e a soja, principais ingredientes de rações para suínos. Com um programa de erradicação da peste suína clássica (PSC), acompanhada de um programa de incentivos, a região Centro-Oeste apresenta um elevado potencial à instalação de granjas de suínos, para atender a um aumento do consumo interno e permitir que o país aumente a sua participação no mercado internacional. Dentro deste cenário, o Estado de Goiás é o que apresenta as maiores vantagens, principalmente pelo seu parque agroindustrial, quando comparado com os demais Estados da região, e pela proximidade com os grandes centros consumidores, como São Paulo, Brasília e Belo Horizonte. Além disso, com a perspectiva da consolidação da hidrovía Tietê-Paraná, esta pode ser considerada como uma excelente alternativa para o escoamento da produção daquele Estado.

A instalação de granjas no Estado de Goiás poderá também se beneficiar pelo deslocamento de abatedouros, que estão saindo, principalmente, do Estado de São Paulo, em direção à região, devido ao preço da terra, carga tributária e problemas de aquisição de matéria-prima. Outra característica importante está relacionada ao grande número de unidades armazenadoras existentes na região, o que irá permitir que se faça uma programação de abastecimento de matéria-prima para rações às granjas durante o ano todo. Embora essas vantagens comparativas possam ser indicadas, ainda não se dispõe de estudos mais detalhados que permitam a determinação da melhor maneira da implantação da suinocultura, assim como sua distribuição regional, dentro dos limites geográficos do Estado. Ademais, não se conhece qual a escala de produção recomendada para o Estado. O problema em questão consiste assim na realização de um estudo, onde seja possível identificar a melhor distribuição espacial da suinocultura no Estado, bem como determinar quais sejam as regiões mais indicadas para o abastecimento de matéria-prima para a ração, de modo que sejam minimizados os custos de transporte e de aquisição de insumos, e com isso possa se obter uma redução nos custos de criação.

O objetivo geral deste trabalho é estudar a maneira mais eficiente de se organizar as granjas de suínos, no Estado de Goiás, de modo a se obter a minimização dos custos de transporte de matéria-prima, no caso o milho e a soja, de acordo com as previsões de safra. Serão consideradas granjas de suínos de ciclo completo, isto é, da produção do leitão até o suíno terminado. Quanto aos índices zootécnicos, serão considerados os melhores índices atualmente alcançados, de acordo com informações obtidas junto a técnicos da EMBRAPA/CNPSA.

Especificamente pretende-se:

- a) determinar a localização ótima de granjas de suínos, segundo alguns tamanhos, nas regiões do Estado de Goiás;
- b) identificar os possíveis municípios, do Estado de Goiás, aptos a receber as granjas, levando-se em consideração a safra de milho e soja e os custos de transporte.

Para a realização deste trabalho, serão utilizadas séries históricas de safras (1990-1995), de milho e soja, coletadas junto à EMATER-GO. O custo de transporte será obtido mediante pesquisa junto a empresas da região. Quanto ao custo de exploração de suínos, será considerada a planilha de custo de produção elaborada em conjunto com a EMBRAPA/CNPSA.



## 2. A TEORIA DA LOCALIZAÇÃO

A determinação sobre onde produzir um determinado bem sempre representou uma preocupação, até mesmo para os economistas clássicos, mesmo que de uma forma superficial, conforme salienta Azzoni (1982). O primeiro economista a estudar o problema de localização foi o alemão Von Thünen, no ano de 1826. Nesse trabalho, o autor procurou determinar a influência das cidades na produção agrícola, bem como a distribuição espacial das culturas, em função de seu valor, constituindo-se no que se convencionou de chamar “anéis de Thünen”.

O trabalho considerado como a gênese da teoria da localização foi desenvolvido por outro alemão, em 1909. O pesquisador Alfred Weber determinou a localização da atividade industrial, através das forças de atração. Em seu estudo, Weber considerou uma área onde existia somente um único mercado consumidor e duas regiões fornecedoras de matéria prima. As forças de atração, neste caso, foram representadas pelo custo de transporte, sendo que o equilíbrio de tais forças determinava a localização da atividade industrial. Após determinar a localização, o mesmo procurava, através de isodapanas<sup>1</sup>, verificar o efeito de outras forças de atração, como custo da mão-de-obra e aglomeração.

---

<sup>1</sup> Isodapanas representam arcos concêntricos, com relação à nova força de atração, de mesmo acréscimo de custo de transporte. A isodapana crítica é aquela onde o acréscimo de custo do transporte se iguala à redução de custo proporcionada por tal força de atração. Se este arco contiver no seu interior a localização inicial, não é interessante a mudança da localização. Tal mudança só será vantajosa se a localização inicial estiver situada externamente à isodapana crítica. Para maiores detalhes, ver Azzoni (1982).

Como os modelos mais recentes são modificações do modelo proposto por Weber, suas principais considerações e hipóteses básicas são apresentadas a seguir, conforme citadas por Leme (1982).

a) Considerações:

a.1) existência de uma série de mercados demandantes  $i$ , os quais deverão ser atendidos por uma firma, e suas demandas serão função da localização dos mesmos com relação à firma:

$$D_i = D_i(L) \quad (1)$$

onde;

$D_i(L)$  = demanda do mercado  $i$ , em função da localização da firma.

a.2) os preços dos bens nesses mercados são determinados em função da localização relativa dos mesmos à firma

$$p_i = p_i(L) \quad (2)$$

onde:

$p_i(L)$  = preço do produto final, em função da localização.

a.3) a capacidade de produção da firma é tal que atende à soma das demandas dos mercados

$$A = \sum D_i \quad (3)$$

onde:

$A$  = capacidade de produção da firma.

a.4) as quantidades requeridas de insumos para um dado nível de produção, fornecida pelas diversas fontes, é função da localização da firma, devido, principalmente, aos custos de transporte

$$X_j = X_j(L) \quad (4)$$

onde:

$X_j(L)$  = quantidade demandada de matéria prima, em função da localização.

a.5) o custo de transformação da matéria-prima em bens é, também, função da localização

$$K = K(L) \quad (5).$$

onde:

$K(l)$  = custo de transformação das matérias primas, em função da localização.

b) Hipóteses

b.1) define-se que as demandas dos mercados atendidos pela firmas sejam fixas, e determinadas a *priori*; portanto, a capacidade de produção da firma será constante;

b.2) os preços dos bens vendidos nos mercados atendidos são constantes;

b.3) as quantidades de insumos fornecidas por cada região são constantes. Elas podem ser de dois tipos: as localizadas, se se considera somente uma fonte de insumo dentro da área de estudo, ou as ubiqüidades, que são aquelas obtidas na própria região de localização da indústria; e

b.4) o custo de transformação é assumido como constante.

Portanto, para a maximização do lucro da firma, tem-se:

$$\max \sum D_i(l)p_i(l) - \sum \sum X_j(l)p_j(l) - Ak(l) - T(l) \quad (6)$$

onde  $T(l)$  representa o custo de transporte.

Como  $\sum D_i(l)p_i(l) - \sum \sum X_j(l)p_j(l) - Ak(l)$  é uma constante, o problema pode ser simplificado à maximização de  $\sum -T(l)$ , o que corresponde a minimizar os custos de transporte.

No modelo, proposto por Weber, só se trabalhava com duas fontes de matéria-prima e uma região de demanda, constituindo, assim, um triângulo locacional. A partir deste triângulo, através das forças atrativas, poder-se-ia se determinar a melhor localização da firma. Posteriormente, através de isodapanas, pode-se verificar a atuação de outras forças, como custo de mão-de-obra, que podem promover o deslocamento da firma para uma nova região.

Com o surgimento da programação linear, em meados da década de 40, em especial o modelo de transporte, puderam ser introduzidas situações mais complexas que a original. Pôde-se então trabalhar com várias regiões de demanda, bem como com várias regiões de oferta de matéria-prima. Segundo Bressler e King (1970), uma das vantagens deste modelo consiste em se poder determinar, simultaneamente, o fluxo de produtos e os preços relativos de mercado.

De acordo com Amaro et al. (1973), o modelo de transporte, embora aprimorasse o modelo original, apresentava algumas limitações, conseqüência de suas pressuposições básicas, que estão relacionadas a seguir:

- 1) considera um mercado em concorrência perfeita;
- 2) não considera economia de escala no transporte;
- 3) a tecnologia é considerada constante dentro da área de estudo;
- 4) as ofertas e demandas de cada região são conhecidas;
- 5) as variáveis possuem relações lineares;
- 6) não considera economia de escala no processamento.

Um grande avanço na modelagem de localização foi alcançado a partir da utilização da programação inteira-mista, mais especificamente com a utilização de variáveis binárias no modelo. Com essa nova concepção se tornou possível testar, para cada região, as diversas capacidades de processamento, procurando-se assim não só a melhor localização, que minimizava os custos de transporte, como também a melhor capacidade de processamento para a região. É a partir dessa especificação que começam a surgir os diversos trabalhos voltados para a determinação de localizações ótimas.

Uma das limitações dos estudos de localização realizados, através do uso da programação inteira-mista, está relacionada às suas características estáticas. Está implícito no modelo que a solução é ótima para um equilíbrio de longo prazo. No entanto, o modelo se torna menos eficiente, quando se assume a ocorrência de

mudanças, tanto no lado da oferta quanto do lado da demanda. Alternativa para incorporar tais variações diz respeito à utilização da programação dinâmica nos estudos de localização, acrescentando-se à determinação da melhor localização a identificação do período em que uma nova firma deverá ser aberta.

No entanto, outra grande preocupação, presente em qualquer exercício de planejamento, não estava devidamente equacionada: os riscos embutidos no projeto. Nos modelos até então, tanto as ofertas quanto as demandas eram perfeitamente inelásticas às variações de preço. Visando incorporar variações aos modelos de localização, passou-se a realizar modelagens com programação estocástica, onde se considera uma probabilidade de ocorrência a um determinado evento. Com isso, passou-se a utilizar uma variabilidade, mais especificamente na oferta e na demanda, para se determinar a melhor localização.

A determinação do local onde se pretende produzir pode, muitas vezes, não condizer com o local de mínimo custo, ou máximo lucro, porque alguns fatores exógenos passam a ter uma importância muito maior. É o caso, por exemplo, de empresas estatais, onde o interesse está mais relacionado ao desenvolvimento regional que a outros fatores. No caso de empresas de capital privado, os incentivos político-fiscais podem desempenhar um papel predominante na determinação do local. Nesse último caso, podem-se citar casos recentes no Brasil envolvendo montadoras automobilísticas, que gozam de grande prestígio, principalmente pelo número de empregos diretos que podem gerar.

Outros fatores são bastante relevantes na determinação da localização. Entre eles, o custo da terra, principalmente para firmas onde a demanda por tal fator é muito importante. Neste caso, pode-se citar a agricultura, onde a terra representa um dos principais fatores de produção. Nesses últimos anos, outro fator que vem desempenhando grande papel na determinação da localização industrial diz respeito ao meio ambiente. A preocupação em se preservar os recursos naturais tem levado

algumas firmas a modificarem seus modos de produção ou a partirem para outras áreas, nas quais a sua presença se torne menos danosa ao meio.

## **2.1 - Aplicações**

De acordo com Woiler e Mathias (1986), durante a elaboração de um projeto, a fase mais difícil diz respeito à localização. A determinação da localização significa encontrar um local em que se minimizem os custos, tanto de curto quanto de longo prazo, uma vez que a mesma terá grandes impactos nos custos de operação.

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

Apesar do presente modelo básico considerar somente os custos de transporte e de processamento, Cosenza e Nascimento (1975) salientam que, para determinar uma microlocalização, outros fatores devem ser analisados, tais como a facilidade de recrutamento de mão-de-obra, topografia, infra-estrutura e usos alternativos do território, distribuição da atividade industrial na área em estudo, etc.

Segundo o BNB (1971), uma empresa, independente de sua natureza, possui três etapas em comum, para a produção de um determinado bem, que consiste em aquisição de matéria-prima, processamento e distribuição do produto final. O primeiro e o terceiro são influenciados diretamente pelos custos de transporte. Portanto, deve-se determinar um local que minimize os custos associados a tais fatores.

Segundo Weber e Hoover, citados por Nowak e Romanowska (1985), as indústrias de processamento de alimentos podem ser classificadas como indústrias

orientadas pelo insumo, quando as mesmas estão localizadas próximas às fontes de matéria-prima, ou se no processo da mesma ocorrer uma redução de peso e/ou diminuição de sua perecibilidade. Podem, por outro lado, ser classificadas como indústrias orientadas pelo mercado, quando tais firmas se encontram localizadas próximas aos mercados consumidores, ou se no seu processo de produção ocorrer um aumento de peso e/ou um aumento da perecibilidade do produto final.

Amaro et al. (1973) estudaram a forma eficiente de organizar o complexo das fábricas de processamento de laranja no Estado de São Paulo, visando a minimização dos custos de transporte. Determinaram-se quais seriam as regiões que iriam atender cada fábrica, inclusive identificando as áreas de conflitos, assim como as unidades passíveis de ampliação, mediante uma situação de excesso de oferta, ou ainda as regiões que permitissem a implantação de uma nova unidade. As principais limitações levantadas estavam associadas às próprias pressuposições do modelo de transporte. Como os próprios autores salientam, os resultados poderiam ser mais realistas, se fossem consideradas economias de escalas, tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda. Outro fato está relacionado à não consideração da demanda, por frutos *in natura*, no mercado interno, e da demanda, por suco de laranja concentrado congelado, no mercado internacional.

Para Stollsteimer (1963), o problema de localização deve responder não só sobre a melhor localização, mas também sobre o número de firmas, tamanho, localização das fontes de matéria-prima e forma de distribuição do produto final, para que se possa programar os investimentos tanto na firma quanto em equipamentos. Apesar de muitos bens serem constituídos de mais de uma matéria-prima, muitas vezes a consideração de apenas uma delas pode ser justificada, pelo fato desta ser a mais importante na determinação da localização. Tal autor desenvolveu um modelo básico para se determinar o número, tamanho e localização de *packing-houses* para pêra na região noroeste da Califórnia, nos Estados Unidos. Dentro dessa concepção, King e Logan (1964) desenvolveram uma metodologia para se determinar a localização, número e tamanho ótimo de abatedouro de bovinos para o estado da

Califórnia, EUA. Em seu trabalho incluíram tanto os custos de transporte da matéria-prima quanto os custos de transporte do produto final. Já Barielle e Holland (1975) desenvolveram um procedimento matemático para a determinação de localização e tamanho ótimo de firmas, onde algumas variáveis foram incorporadas ao modelo, como custo da matéria-prima, estoque e *carryover* e firmas com múltiplos produtos.

Almeida (1981) avaliou a viabilidade econômica de implantação e localização de unidades produtoras de farinha de milho integral e desengordurada a ser misturada com farinha de trigo. Considerou cinco capacidades de processamento e diversos cenários, utilizando a programação linear inteira-mista. Para o caso da localização procurou-se minimizar os custos de transporte do milho e farinha, em conjunto com os custos de processamento, para se obter a localização ótima em função das restrições de escoamento do milho e da farinha, localização das unidades fabris bem como suas capacidades.

Cruz (1990), através de sistema de redes não-capacitadas, determinou a localização e o tamanho que tornavam mais eficientes economicamente as unidades armazenadoras no Estado de Minas Gerais, através da minimização dos custos de transporte e instalação de novas unidades armazenadoras a granel. Trabalhando também com armazenamento de grãos, McCarl et al. (1985) determinaram a melhor organização de terminais de cargas, através da minimização dos custos de armazenagem e de transporte, tanto ao nível da fazenda quanto nos terminais.

Canziani (1991), utilizando-se da programação linear inteira-mista, estudou a localização de fábricas de suco de laranja concentrado no norte e noroeste do estado do Paraná, visando a minimização dos custos de coleta e reunião da produção, de processamento e de distribuição do produto final. O autor considerou, no modelo, economia de escala no transporte e processamento, projetando várias situações de oferta de matéria prima.



Nessas novas especificações de modelos (Stollsteimer; King e Logan; Barrielle e Holland; Almeida; Cruz, e Canziani), procurou-se eliminar, principalmente, a pressuposição da inexistência de economia de escala no processamento, através do uso de variáveis binárias no processo de modelagem. Outras variáveis foram incluídas no modelo, tais como preço da matéria-prima e custos de transporte do produto final, visando uma maior aproximação com a realidade.

Kilmer et al. (1983), através do uso de programação dinâmica, estudaram a abertura de novos *packinghouses*, no estado da Flórida, EUA, uma vez que com o deslocamento da produção, observado nos últimos 50 anos, muitos desses *packinghouses* estavam ficando muito distantes da área de produção. Neste estudo, os autores procuram traçar uma programação para a abertura de novas barracões e o fechamento dos velhos. Visto que essa operação implicava custos adicionais, o objetivo do trabalho foi o de minimizar tais custos dentro do horizonte de estudo. Os autores procuraram ainda apresentar como seriam os ajustamentos de curto-prazo na localização. Foi ressaltado que os modelos estáticos de localização representavam uma solução ótima para o equilíbrio no longo-prazo, não havendo uma preocupação nos ajustamentos no curto-prazo. A pressuposição de oferta fixa foi relaxada: ela permaneceu fixa, mas variando dentro do período de análise.

Brown e Drynan (1986) ressaltam o problema dos modelos básicos não considerarem variações tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda, isto é, os bens e insumos são considerados perfeitamente inelásticos, com relação ao preço. Esta pressuposição bastante forte fez com que os mesmos autores optassem pela utilização de programação estocástica discreta. Trabalharam basicamente com variações estacionais, em conjunto com expectativas de safras (divididas em boa, média e ruim), para se determinar a localização e tamanho ótimo de abatedores de gado na região de Queensland, Austrália. Os autores chamam a atenção para as diferenças entre as soluções dos modelos básicos e o por eles usado. Procuraram-se também incorporar riscos aos modelos de localização, através da utilização de programação estocástica para representar, via probabilidades, as variações no lado

da oferta. Trata-se assim, mais uma vez, de um modelo em que a pressuposição de oferta fixa é relaxada.

Von Oppen (1976), utilizando modelo de equilíbrio espacial em conjunto com modelos de localização, determinou a localização, tamanho da área de mercado e o comércio inter-regional para a indústria de soja na Índia, aplicando importantes funções econômicas, tais como transporte de insumos e produtos, custos médios, e ofertas e demandas regionais. A tarefa se dividiu em duas partes, sendo que na primeira se determinou a localização das firmas por meio de um modelo de otimização, e o comércio inter-regional de insumos e produtos, com auxílio de um modelo de programação quadrática. Da solução ótima da localização se derivou o custo médio regional de processamento, o qual foi inserido no modelo de comércio inter-regional. Da solução ótima deste se derivaram as quantidades a serem processadas e distribuídas pelas firmas, que foram então inseridas no modelo de localização.

Von Oppen (1976) procurou ainda determinar os preços e quantidades demandadas e ofertadas. Para tanto, se utilizou de um modelo de equilíbrio geral, para se determinarem preços e quantidades. Com base nesses dados, ele determinava a melhor localização da indústria. Dentre os modelos apresentados, este é o que apresenta um ferramental teórico dos mais interessantes, pois possibilitou a verificação do efeito de variações de preços, bem como o de uma quebra de safra. A aplicação desse método implica algumas dificuldades, principalmente quando se pretende determinar a localização de indústria em áreas novas, uma vez que haveria problemas para se determinar as equações de oferta e demanda para cada uma das regiões com potencial para receber uma indústria.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Neste capítulo são estudados, primeiramente, os aspectos teóricos e as pressuposições envolvidas no processo de programação matemática, e em especial na programação linear, bem como as variantes usadas neste trabalho. Em seguida, é apresentado o processo de modelagem do problema a ser estudado, tanto na sua forma diagramática quanto na forma matemática. O desenvolvimento é referenciado pela teoria da localização, procurando-se determinar os melhores locais para a implantação de granjas suinícolas através, conforme formulado inicialmente por Alfred Weber, do tratamento das forças de atração para as mesmas, além dos próprios custos de transporte. Por fim, se apresenta o procedimento empírico aplicado aos dados utilizados.

#### **3.1 - Subdivisão da área de estudo**

O Estado de Goiás foi escolhido para a realização deste estudo, por estar situado praticamente na região central do Brasil, e ser importante produtor de grãos, além de localizar-se proximamente às regiões consumidoras em potencial como a Região Sudeste, e a própria Centro-Oeste.

A importância de Goiás pode ser realçada pelo grande interesse de empresas internacionais ligadas à área de melhoramento genético de suínos, bem como as grandes empresas nacionais de embutidos, que almejam estabelecer-se na região.

Este interesse é também compartilhado por empresários rurais no ramo da pecuária, que pretendem implantar granjas de suinocultura naquele Estado.

O Estado de Goiás encontra-se dividido em 5 mesorregiões e 18 microrregiões homogêneas (vide Tabela 7 e Figura 6). As mesorregiões do Noroeste e Norte Goiano são as que possuem as menores concentrações de população. As mesmas subdividem-se, respectivamente, em 3 e 2 microrregiões homogêneas (MRH). A principal atividade agrícola nestas regiões é a pecuária de corte. Tais regiões apresentam ainda a menor concentração de malha viária, e por estarem mais distantes das regiões de maior concentração populacional, são as que possuem as menores probabilidades para a instalação de abatedouros. Constituem-se, entretanto, em regiões produtoras de grãos.

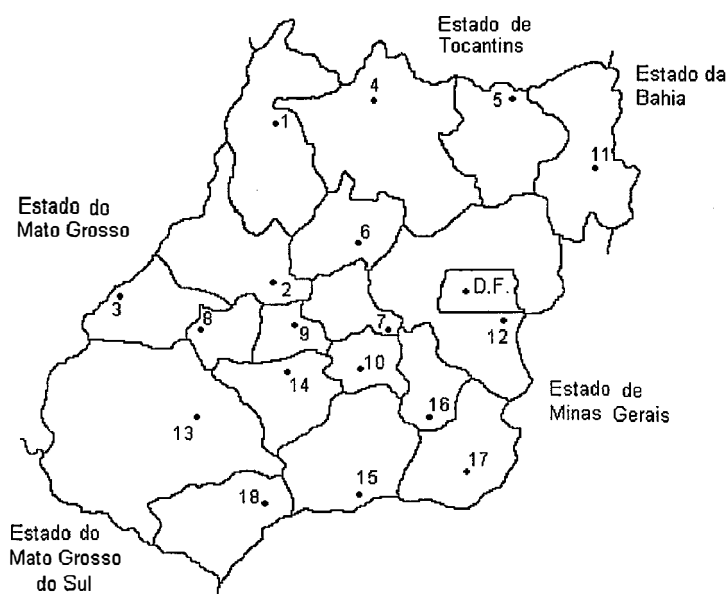
Tabela 7 - Microrregiões homogêneas e seus respectivos centróides<sup>5</sup>

<b>Nº</b>	<b>Mesorregião</b>	<b>Microrregião</b>	<b>Centróide</b>
1	Noroeste Goiano	S.Miguel do Araguaia	Crixás
2		Rio Vermelho	Goiás
3		Aragarças	Aragarças
4	Norte Goiano	Porangatu	Porangatu
5		Chapada dos Veadeiros	Campos Belos
6	Centro Goiano	Ceres	Goianésia
7		Anápolis	Anápolis
8		Iporá	Iporá
9		Anicuns	S.L.Montes Belos
10		Goiânia	Goiânia
11	Leste Goiano	Vão do Paraná	Posse
12		Entorno de Brasília	Luziânia
13	Sul Goiano	Sudoeste	Rio Verde
14		Vale do Rio dos Bois	Palmeiras de Goiás
15		Meia Ponte	Itumbiara
16		Pires do Rio	Pires do Rio
17		Catalão	Catalão
18		Quirinópolis	Quirinópolis

Fonte: IBGE (1991).

<sup>5</sup> Ponto de referência para uma superfície, onde a partir deste se determina as distâncias a serem consideradas.

As mesorregiões Sul, Leste e Centro Goiano são as mais desenvolvidas do Estado de Goiás. Nelas tem-se uma maior concentração populacional e um maior desenvolvimento industrial. Estas mesorregiões encontram-se subdivididas, respectivamente, em 6, 2 e 5 MRH. Segundo dados do IBGE (1991), a soma das populações das MRH de Goiânia, Anápolis, Sudoeste de Goiás e Meia Ponte representa, aproximadamente, 55% de toda a população do Estado. A mesorregião Sul de Goiás, pela sua proximidade com centros consumidores como São Paulo, e pela sua importância na produção de grãos, é a que apresenta as maiores possibilidades para a implantação de abatedouros, além de também poder ser considerada como a área com melhores características para concentração de suinocultura.



#### MICRORREGIÕES

1 - São Miguel do Araguaia	7 - Anápolis	13 - Sudoeste de Goiás
2 - Rio Vermelho	8 - Iporá	14 - Vale do Rio dos Bois
3 - Aragarças	9 - Anicuns	15 - Meia Ponte
4 - Porangatu	10 - Goiânia	16 - Pires do Rio
5 - Chapada dos Veadeiros	11 - Vão do Paraná	17 - Catalão
6 - Ceres	12 - Entorno de Brasília	18 - Quirinópolis

Figura 6 - Mapa de Goiás com suas respectivas microrregiões.

Cada MRH será representada por um único centróide (vide Tabela 7), associado à localização do município de maior população da região, que servirá como referência para os custos de transporte. Não serão considerados os custos de transporte para a movimentação realizada dentro da mesma MRH. Além disso, o centróide será usado como referência de implantação de projetos, não significando entretanto que tais plantas sejam necessariamente instaladas no centróide em si, mas sim distribuídas dentro da MRH.

### **3.2 Desenvolvimento**

Para o processo de localização de granjas e abatedouros no Estado de Goiás, é necessária a descrição das principais características do contexto envolvido, de forma a se ter ao final, uma clara visualização da base para o processo de formulação de um problema de localização.

O Estado de Goiás está dividido em 18 microrregiões homogêneas, que a princípio não apresentam nenhuma restrição quanto à instalação, tanto de granjas suinícolas quanto de abatedouros. Em todas estas regiões ocorre produção de grãos, no caso milho e soja, em quantidades distintas para cada uma delas, que naturalmente podem ser transformadas em proteína animal. Aqui depara-se com a primeira parte do problema: será necessário realizar uma distribuição física de grãos, através do transporte das regiões que apresentam excesso de oferta para aquelas que apresentam excesso de demanda. Esta distribuição dos fluxos de grãos deve ser tal que os custos de transporte sejam minimizados. Para as regiões que se caracterizam como exportadoras, os grãos consumidos internamente, acrescidos daqueles que foram exportados, não devem ultrapassar sua capacidade de oferta. Para aquelas que se caracterizam como importadoras, a totalidade dos grãos consumidos internamente, adicionada à quantidade que foi importada, deve ser inferior à demanda de grãos.

Para se dimensionar as demandas por grãos nas regiões, são considerados 15 tamanhos de suinoculturas, que poderão, ou não, ser instaladas nas regiões, além das próprias granjas já instaladas na região. A determinação de instalação de uma granja suinícola numa certa região envolve, de uma forma direta, os custos de implantação da mesma, além de fatores indiretos, associados à demanda por carne suína. Portanto, cada região apresentará um número de granjas de tamanhos distintos, a ser determinado pelo modelo, em função da proximidade desta com o mercado consumidor e do fornecimento de matéria prima para a formulação de ração. Note-se assim que, ao se instalar uma granja suinícola numa região cria-se, além da demanda por grãos, uma oferta de animais para o abate.

Ao se definir a capacidade de oferta de suínos para cada região, parte-se, então, para a terceira parte do problema. Nesta etapa será formulado o sistema de transporte de animais, de sua origem até as regiões onde os mesmos serão abatidos. O objetivo, como no caso dos grãos, é minimizar os custos de transporte envolvidos, lembrando-se que a quantidade de suínos abatidos na própria região e os exportáveis não devem superar a capacidade de oferta da região. Além disso, a quantidade de suínos abatidos internamente, mais as importações, não pode ser inferior à capacidade de abate da região.

A demanda por suínos pode ser definida de duas maneiras. Uma representada pelos abatedouros já instalados na região, e que inclui os abatedouros para bovinos, que apresentam estrutura similar aos de suínos. A outra maneira diz respeito aos abatedouros que podem ser instalados nas diversas regiões. Aqui se irá considerar somente um tamanho de abatedouro, de 3000 animais/dia, que representa o tamanho médio das grandes empresas de embutidos. Tem-se, então, a quarta parte do problema a ser formulada, que representa a identificação das regiões onde serão implantados tais abatedouros. Por se tratar de abatedouros de grande porte, se irá limitar o número dos mesmos ao máximo de 3 unidades. Da mesma forma que para a granja, ao se instalar um abatedouro numa determinada região, cria-se naturalmente uma oferta de carcaças de suínos.

Finalmente, chega-se à situação em que se faz necessário abastecer os mercados consumidores através do transporte das carcaças, oriundas dos abatedouros. Os mercados consumidores serão representados pelas própria regiões do Estado de Goiás, assim como pelos municípios de São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Brasília, que se constituem em grandes mercados consumidores potenciais. O objetivo aqui é realizar tal distribuição de modo a se minimizar o custo de transporte das carcaças. Deve-se lembrar que as quantidades de carcaças que permanecem na região, mais as que serão transportadas, não devem superar a capacidade de oferta da região. Ao mesmo tempo, a quantidade que permanece na região, mais as que chegam de outras regiões, não deve ser inferior à demanda da região. Nota-se que a demanda por carcaças será determinada através da população residente nas regiões e pelo consumo “*per capita*” nacional.

Portanto, de acordo com o exposto, o objetivo do modelo de localização será o de determinar os locais de instalação de suinocultura e abatedouros, de forma a se atender às diversas demandas, respeitando as várias ofertas, de forma a se ter ao final, de forma agregada, a minimização dos custos de transporte e de implantação de granjas e abatedouros.

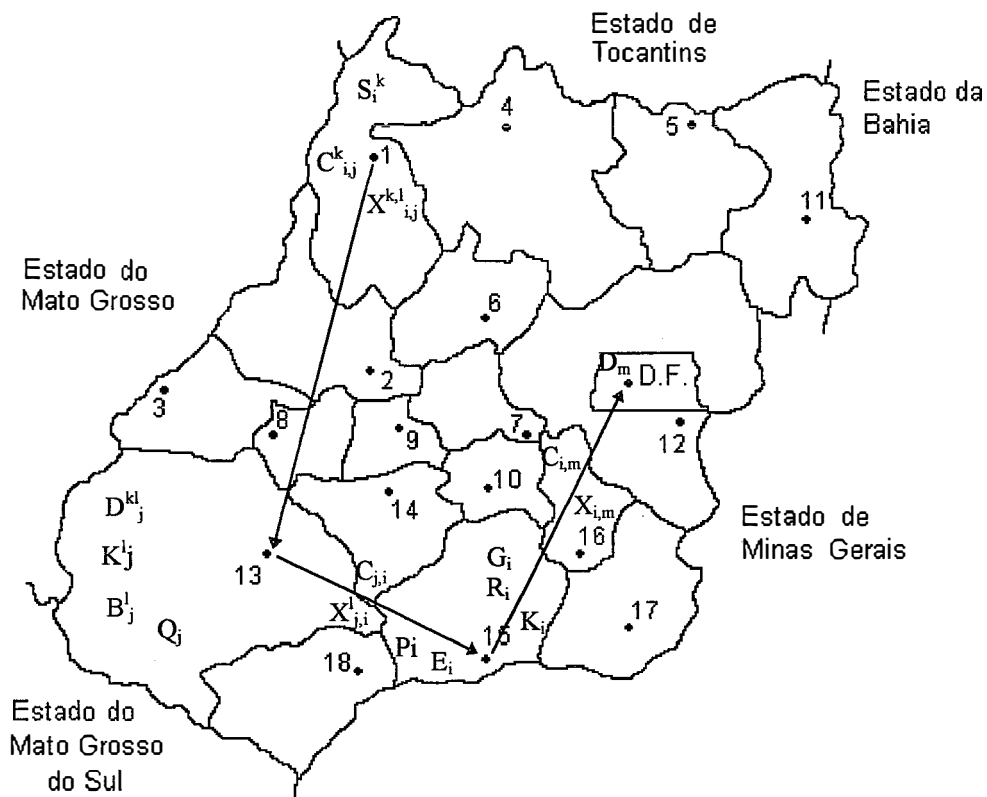
### **3.3 - Modelagem**

#### **3.3.1 Representação diagramática**

Na Figura 7 tem-se uma representação do problema em questão. É apresentada uma rota genérica, que envolve o fluxo de grãos transportados da região produtora até uma região que contenha suinocultura (da Região 1 à Região 13), o transporte de suínos desta região até uma região que venha a ter um abatedouro (da Região 13 à Região 15), e transporte de carcaças de suínos até o mercado consumidor (da Região 15 ao Distrito Federal). Este esquema ilustra o



equacionamento do problema, e mostra de uma forma diagramática o que se pretende com o desenvolvimento deste trabalho.



LEGENDA		
1 - São Miguel do Araguaia	7 - Anápolis	13 - Sudoeste de Goiás
2 - Rio Vermelho	8 - Iporá	14 - Vale do Rio dos Bois
3 - Aragarças	9 - Anicuns	15 - Meia Ponte
4 - Porangatu	10 - Goiânia	16 - Pires do Rio
5 - Chapada dos Veadeiros	11 - Vão do Paraná	17 - Catalão
6 - Ceres	12 - Entorno de Brasília	18 - Quirinópolis

Figura 7 - Representação do modelo de localização.

Assim sendo, a partir dessa mesma Figura 7, podem ser apresentadas as denominações das variáveis a serem utilizadas no modelo proposto.

$C_{i,j}^k$  : representa o custo de se transportar uma unidade de grão  $k$  entre as regiões  $i$  e  $j$ ;

$X_{i,j}^{k,l}$  : representa a quantidade de grãos  $k$  transportada entre as regiões  $i$  e  $j$ , para abastecer as granjas de tamanho  $l$ ;

$S_i^k$  : representa a capacidade de oferta de grãos  $k$  da região  $i$ ;

$D_j^{k,l}$  : representa a demanda pelo grão  $k$ , de uma granja de tamanho  $l$ , instalada na região  $j$ ;

$F_j^l$  : variável binária, tipo zero ou um, associada à instalação de uma granja de tamanho  $l$ , na região  $j$ .

$K_{lj}$  : representa o custo sob a forma de valor anualizado para a implantação de uma granja de suínos de tamanho  $l$ , instalada na região  $j$ ;

$C_{j,i}$  : representa o custo para se transportar uma unidade de suíno da região  $j$  até a região  $i$ ;

$X_{j,i}^l$  : representa a quantidade de suíno transportada da granja de tamanho  $l$ , instalada na região  $j$ , até um abatedouro na região  $i$ ;

$B_j^l$  : representa a capacidade de oferta de suínos de uma granja de tamanho  $l$  instalada na região  $j$ ;

$Q_j$  : representa a oferta inicial de suínos das granjas que já estão presentes na região  $j$ ;

$K_i$  : representa o custo de implantação de um abatedouro na região  $i$ ;

$E_i$  : representa a quantidade demandada por suínos pelo abatedouro a ser instalado na região  $i$ ;

$F_i$  : variável binária associada à instalação de um abatedouro.

$P_i$  : representa a quantidade demandada por suínos, pelos abatedouros já presentes na região  $i$ ;

$G_i$  : representa a capacidade de oferta de carcaças de suínos pelos abatedouros a serem instalados na região  $i$ ;

$C_{i,m}$  : representa o custo de transporte de uma unidade de carcaças da região  $i$  até a região  $m$ ;

$X_{i,m}$  : representa a quantidade de carcaças de suínos transportada de um abatedouro da região  $i$  até ao mercado consumidor  $m$ ;

$R_i$  : representa a capacidade de oferta de carcaças de suínos pelos abatedouros já existentes na região  $i$ ; e

$D_m$  : representa a demanda por carcaças de suínos pelo mercado consumidor  $m$ .

### 3.3.2 - Especificação do modelo

O modelo a ser utilizado diz respeito à minimização de uma função objetivo representativa dos custos considerados para a localização da suinocultura, sujeita a uma série de restrições físicas e comportamentais. A especificação das equações e inequações pertinentes é apresentada a seguir.

#### 3.3.2.1 Função objetivo

Na função objetivo, representada pela equação (7), tem-se a função custo considerada para o problema de localização associado a este estudo.

$$\text{Min } \sum_{l=1}^{15} \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^{18} \sum_{j=1}^{18} C_{ij}^k X_{ij}^{kl} \quad (7a)$$

$$+ \sum_{l=1}^{15} \sum_{j=1}^{18} K_j^l F_j^l \quad (7b)$$

$$+ \sum_{l=1}^{15} \sum_{j=1}^{18} \sum_{i=1}^{18} C_{ji} X_{ji}^l \quad (7c)$$

$$+ \sum_{i=1}^{18} K_i F_i \quad (7d)$$

$$+ \sum_{i=1}^{18} \sum_{m=1}^{22} C_{im} X_{im} \quad (7e)$$

Na parte (7a) tem-se o custo total de transporte de grãos, representados pelo índice  $k$ , das regiões de exportação,  $i$ , para as regiões de importação,  $j$ . O objetivo é de se atender todas as granjas de tamanho  $l$ . Note-se que são considerados 15 tamanhos possíveis de granjas, 2 tipos de grãos (milho e soja), 18 regiões de exportação e 18 regiões de importação (correspondentes às microrregiões de Goiás).

Na parte (7b) tem-se o custo de implantação de uma suinocultura de tamanho  $l$ , onde:

$F_j^l$  = variável binária, tipo zero ou um, associada à instalação de uma granja de tamanho  $l$ , na região  $j$ .

Na parte (7c) tem-se o custo total de transporte dos suínos produzidos pelas granjas de tamanho  $l$ , na região  $j$ , até os abatedouros presentes na região  $i$ .

Na parte (7d) tem-se o custo de implantação de um abatedouro, onde:

$F_i$  = variável binária associada à instalação de um abatedouro.

Finalmente, na parte (7e), tem-se o custo total de distribuição de carcaças de suínos dos abatedouros das regiões  $i$  até os mercados consumidores  $m$ . Note-se que foram considerados 22 mercados consumidores, representados pelas próprias 18 microrregiões de Goiás e pelos municípios de São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Brasília.

### 3.3.2.2 Restrições

Na inequação (8) tem-se representada a restrição da capacidade de oferta de grãos da região  $i$ , onde a soma das quantidades de grãos  $k$  que permanecem na região, adicionada ao exportado para as demais regiões, não deve exceder a capacidade de produção da própria região.

$$\sum_{l=1}^{15} \sum_{j=1}^{18} X_{ij}^{kl} \leq S_i^k \quad \text{p/ todo } k \text{ e } i \quad (8)$$

onde:

$\sum_{l=1}^{15} \sum_{j=1}^{18} X_{ij}^{kl}$  = quantidade total de grãos ( $k$ ) transportada da região de produção  $i$  para

todas as granjas ( $l$ ) instaladas nas diversas regiões  $j$ ;

$S_i^k$  = quantidade total de grãos ( $k$ ) disponível na região de produção  $i$ .

Na inequação (9) tem-se o dimensionamento da demanda de grãos, onde a soma das quantidades consumidas na própria região, mais as quantidades que chegam de outras regiões, não deve ser inferior à demanda desta região, representada pelas granjas instaladas na mesma.

$$\sum_{l=1}^{18} X_{ij}^{kl} - F_j^l D_j^{kl} \geq 0 \quad \text{p/ todo } k, j \text{ e } l \quad (9)$$

onde:

$\sum_{i=1}^{18} X_{ij}^{kl}$  = quantidade total de grãos recebida de todas as regiões de produção  $i$ , para atender à totalidade de demanda das granjas ( $l$ ) instaladas na região  $j$ ;

$D_j^{kl}$  = quantidade total demandada de grãos ( $k$ ) por todas as granjas ( $l$ ) instaladas na região  $j$ .

Pela inequação (10) é tratada a questão da capacidade de oferta de suínos da região  $j$ , onde a quantidade de suínos que permanece na região, mais a quantidade que é transportada para abatedouros de outras regiões, não deve superar a capacidade de oferta total, representada pelas granjas que venham a ser instaladas na região.

$$\sum_{l=1}^{15} \sum_{i=1}^{18} X_{ji}^l - F_j^l B_j^l \leq 0 \quad \text{p/ todo } j \quad (10)$$

onde:

$\sum_{l=1}^{15} \sum_{i=1}^{18} X_{ji}^l$  = quantidade de suíno transportado pelas diversas granjas  $l$  instaladas na região  $j$  e que irão abastecer os abatedouros instalados nas diversas regiões  $i$ ;

$B_j^l$  = capacidade de oferta das granjas de tamanho  $l$  instaladas na região  $j$ .

Já através da inequação (11), é mensurada a demanda de animais, onde o número de suínos que permanece na região mais as quantidades que chegam das demais regiões não deve ser inferior à demanda propriamente dita, representada por aqueles abatedouros que venham a ser instalados na região.

$$\sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{18} X_{ji}^l - F_i E_i \geq 0 \quad \text{p/ todo } i \text{ e } l \quad (11)$$

onde:

$\sum_{j=1}^{18} X_{ji}^l$  = quantidade de suínos transportada das diversas granjas  $l$  instaladas nas diversas regiões  $j$  para abastecer o abatedouro da região  $i$ ;

$E_i$  = quantidade demandada de suínos pelo abatedouro que venha a ser instalado na região  $i$ .

Na inequação (12) tem-se que a quantidade de carcaças transportada dos abatedouros presentes na região  $i$  para os mercados consumidores  $m$  deve ser tal que não ultrapasse a capacidade total de oferta dos abatedouros, representada por aqueles já presentes na região e por aqueles que venham a ser instalados na região.

$$\sum_{m=1}^{22} X_{im} - F_i G_i \leq 0 \quad \text{p/ todo } i \quad (12)$$

onde:

$\sum_{m=1}^{22} X_{im}$  = quantidade de carcaças transportadas da região de abate  $i$  até as regiões de demanda  $m$ ;

$G_i$  = Quantidade de carcaças de suínos ofertada pelo abatedouro a ser instalado na região  $i$ .

Na inequação (13) representa-se a necessidade de carcaças de suínos do mercado consumidor, onde o total de carcaças que chegam neste mercado não deve ser inferior à sua demanda.

$$\sum_{i=1}^{18} X_{im} \geq D_m \quad \text{p/ todo } m \quad (13)$$

onde:

$\sum_{i=1}^{18} X_{im}$  = quantidade de carcaças transportadas para a região de demanda  $m$ , oriunda de todas as regiões de abate  $i$ ;

$D_m$  = demanda por carcaças de suínos da região  $m$ .

Finalmente, na inequação (14) apresenta-se a limitação do número de abatedouros de grande porte (no caso, três) que poderão ser instalados nas regiões.

$$\sum_{i=1}^{18} F_i \leq n \quad (14)$$

onde:

$F_j$  = a variável binária associada à instalação, ou não, de um abatedouro na região  $j$ .

$$n = \begin{cases} 1 & \text{para o primeiro cenário;} \\ 2 & \text{para o segundo cenário, e} \\ 3 & \text{para o terceiro cenário.} \end{cases}$$

No Anexo é apresentado uma pequena introdução sobre a teoria da dualidade e análise de sensibilidade, importantes para o problema de otimização, além da discussão de uma forma mais detalhada sobre algumas restrições deste trabalho, e as dificuldades decorrentes de modelos de programação inteira.

### 3.4 - Especificação dos dados

#### 3.4.1 - Projeções de ofertas de milho e soja

Para a implantação de projetos de longo prazo, como é o caso da suinocultura, é de fundamental importância para o empreendedor a garantia do fornecimento de matéria prima durante todo o horizonte do projeto. Para tal, tornam-se necessárias as estimativas sobre a produção potencial de grãos de todas as microrregiões.

Para este estudo, foram obtidas informações referentes às produções de milho e soja das últimas cinco safras (1990 a 1995), e a partir dessas informações determinou-se a produção mais provável, através do cálculo da média. Tais cálculos foram realizados levando-se em consideração somente a variação da produção, conforme dados apresentados nas Tabelas 8 e 9.

Para as variações na produção de milho não foram consideradas alterações na área plantada, isto porque, de acordo com Sousa (1996), a contribuição proveniente do aumento de área no incremento da produção, para o Centro Oeste, representa somente 0,5%. O mesmo raciocínio foi também utilizado para a soja.

Tabela 8 - Produção de milho, por microrregião (em t)

Microrregião	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
1	9500	9180	10850	11800	15030	11272,00
2	30850	14305	15860	15036	10245	17259,20
3	13270	9400	7380	11975	10425	1049,00
4	37120	34870	44050	48789	57315	44428,80
5	15310	12530	14360	15140	15240	14516,00
6	133340	112070	119700	138409	128585	126420,80
7	160850	173350	162600	162860	135780	159088,00
8	26500	25700	25120	27950	22480	25550,00
9	64350	59790	74810	83640	75990	71716,00
10	61790	58740	59510	61240	50940	58444,00
11	17260	15820	17510	10340	6102	13406,40
12	203830	183030	247860	331725	350416	263372,20
13	866468	834590	990710	1134806	1079883	981291,40
14	372410	302410	357760	378070	389200	359970,00
15	512872	402460	424160	461496	546065	469410,60
16	33760	45200	54220	72690	98720	60918,00
17	49110	84590	98400	161510	167870	112296,00
18	98760	58360	90460	107436	136188	98240,80

Fonte: EMATER, 1996.

Tabela 9 - Produção de soja, por microrregião (em t)

Microrregião	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
1	n.d.	n.d.	n.d.	27	18	22,50
2	6400	11950	4424	1410	n.d.	6046,00
3	2560	1500	1620	1930	n.d.	1902,500
4	13770	13239	28945	22838	12642	18286,80
5	20870	18120	23060	18860	13419	18865,80
6	10092	10250	13844	12697	5699	10516,40
7	2940	2650	5110	4150	3950	3760,00
8	2101	2100	3800	3500	2700	2840,20
9	200	200	1000	3200	900	1100,00
10	3295	6220	6500	6520	7170	5941,00
11	8990	9509	12250	3230	1793	7154,40
12	225830	210842	276900	172184	171662	211483,60
13	917496	1022665	1129029	1109790	1148819	1065559,80
14	138780	148300	187455	182850	107840	153045,00
15	217481	283277	289002	303629	253080	269293,80
16	50180	55580	82720	89760	67917	69231,40
17	143194	161500	181000	149045	177825	162512,80
18	33492	43970	59150	61080	42270	47992,40

Fonte: EMATER, 1996.

Obs.: n.d.= não disponível.



### 3.4.2 - Projeções de demanda de carne suína

A carne suína constitui-se na maior fonte de proteína animal em todo mundo. No Brasil, seu nível de consumo encontra-se em terceiro lugar, ficando atrás do frango e carne bovina, tendo permanecido estagnado nos últimos 20 anos no patamar de 7,5 kg *per capita*. Em 1995, de acordo com ANUALPEC (1996) tal índice passou para 8,2 kg *per capita*.

Existe uma grande preocupação do setor suinícola em desmistificar os eventuais malefícios associados à carne suína, através de campanhas de "marketing", tendo como objetivo principal o aumento do consumo e passando a ofertar uma maior variedade de cortes para o consumidor, se possível por preços mais acessíveis.

Inicialmente, os empresários do setor trabalhavam com uma perspectiva de se alcançar, até o ano 2000, uma elevação no consumo para 10 kg *per capita*, mas em decorrência da estabilidade econômica, promovida pelo Plano Real, as projeções foram reestudadas e hoje se trabalha com uma perspectiva de que no ano 2000 o consumo esteja por volta de 15 kg *per capita*.

Para o estudo em questão, são consideradas três situações de demanda para o consumo de carne suína. A primeira situação diz respeito a uma projeção pessimista, onde o consumo não se alterará, ficando nos atuais 8,0 kg *per capita*. Numa segunda projeção, mais otimista, espera-se que seja alcançado o nível de consumo previsto de 15 kg *per capita*. Numa terceira situação, considerada como normal, pressupõe-se que o consumo, no ano 2000, seja de 10 kg *per capita*.

Neste trabalho não se considerou o crescimento vegetativo da população, por serem atualmente pequenos, principalmente para as regiões metropolitanas. também não foram consideradas as diferenças regionais de consumo, uma vez que se teria dificuldades para se determinar quais os consumos futuros mais prováveis.

### **3.4.3 - Localizações potenciais**

No presente estudo, considera-se que cada município de Goiás seja um local de grande potencial para a instalação de granjas e abatedouros. No entanto, tal consideração levaria a um número elevado de variáveis, o que poderia demandar um grande detalhamento de dados e elevado esforço computacional para a obtenção de uma solução. Optou-se assim por trabalhar com as microrregiões homogêneas (18), o que reduz, sensivelmente, o número de variáveis e, principalmente, facilita a obtenção dos dados.

#### **3.4.3.1 - Granjas**

Foi considerado que todas as microrregiões apresentam potencialidade para a localização de granjas. O maior problema com relação às granjas suinícolas está relacionado ao tratamento dos dejetos, que se constituem numa enorme fonte poluidora. Até o presente momento não existe um consenso com relação ao melhor manejo que se deva dar a estes resíduos.

A principal utilidade que se dá aos dejetos de suínos está relacionada com a sua capacidade de adubação, constituindo-se numa boa fonte de nitrogênio. Entretanto, sua utilização indiscriminada como adubo, e sem um tratamento adequado, tem causado problemas tal como a contaminação do lençol freático por íons de nitrato, tóxicos para a saúde humana.

Atualmente, o Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves (CNPQA/EMBRAPA) recomenda a utilização de tanques de fermentação, onde o material permanece por 45 dias até que possa ser utilizado, segundo informações passadas pessoalmente por profissionais de frigoríficos do Oeste de Santa Catarina.

### **3.4.3.2 - Abatedouros**

Dentro do processo de preparação da carne, o abatedouro desempenha papel fundamental, principalmente em função da necessidade de se oferecer ao consumidor uma carne suína que possua uma forma mais apresentável e com uma maior variedade de cortes.

A princípio, todas as microrregiões do Estado de Goiás apresentam potencialidade para a instalação de uma planta de abate. A única exceção será feita com relação à microrregião de Goiânia. Por se tratar de uma região metropolitana, não se admitirá a instalação de um abatedouro na região.

Neste trabalho, se considera somente um único tamanho de abatedouro, isto é, uma planta com capacidade de abate de 3000 cabeças por dia. Limitar-se-á o número de abatedouros a uma planta para o primeiro cenário, duas plantas para o segundo cenário e três plantas para o terceiro cenário, sendo que cada microrregião poderá receber no máximo uma planta. Tais números deverão ser suficientes para atender ao abate das possíveis granjas que venham a ser instaladas no Estado, e a demanda por carcaças de suínos.

### **3.4.3.3 - Definição dos cenários**

A movimentação da suinocultura em direção ao Estado de Goiás constitui-se num movimento recente, bem como as campanhas para incentivar o aumento do consumo per capita. Portanto, torna-se necessário criar cenários hipotéticos para que se possa determinar quais regiões apresentam grandes potencialidades para a implantação da suinocultura.

A localização de uma suinocultura está intimamente relacionada com o fornecimento de matéria-prima, sendo que sua expansão depende de um aumento do

consumo per capita. Neste trabalho não serão consideradas eventuais alterações nos níveis de exportação.

Dentro da situação otimista e da mais provável, os mercados de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro serão atendidos através do hiato que existir entre o atual consumo, estimado em 8,0 kg *per capita*, e o consumo a ser considerado. O mercado de Brasília e o Estado de Goiás serão atendidos em sua plenitude em qualquer cenário. Com relação à produção de carcaça, esta será considerada constante para as demais regiões, não havendo aumento de sua participação no consumo dos mercados considerados.

### **3.4.4 - Custos operacionais**

#### **3.4.4.1 - Criação de suínos**

Na suinocultura, os custos variáveis estão relacionados, principalmente, ao consumo de ração. Em projetos de longo prazo, como é o caso em questão, é preciso considerar todos os gastos e investimentos, como aqueles envolvendo equipamentos, edificações e mão-de-obra. Os custos a serem utilizados neste trabalho serão os valores anualizados dos projetos, e que devido à economia de escala, dizem respeito a valores distintos para cada tamanho de planta.

#### **3.4.4.2 - Abate de suínos**

Os custos variáveis de um abatedouro compreendem, principalmente, os gastos com a aquisição da matéria-prima (no caso, o suíno), além de outros gastos importantes, como mão-de-obra, energia elétrica e consumo de água (que deve ser de boa qualidade). Devido às dificuldades em se obter informações sobre os custos de um abatedouro de grande porte, optou-se, neste trabalho, em se utilizar o abatedouro somente com a finalidade de se identificar as principais áreas de

concentração de suinocultura. Assim sendo, o valor anualizado para o abatedouro foi considerado como sendo nulo.

### **3.4.5 - Custo de transporte**

Os custos de transportes são determinados basicamente em função da distância a ser percorrida, do tipo de carga a ser transportada e da modalidade de transporte a ser utilizada. Na dificuldade em se estabelecer preços para cada distância a ser percorrida, as empresas do setor de transporte trabalham com faixas de distâncias. Assim sendo, todos os percursos que se encontrarem dentro de uma mesma faixa possuirão a mesma tarifa de transporte.

Neste estudo, pelo fato de se estar trabalhando com dados agregados para microrregiões, não se considerarão custos de transporte para movimentações feitas dentro de uma mesma microrregião.

#### **3.4.5.1 - Movimentação dos grãos à granja**

Para se determinar o custo de transporte de grãos (milho e soja) até a granja, optou-se em contactar empresas da região, e obter os custos de transporte entre os pontos de produção de grãos e os locais potencialmente aptos a receberem as granjas de suínos. Tais custos são apresentados na Tabela 10.

#### **3.4.5.2 - Movimentação da granja ao abatedouro**

Após o suíno atingir 95 kg de peso vivo, ocorre a necessidade de se transportar o animal até os abatedouros. Estima-se que para cada 3,5 kg de milho esteja associado 1 kg de peso vivo do animal, mostrando a economia em peso que se tem ao transportar suíno em vez do milho. Com base nas informações obtidas junto

às empresas de transporte da região, pôde-se determinar o custo de transporte de uma tonelada de peso de animal vivo, conforme representado na Tabela 11.

Tabela 10 - Custo de transporte de grãos, milho e soja, entre os centróides, em R\$/t, de Julho de 1996.

	Quirinópolis	Catalão	Pires do Rio	Itumbiara	Palmeiras de Goiás	Rio Verde	Luziânia	Posse	Goiania	S.L.Montes Belos	Iporá	Anápolis	Goianésia	Campos Belos	Porangatu	Aragarças	Goiás
Crixás	24,10	19,00	16,10	21,30	20,00	20,00	16,00	35,80	13,60	16,10	17,40	16,10	13,66	44,00	13,60	19,00	13,60
Goiás	14,80	17,40	16,00	17,40	12,40	16,10	14,80	25,00	11,50	11,20	12,40	12,40	12,40	26,90	21,30	14,80	
Aragarças	21,30	25,00	24,00	21,60	17,60	18,78	24,10	32,80	18,00	13,60	13,00	21,30	18,78	35,00	30,00		
Porangatu	26,90	25,00	21,30	24,10	29,80	24,10	22,00	30,00	20,00	24,00	25,00	18,78	21,30	32,80			
Campos Belos	32,80	30,00	26,90	29,80	26,90	29,00	24,10	13,60	35,80	26,90	30,00	21,30	26,90				
Goianésia	21,30	19,00	16,10	18,78	16,10	18,38	16,10	32,80	13,60	14,80	14,80	12,40					
Anápolis	17,40	16,10	12,40	16,10	12,40	14,80	13,00	20,00	10,00	13,60	14,80						
Iporá	17,00	19,00	18,00	18,78	12,40	13,60	16,10	27,00	13,60	11,20							
S.L.Montes Belos	16,10	18,78	16,10	18,60	11,20	13,00	18,78	26,90	11,20								
Goiania	16,00	15,00	12,40	13,60	11,00	14,00	14,00	39,80									
Posse	29,80	25,00	24,00	26,90	24,10	27,00	17,40										
Luziânia	24,60	17,00	13,60	20,00	17,00	20,00											
Rio Verde	11,20	21,00	18,00	13,60	13,60												
Palmeiras de Goiás	13,60	14,80	17,40	16,10													
Itumbiara	13,60	17,40	14,80														
Pires do Rio	34,00	11,20															
Catalão	20,00																

Fonte: consulta feita às empresas da região

Tabela 11 - Custo de transporte de suínos entre os centróides, em R\$/t, de julho de 1996.

	Quirinópolis	Catalão	Pires do Rio	Itumbiara	Palmeiras de Goiás	Rio Verde	Luziânia	Posse	Goiânia	S.L.Montes Belos	Iporá	Anápolis	Goiânia	Campos Belos	Porangatu	Aragarças	Goiás
Crixás	38,80	30,59	25,92	34,29	32,20	32,20	25,76	57,64	21,90	25,92	28,01	25,92	21,99	70,84	21,90	30,59	21,90
Goiás	23,83	28,01	25,76	28,01	19,96	25,92	23,83	40,25	18,52	18,03	19,96	19,96	19,96	43,31	34,29	23,83	
Aragarças	34,29	40,25	38,64	34,78	28,34	30,24	38,80	52,81	28,98	21,90	20,93	34,29	30,24	56,35	48,30		
Porangatu	43,31	40,25	34,29	38,80	47,98	38,80	35,42	48,30	32,20	38,64	40,25	30,24	34,29	52,81			
Campos Belos	52,81	48,30	43,31	47,98	43,31	46,69	38,80	21,90	57,64	43,31	48,30	34,29	43,31				
Goiânia	34,29	30,59	25,92	30,24	25,92	29,59	25,92	52,81	21,90	23,83	23,83	19,96					
Anápolis	28,01	25,92	19,96	25,92	19,96	23,83	20,93	32,20	16,10	21,90	23,83						
Iporá	27,37	30,59	28,98	30,24	19,96	21,90	25,92	43,47	21,90	18,03							
S.L.Montes Belos	25,92	30,24	25,92	29,95	18,03	20,93	30,24	43,31	18,03								
Goiânia	25,76	24,15	19,96	21,90	17,71	22,54	22,54	64,08									
Posse	47,98	40,25	38,64	43,31	38,80	43,47	28,01										
Luziânia	39,61	27,37	21,90	32,20	27,37	32,20											
Rio Verde	18,03	33,81	28,98	21,90	21,90												
Palmeiras de Goiás	21,90	23,83	28,01	25,92													
Itumbiara	21,90	28,01	23,83														
Pires do Rio	54,74	18,03															
Catalão	32,20																

Fonte: consulta feita às empresas da região



### **3.4.5.3 - Movimentação do abatedouro ao centro consumidor**

Tendo o animal sido abatido, ocorre a necessidade de se levar a carcaça ao mercado varejista, representado pelos supermercados, açougues e "*boutiques*" de carne. No comércio varejista, a carcaça tem um rendimento de aproximadamente 50% de carne para a venda direta ao consumidor.

Este tipo de carga exige um transporte especial, por se tratar de um produto altamente perecível. Portanto, o transporte da carcaça do suíno, que representa cerca de 80% de peso vivo de animal, será feito por caminhões frigorificados.

Neste estudo considera-se que o Estado de Goiás pode atender às variações positivas nas demandas de carne suína das regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, bem como atender na totalidade a demanda do Distrito Federal.

Através de consultas realizadas junto às empresas da região, pôde-se determinar o custo de transporte de carcaça entre as regiões de abate e todos os centros consumidores, conforme apresentados nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Custo de transporte de carcaças de suínos entre os centróides, em R\$/t, de Julho de 1996.

	Quirinópolis	Catalão	Pires do Rio	Itumbiara	Palmeiras de Goiás	Rio Verde	Luziânia	Posse	Goiânia	S. L. Montes Belos	Iporá	Anápolis	Goiânia	Campos Belos	Porangatu	Aragarças	Goiás
Crixás	49,51	38,89	32,86	43,68	40,98	40,98	32,65	73,88	27,65	32,86	35,56	32,86	27,78	90,95	27,65	38,89	27,65
Goiás	30,15	35,56	32,65	35,56	25,15	32,86	30,15	51,39	23,28	22,65	25,15	25,15	25,15	55,34	43,68	30,15	
Aragarças	43,68	51,39	49,31	44,31	35,98	38,44	49,51	67,63	36,81	27,65	26,40	43,68	38,44	72,21	61,80		
Porangatu	55,34	51,39	43,68	49,51	61,38	49,51	45,14	61,80	40,98	49,31	51,39	38,44	43,68	67,63			
Campos Belos	67,63	61,80	55,34	61,38	55,34	59,72	49,51	27,65	73,88	55,34	61,80	43,68	55,34				
Goiânia	43,68	38,89	32,86	38,44	32,86	37,60	32,86	67,63	27,65	30,15	30,15	25,15					
Anápolis	35,56	32,86	25,15	32,86	25,15	30,15	26,40	40,98	20,15	27,65	30,15						
Iporá	34,73	38,89	36,81	38,44	25,15	27,65	32,86	55,55	27,65	22,65							
S. L. Montes Belos	32,86	38,44	32,86	38,06	22,65	26,40	38,44	55,34	22,65								
Goiânia	32,65	30,57	25,15	27,65	22,24	28,48	28,48	82,20									
Posse	61,38	51,39	49,31	55,34	49,51	55,55	35,56										
Luziânia	50,55	34,73	27,65	40,98	34,73	40,98											
Rio Verde	22,65	43,06	36,81	27,65	27,65												
Palmeiras de Goiás	27,65	30,15	35,56	32,86													
Itumbiara	27,65	35,56	30,15														
Pires do Rio	70,13	22,65															
Catalão	40,98																

Fonte: consulta feita às empresas da região

Tabela 13 - Custo de transporte de carcaça de suíno entre os centróides e as regiões metropolitanas consideradas, em R\$/t, de julho de 1996.

	São Paulo	Belo Horizonte	Rio de Janeiro	Brasília
Crixás	52,45	48,38	66,72	22,42
Goiás	44,40	40,34	58,67	12,09
Aragarças	52,66	48,59	66,92	23,75
Porangatu	56,43	50,33	68,67	21,30
Campos Belos	57,05	43,53	61,86	14,91
Goianésia	45,69	40,67	59,00	11,64
Anápolis	39,63	34,61	52,95	5,58
Iporá	47,80	43,74	62,07	18,89
S.L.Montes Belos	43,86	39,80	58,13	14,95
Goiânia	38,68	34,61	52,95	7,61
Posse	54,65	41,13	59,46	12,51
Luziânia	38,93	26,53	44,86	1,85
Rio Verde	38,80	34,74	53,07	17,28
Palmeiras de Goiás	42,29	38,22	56,56	11,22
Itumbiara	30,55	26,48	44,82	15,74
Pires do Rio	41,62	30,43	48,76	10,43
Catalão	37,48	25,37	43,70	12,59
Quirinópolis	35,53	31,46	49,79	20,64

Fonte: consulta feita às empresas da região

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos dentro de cada cenário proposto. Os mesmos englobam os fluxos de grãos, suínos e carcaças; escala de produção em suinocultura e área de influência dos abatedouros, e os aspectos relacionados às mudanças de locais para instalação de abatedouros.

### 4.1 Apresentação dos cenários

Para a determinação dos locais de instalação de suinoculturas, programaram-se três cenários. Estes cenários representam situações de consumo *per capita* de carne suína no Estado de Goiás, e quatro outros importantes mercados consumidores, representados pelo Distrito Federal e pelos municípios de Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro.

O primeiro cenário representa um consumo de 8,0 kg *per capita*, correspondente ao consumo médio nos últimos anos, a nível nacional. As demandas a serem atendidas foram limitadas aos Estado de Goiás e do Distrito Federal. A este nível de consumo admitiu-se que as demais regiões consideradas já são atendidas por sua produção interna ou por outras regiões tradicionais na produção de suínos.

O segundo cenário foi constituído pelo consumo *per capita* de 10 kg. Além do mercado representado pelo próprio Estado de Goiás e Distrito Federal, foram atendidos, também, os municípios de Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro. Estes mercados foram supridos por uma oferta correspondente à diferença entre o

atual consumo realizado e o consumo considerado neste cenário, isto é, de 2,0 kg/hab./ano.

O terceiro e último cenário representa a situação mais otimista, onde o consumo *per capita* chegaria a 15 kg. Como no cenário anterior, os mercados atendidos foram os mesmos, mas os mercados de Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro foram atendidos pelo hiato existente entre o atual consumo e o considerado neste cenário, no caso de 7,0 kg/hab./ano.

## **4.2 - Cenário 1 (consumo de 8 kg/hab./ano)**

Neste cenário o mercado consumidor por carcaça de suíno se restringiu ao próprio Estado de Goiás e ao Distrito Federal, e o abatedouro se limitou a uma única planta industrial, que foi suficiente para atender a tais mercados.

### **4.2.1 Fluxo de grãos**

Observou-se neste cenário, para o caso do milho, que não houve a necessidade de transporte inter-regional, sendo que todas as regiões apresentaram excedentes de produção. As maiores regiões com excedentes, em termos absolutos foram, em ordem decrescente, Palmeiras de Goiás, Luziânia e Anápolis. Já em termos percentuais (variações com relação à produção original), as maiores regiões foram, Quirinópolis, Palmeiras de Goiás e Catalão.

Para o caso da soja, ocorreram dois casos de transporte inter-regional. Uma movimentação ocorreu da região de Pires do Rio para a região de Anápolis, e a outra da região de Palmeiras de Goiás para a região de Goiânia. Com exceção feita às regiões importadoras, todas as demais apresentaram excedentes de produção. Os maiores excedentes, em termos absolutos, ocorreram nas regiões de Luziânia, Catalão e Palmeiras de Goiás. Em termos relativos tem-se em primeiro lugar Quirinópolis, seguida por Catalão e Palmeiras de Goiás. A Tabela 14 possibilita uma melhor visualização desses resultados.

Tabela 14 - Fluxo de grãos, milho e soja, ocorrido no primeiro cenário.

Centróides	Consumo Interno		Exp./Imp (t) (+/-)	Excedente (em relação à produção original)			
	Milho	Soja		Milho		Soja	
	(t)	(t)	(t)	(%)	(t)	(%)	
Goiás	16834,53	4482,32		1146,15	6,64	1755,78	29,04
Goianésia	38479,93	10245,30		88182,36	69,75	335,13	3,19
Anápolis	16535,55	3760,00	-549,26	143936,92	90,48	0,00	0,00
Iporá	10100,72	2689,40		14968,30	58,58	22,74	0,80
Goiânia	22365,88	5941,00	-140,90	35597,14	60,91	0,00	0,00
Luziânia	46896,20	12486,46		216476,00	82,19	198997,14	94,10
Palmeiras de Goiás	9138,75	2433,26	+140,90	346502,37	96,26	149318,25	97,56
Pires do Rio	46896,20	12486,46	+549,26	14021,80	23,02	56195,68	81,17
Catalão	9138,75	2433,26		105321,70	93,79	160655,84	98,86
Quirinópolis	1683,45	448,23		96557,35	98,29	47544,17	99,06

Fonte: Dados da pesquisa.

Discutindo-se agora os aspectos dos custos marginais, observa-se que para o caso do milho o aumento de sua produção não irá representar nenhuma contribuição com relação à redução dos custos de transporte, uma vez que todas as regiões apresentaram excedentes de produção.

Para as regiões que se caracterizaram como importadoras de soja, o fato de serem abastecidas por outras regiões produtoras implicou a realização de custos de transporte, que poderiam ser evitados se essas regiões dispusessem de oferta suficiente de soja para atender às exigências de consumo interno. Caso os níveis de produção dessas regiões pudessem ser aumentados para atender à demanda existente, não haveria a necessidade de movimentação de soja de regiões distantes, o que para a região de Anápolis, por exemplo, significaria uma redução de R\$12,40 por tonelada de soja, valor este que corresponde justamente ao custo de transporte entre Pires do Rio e Anápolis.

Da mesma maneira, caso fosse possível o aumento da produção de soja da região de Goiânia de tal forma que o nível de consumo fosse atendido, seria de se esperar uma redução de R\$11,00 por tonelada daquele produto, que é exatamente o valor do frete entre Palmeiras de Goiás e Goiânia.

Discernindo melhor os aspectos de fornecimento de soja para a região de Anápolis, observa-se que, excetuando-se a própria região e aquela que lhe abastece (Pires do Rio, no caso), as principais regiões que poderiam supri-la, no caso de alguma casualidade, são as regiões de Goianésia, Palmeiras de Goiás e Goiás, que inclusive não representariam nenhum aumento nos custos de transportes envolvidos, uma vez que se localizam no mesmo raio de influência da região de Pires do Rio, selecionada pelo modelo. Assim sendo, tais regiões alternativas são características da existência de soluções múltiplas, podendo, cada uma delas, fazer parte da solução em detrimento da região de Pires do Rio.

Para a região de Goiânia, dentro de um mesmo cenário, as regiões que poderiam abastecê-la seriam as regiões de São Luís de Montes Belos e Goiás, que implicariam, respectivamente, em aumento nos custos de transporte de R\$ 0,20 e R\$ 0,50 por tonelada transportada. Estes valores representam os ônus decorrentes dos custos adicionais de transporte destas regiões com relação à região que, originalmente, abastece a região de Goiânia, no caso Palmeiras de Goiás.

Assim sendo, de uma maneira geral, para o caso de uma necessidade de alguma mudança de rota, consequência de uma quebra de safra, ou mesmo de impossibilidade de tráfego pelas vias de acesso, o acréscimo que isso acarretará em termos de despesas com transporte é representado pela diferença entre o custo de transporte que se terá com a nova rota e o custo de transporte da rota que se encontra impossibilitada.

#### **4.2.2 Escala de produção de suinocultura**

A economia de escala é um fenômeno comum a qualquer atividade econômica. Para o caso da suinocultura isto também pode ser observado. Dentre as possibilidades de instalação de granjas propostas pelo modelo, pode-se observar, através do Figura 8, uma tendência de instalação de granjas de tamanhos maiores (por volta de 900 matrizes). A participação deste tamanho de granja foi de 13,85% no total instalado em todo o Estado de Goiás. Agrupando-se as granjas em três grandes

grupos de tamanho, as cinco menores, as cinco medianas e as cinco maiores, a participação deste último grupo predomina, com 46,15% de participação, vindo os grupos menores e medianos logo a seguir (vide Figura 8).

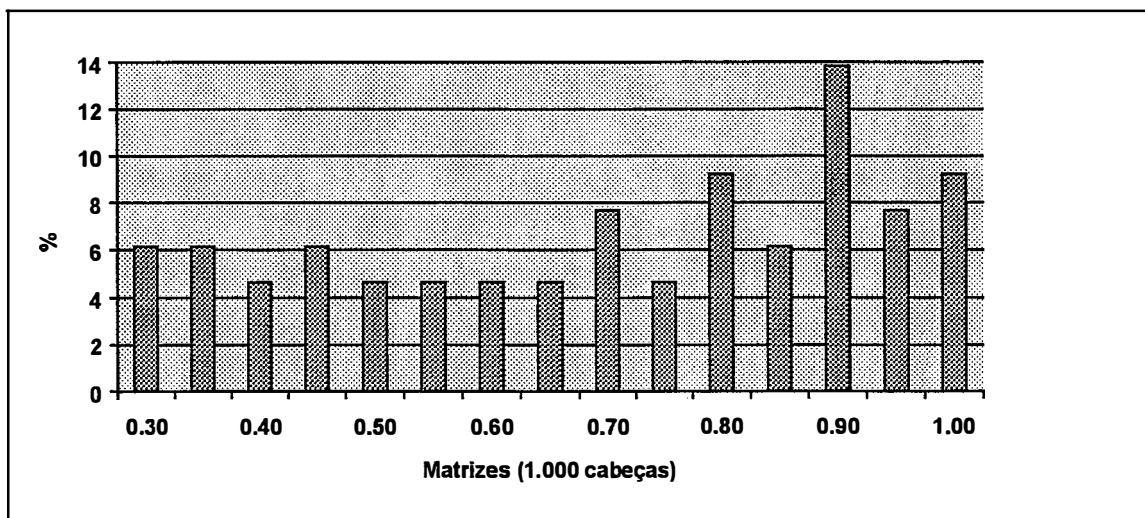


Figura 8 - Participação relativa das granjas para o primeiro cenário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando-se os aspectos de aumento da oferta de suínos, pode-se ordenar as regiões nas quais ocorreram instalação de suinocultura de acordo com os custos marginais. A região de Luziânia é a região que apresenta a maior potencialidade para o aumento da produção, pelo fato de ter sido a região selecionada para a instalação do abatedouro. As outras regiões que apresentam as maiores potencialidades para um aumento da produção são as de Anápolis, Pires do Rio e Goiânia (ver Tabela 15).

Tabela 15 - Redução do custo total, por região, em função de um eventual aumento unitário na produção das granjas selecionadas pelo modelo no primeiro cenário.

Região	Redução no custo (R\$/t)
Luziânia	39,61
Anápolis	18,68
Pires do Rio	17,71
Goiânia	17,07

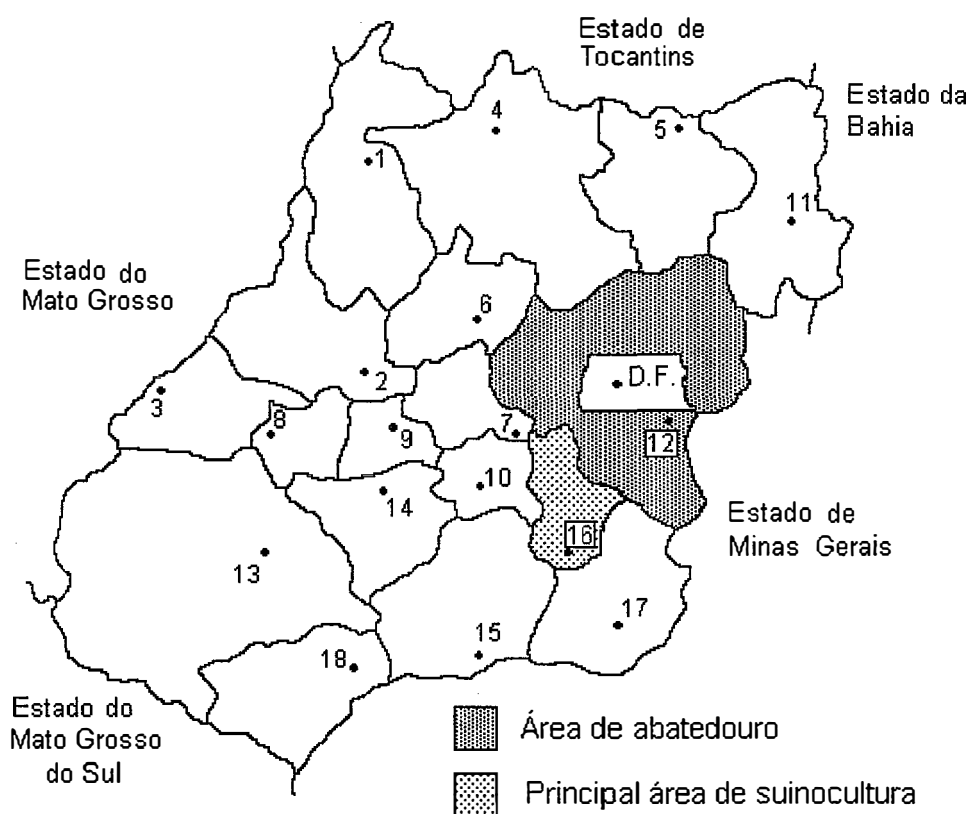
Fonte: Dados da pesquisa.



### **4.2.3 Locais de instalação para abatedouros**

O abastecimento do mercado consumidor, em equivalente-carcaça, foi atendido pela instalação de um único abatedouro, suficiente para atendê-lo. Este mercado consumidor ficou limitado ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal.

O local determinado para a instalação do abatedouro foi a microrregião de Luziânia. O abastecimento do abatedouro foi composto pela produção de 9 regiões. As principais regiões abastecedoras foram constituídas pelas regiões de Luziânia e Pires do Rio, sendo ambas responsáveis por mais de 43% da demanda do abatedouro, conforme pode ser observada na Figura 9. As outras regiões mais importantes no abastecimento são Goianésia e Goiânia, conforme mostra a Tabela 16.



#### LEGENDA

1 - São Miguel do Araguaia	7 - Anápolis	13 - Sudoeste de Goiás
2 - Rio Vermelho	8 - Iporá	14 - Vale do Rio dos Bois
3 - Aragarças	9 - Anicuns	15 - Meia Ponte
4 - Porangatu	10 - Goiânia	16 - Pires do Rio
5 - Chapada dos Veadeiros	11 - Vão do Paraná	17 - Catalão
6 - Ceres	12 - Entorno de Brasília	18 - Quirinópolis

Figura 9 - Representação da localização do abatedouro e principal área de suinocultura, no cenário 1.

Tabela 16 - Regiões fornecedoras de suínos para o abatedouro, no cenário 1.

Centróides	Quantidade (t)	Participação relativa (%)
Luziânia	22.530,07	21,66
Pires do Rio	22.530,07	21,66
Goianésia	18.486,21	17,77
Goiânia	10.745,11	10,33
Outras	29.733,54	28,58
<b>Total</b>	<b>104.025</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A escolha da microrregião de Luziânia para a instalação de um abatedouro pode ser justificada pelo fato da mesma ser a mais próxima do principal mercado consumidor, representado pelo Distrito Federal, e ser também próxima, e de fácil acesso a outro importante mercado consumidor, representado pela região de Goiânia. Na Tabela 17 são apresentados os principais centros consumidores.

Tabela 17 - Principais regiões abastecidas pelo abatedouro, no cenário 1.

Região	Consumo (t)	Participação relativa do consumo (%)	População (hab.)
Excedente	38.260,00	45,97	4.782.500*
Distrito Federal	12.808,75	15,39	1.601.094
Goiânia	10.161,97	12,21	1.270.146
Entorno de Brasília	3.780,70	4,54	472.586
Outras	18.208,58	21,89	2.276071
<b>Total</b>	<b>83.220</b>	<b>100</b>	<b>5.619.999</b>

\* Representa o equivalente populacional que poderia ser atendido pelo excedente.

Fonte: Dados da pesquisa.

A instalação de um abatedouro no porte em que foi proposto provocará um excedente superior a 38 mil toneladas. Assim sendo, para este cenário poder-se-ia optar por um abatedouro de menor capacidade; ou ainda, atender regiões que se localizam além dos limites do Estado. Neste contexto, as regiões do Noroeste e

Triângulo de Minas Gerais são as regiões de maior potencial para serem atendidas por esse excedente.

### **4.3 - Cenário 2 (consumo de 10 kg/hab./ano)**

Este cenário representa uma situação de consumo *per capita* que pode ser considerada como a mais provável, em termos nacionais. O mercado consumidor agora é representado pelo Estado de Goiás e Distrito Federal, e pelos municípios de Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro. Para este cenário permitiu-se a instalação de dois abatedouros, o que seria mais do que suficiente para atender à demanda projetada.

#### **4.3.1 Fluxo de grãos**

Neste cenário passa a ocorrer movimentação de milho. Os maiores excedentes de milho, em termos percentuais, ocorreram nas regiões de S.L.Montes Belos, Rio Verde e Anápolis. Já em valores absolutos, tem-se as regiões de Rio Verde, Itumbiara e Palmeiras de Goiás.

Há também a necessidade de se realizar movimentação de soja. As regiões que realizaram importação desse grão foram Anápolis e Goiânia. As que realizaram exportações foram as de Palmeiras de Goiás e Pires do Rio. A região de Palmeiras de Goiás constitui-se na região que realizou o maior volume de exportação, superando 1.900 toneladas, para atender à região de Goiânia. As regiões que apresentaram maiores excedentes relativos de soja foram as de Rio Verde, Campos Belos e Itumbiara. Em termos absolutos, se destacaram as regiões de Rio Verde, Itumbiara e Luziânia, conforme mostra a Tabela 18.

Tabela 18 - Fluxo de grãos, milho e soja, para o segundo cenário.

Centróides	Consumo Interno		Exp./Imp. (t)		Excedentes (com relação à produção original)			
	Milho	Soja	Milho	Soja	Milho		Soja	
	(t)	(t)	(+/-)	(t)	(t)	(%)	(t)	(%)
Goiás	18758,47	4994,57	-1499,27		0	0,00	1051,43	17,39
Campos Belos	1683,45	448,23			12832,55	88,40	18417,57	97,62
Goianésia	38478,93	10245,30			87941,87	69,56	271,10	2,58
Anápolis	14429,60	3841,99		-81,19	144658,40	90,93	0	0,00
Iporá	10341,21	2753,41			15208,79	59,53	86,79	3,06
S.L.Montes Belos	1683,45	448,23	1499,27		68533,28	95,56	651,77	59,25
Goiânia	29821,18	7940,12		-1999,12	28622,82	48,97	0	0,00
Luziânia	45453,24	12102,26			217918,96	82,74	199381,34	94,28
Rio Verde	46896,20	12486,46			934395,20	95,22	1053073,34	98,83
Palmeiras de Goiás	45453,24	12102,26		1999,12	314516,76	87,37	138943,62	90,79
Itumbiara	46896,20	12486,46			422514,40	90,01	256807,34	95,36
Pires do Rio	46896,20	12486,46		81,90	14021,80	23,02	56663,04	81,85
Catalão	41605,35	11077,73			70690,65	62,95	151435,07	93,18
Quirinópolis	45453,20	12102,26			52787,60	53,73	35890,12	74,78

Fonte: Dados da pesquisa.

Discutindo-se os aspectos de aumento de produção de milho, destaque-se o caso da região de Goiás, que se caracterizou como uma região importadora, abastecida pela região de S.L.Montes Belos, o que implicou na realização de custos de transporte. Tais custos poderiam ser evitados se a região de Goiás dispusesse de oferta suficiente para atender às exigências de consumo interno. Caso estes níveis de produção pudessem ser aumentados, não haveria a necessidade de movimentação de milho, o que representaria uma redução de R\$ 11,20 por tonelada, valor que representa justamente o custo de transporte entre Goiás e as regiões abastecedoras cotadas.

Para o caso da soja, similarmente, os custos de transporte poderiam ser evitados se as regiões importadoras dispusessem de oferta suficiente para atender às exigências de consumo interno. Caso estes níveis de produção pudessem ser aumentados, não haveria a necessidade de se transportar soja de regiões distantes, o que para a região de Anápolis, por exemplo, significaria uma redução de R\$ 12,40 por tonelada, que é justamente o custo de transporte entre S.L.Montes Belos e Anápolis.

Da mesma maneira, caso fosse possível o aumento de produção de soja da região de Goiânia, seria de se esperar uma redução de R\$ 11,00 por tonelada, o que é exatamente o valor de transporte entre Palmeiras de Goiás e Goiânia.

Com relação ao fornecimento de milho para a região de Goiás, observa-se que, excetuando-se a própria região e aquela que lhe abastece (no caso S.L.Montes Belos), as principais regiões que poderiam atender Goiás seriam as regiões de Anápolis, Iporá e Goianésia, mas com um aumento nos custos de transporte de R\$ 1,20 por tonelada.

Já para o caso da soja, na região de Anápolis, observa-se que excetuando-se a própria região e a região abastecedora de S.L.Montes Belos, as principais regiões que poderiam suprir Anápolis seriam as regiões de Goianésia, Goiás e Palmeiras de Goiás. Estas regiões não representam aumento nos custos de transporte, por serem regiões equidistantes e se encontrarem no mesmo raio de S.L.Montes Belos. Para a região de Goiânia, dentro de um mesmo cenário, as regiões que poderiam abastecê-la seriam as regiões de S. L. de Montes Belos e Goiás, significando, respectivamente, aumento nos custos de transporte de R\$ 0,20 e R\$ 0,50 por tonelada transportada. Estes valores representam o incremento a ser observado nos custos de transporte dessas regiões em relação à região de Palmeiras de Goiás que, originalmente, abastece a região de Goiânia.

#### **4.3.2 Escala de produção de suinocultura.**

A economia de escala de produção também se observa neste cenário, sendo predominante a utilização de granjas de tamanhos maiores. A granja de 900 matrizes apresenta uma participação de 8,96%, seguida das de 600 matrizes, 800 matrizes e 1000 matrizes. Agregando-se por faixa de tamanhos, o grupo que vai de 800 a 1000 matrizes apresenta uma participação de 37,33%, seguido dos grupos relativos às faixas de 550 a 750 matrizes e 300 a 500 matrizes, conforme mostra a Figura 10.

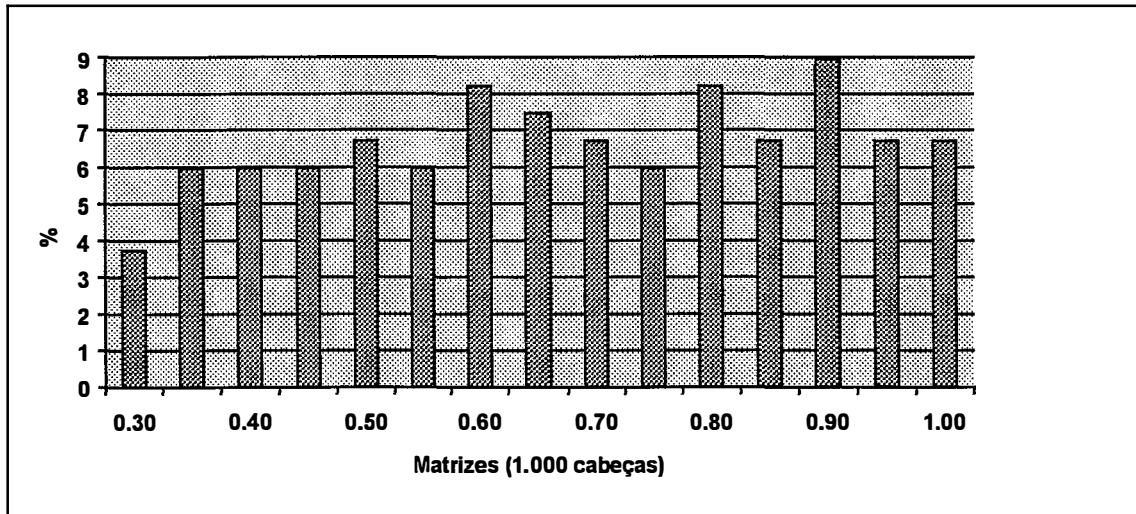


Figura 10 - Participação relativa das granjas no segundo cenário.  
Fonte: Dados da pesquisa.

Para consideração da expansão da oferta de suínos, pode-se ordenar as regiões onde ocorreram instalação de suinocultura, de acordo com os custos marginais. As regiões de Itumbiara e Luziânia, como era de se esperar, são as que apresentaram as maiores potencialidades para a expansão da produção da suinocultura, uma vez que foram nestas regiões que ocorreram as instalações dos abatedouros. Analisando-se os aspectos do potencial de aumento da produção, destacam-se ainda as regiões de Anápolis, Goiânia e Rio Verde, conforme representado na Tabela 19.

Tabela 19 - Redução do custo total, por região, em função de um eventual aumento unitário na produção das granjas selecionadas pelo modelo no segundo cenário.

Regiões	Redução no custo (R\$/t)
Itumbiara	39,44
Luziânia	38,80
Anápolis	17,87
Goiânia	17,54
Rio Verde	17,54
Quirinópolis	17,54

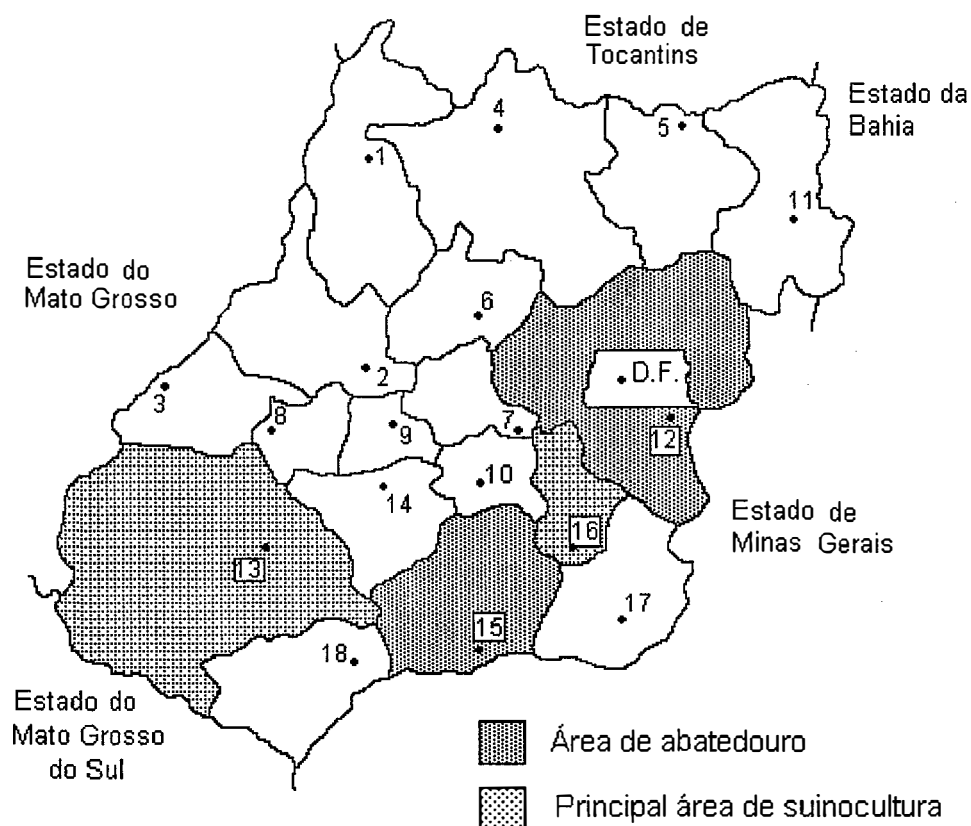
Fonte: Dados da pesquisa.

### **4.3.3 Locais para instalação de abatedouros**

O abastecimento do mercado consumidor poderia ser realizado através da instalação de dois abatedouros, que foram mais do que suficientes para atendê-lo. Este mercado consumidor foi ampliado, em comparação ao cenário anterior, considerando-se agora os municípios de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, além do Estado de Goiás e do Distrito Federal, que fazem parte de todos os cenários.

Luziânia e Itumbiara foram os locais escolhidos, pelo modelo, para a instalação dos abatedouros. O abastecimento dos abatedouros foi obtido com as produções de 13 regiões. As principais regiões abastecedoras de Luziânia foram a própria região de Luziânia, além de Pires do Rio e Catalão, responsáveis por mais de 61% da demanda do abatedouro. O abatedouro de Itumbiara foi atendido pelas produções da própria Itumbiara, além de Rio Verde, Palmeiras de Goiás e Quirinópolis, totalizando 85,30% da demanda deste abatedouro, conforme pode-se observar na Figura 11. Neste cenário observa-se uma pequena competição pela produção suinícola de Catalão, sendo que 99,22% da produção deste município abastece o abatedouro de Luziânia e 0,78% o abatedouro de Itumbiara. As regiões produtoras de suínos e os respectivos abatedouros que as mesmas atendem podem ser melhor observados na Tabela 20.





#### LEGENDA

1 - São Miguel do Araguaia	7 - Anápolis	13 - Sudoeste de Goiás
2 - Rio Vermelho	8 - Iporá	14 - Vale do Rio dos Bois
3 - Aragarças	9 - Anicuns	15 - Meia Ponte
4 - Porangatu	10 - Goiânia	16 - Pires do Rio
5 - Chapada dos Veadeiros	11 - Vão do Paraná	17 - Catalão
6 - Ceres	12 - Entorno de Brasília	18 - Quirinópolis

Figura 11 - Representação da localização dos abatedouros e principais áreas de localização de suinocultura, no cenário 2.

Tabela 20 - Regiões fornecedoras de suínos para o abatedouro, no cenário 2.

Centróides	Luziânia		Itumbiara	
	Quantidade (tonelada)	Participação relativa (%)	Quantidade (tonelada)	Participação relativa (%)
Luziânia	21836,84	20,99		
Pires do Rio	22530,07	21,66		
Itumbiara			22530,07	21,66
Rio Verde			22530,07	21,66
Palmeiras de Goiás			21836,84	20,99
Quirinópolis			21836,84	20,99
Catalão	19832,63	19,07	155,59	0,15
Goianésia	18486,21	17,77		
Outras	21339,25	20,51	15135,59	14,55
<b>Total</b>	<b>104.025</b>	<b>100</b>	<b>104.025</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A justificativa para a escolha destas regiões para a instalação dos abatedouros reside no fato das mesmas se localizarem mais próximas dos principais mercados consumidores. O abatedouro de Luziânia atenderia ao mercado do Distrito Federal, ficando para o abatedouro de Itumbiara a incumbência de atender aos mercados de São Paulo, Rio de Janeiro e Goiânia. Na Tabela 21 pode-se observar os principais centros consumidores, e a distribuição das carcaças efetuada pelos abatedouros.

Tabela 21 - Principais regiões abastecidas pelos abatedouros, no cenário 2.

	Luziânia		Itumbiara	
	Quantidade (t)	Participação relativa (%)	Quantidade (t)	Participação relativa (%)
São Paulo			19292,37	23,18
Rio de Janeiro			10961,53	13,17
Distrito Federal	16010,94	19,24		
Goiânia			12702,48	15,28
Anápolis	4019,19	5,68		
Luziânia	4725,85	5,68		
Belo Horizonte			4040,32	4,85
Outras	9892,54	11,89	8848,99	10,63
Excedente	48571,48	58,37	27374,33	32,89
<b>Total</b>	<b>83.220</b>	<b>100</b>	<b>83.220</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A instalação dos abatedouros no porte em que foi proposto provocará um excedente superior a 75 mil toneladas, o que representa para este cenário a opção por dois abatedouros de menor capacidade, ou por um único abatedouro de maior capacidade. Por outro lado poder-se-ia, também, atender regiões que se localizam além dos limites do Estado, transformando o Estado de Goiás num grande exportador de carne suína.

#### 4.4 - Cenário 3 (consumo de 15 kg/hab./ano)

Este cenário representa uma situação de consumo *per capita* otimista, em termos nacionais. O mercado consumidor é representado pelo Estado de Goiás e pelo Distrito Federal, além dos municípios de Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro. Para este cenário permitiu-se a instalação de três abatedouros, que seriam mais do que suficientes para atender a demanda.

##### 4.4.1 Fluxo de grãos

Neste cenário observa-se a ocorrência de transporte de milho e soja, como no cenário anterior. Excluindo-se as regiões importadoras, todas as demais apresentaram excedentes de produção. As maiores regiões com excedentes de milho, em termos absolutos e relativos, foram, em ordem decrescente, Rio Verde, Itumbiara e Palmeiras de Goiás.

Para o caso da soja, a principal região exportadora foi a de Palmeiras de Goiás, superando 27.000 toneladas, e a principal importadora foi a de S. L. Montes Belos, com um volume importado superior a 10.000 toneladas. Os maiores excedentes de produção ocorreram nas regiões de Rio Verde, Itumbiara e Luziânia, tanto em termos absolutos como relativos, o que pode ser visualizado na Tabela 22.

Tabela 22 - Fluxo de grãos, milho e soja, ocorrido no terceiro cenário.

Centróides	Consumo Interno		Exp./Imp. (t)		Excedentes			
	Milho	Soja	(+/-)		Milho		Soja	
	(t)	(t)	Milho	Soja	(t)	(%)	(t)	(%)
Crixás	12986,64	3457,79	-1714,64	-3435,29	0	0,00	0	0,00
Goiás	16834,53	4482,32		1563,68	424,67	2,46	1563,68	25,86
Aragarças	11303,18	3009,56	-813,18	-1107,06	0	0,00	0	0,00
Porangatu	44972,25	11974,19	-543,45	3435,29	0	0,00	2877,32	15,73
Campos Belos	9619,73	2561,33	1263,69		2334,94	16,09	16304,47	86,42
Goianésia	46896,20	12486,46	271,68	-1970,06	79252,92	62,69	0	0,00
Anápolis	46896,20	12486,46	543,45	-8726,46	111648,35	70,18	0	0,00
Iporá	30061,67	8004,15	-4511,67	-5163,95	0	0,00	0	0,00
S.L.Montes Belos	42086,33	11205,80	5324,85	-10105,80	24304,82	33,89	0	0,00
Goiânia	46896,20	12486,46	1442,96	-6545,46	10104,84	17,29	0	0,00
Posse	14670,09	3906,02	-1263,69		0	0,00	3248,38	45,40
Luziânia	46896,20	12486,46		22,18	216476,00	82,19	198974,96	94,09
Rio Verde	46896,20	12486,46			934395,20	95,22	1053073,34	98,83
P. de Goiás	46896,20	12486,46		27340,56	313073,80	86,97	113217,98	73,98
Itumbiara	46896,20	12486,46			422514,40	90,01	256807,34	95,36
Pires do Rio	45212,75	12038,23		4692,37	15705,25	25,78	52500,80	75,83
Catalão	46896,20	12486,46			65399,80	58,24	150026,34	92,32
Quirinópolis	46896,20	12486,46			51344,60	52,26	35505,94	73,98

Fonte: Dados da pesquisa.

Para este cenário, em muitos casos observou-se mais de uma região fornecedora para suprir o abastecimento de uma única região deficitária. São apresentadas, a seguir, análises feitas somente para a região fornecedora que apresentou o maior custo de transporte.

Para um eventual aumento de produção de milho, tem-se um grande potencial para a região de Crixás, que se caracteriza como uma região importadora, abastecida pela região de Goiânia e Goianésia. A realização de despesas com transporte a partir dessa região poderia ser evitada se Crixás dispusesse de oferta suficiente para atender às exigências de consumo interno, o que significaria uma redução de R\$ 13,60 por tonelada, valor justamente do custo transporte de Goianésia a Crixás.

Para a região de Aragarças, também houve a necessidade de se realizar importação proveniente de S.L. Montes Belos. O aumento de produção na região de Aragarças, caso fosse possível, proporcionaria uma economia de R\$ 13,60 por tonelada. Para a região de Porangatu, que é abastecida por Anápolis, um aumento de produção representaria uma economia de R\$ 18,78 por tonelada. Para Iporá, abastecida por S.L. Montes Belos, um aumento de produção acarretaria uma economia de R\$ 11,20 por tonelada. Já para a região de Posse, abastecida pela região de Campos Belos, um aumento de produção traria uma economia de R\$ 13,60 por tonelada.

Para o caso da soja, algumas regiões se caracterizaram como importadoras, o que implicou a realização de custos de transporte para a movimentação de grãos, oriundos de regiões exportadoras, com a finalidade de abastecer as regiões importadoras.

Tais custos poderiam ser evitados se as regiões importadoras dispusessem de oferta suficiente para atender às exigências de consumo interno. Caso estes níveis de produção pudessem ser aumentados, não haveria a necessidade de se transportar soja de regiões distantes, o que para a região de Crixás, por exemplo, significaria uma redução de R\$ 13,60 por tonelada, o que representa justamente o custo de transporte entre Porangatu e Crixás. Da mesma maneira, caso fosse possível o aumento de

produção de soja da região de Aragarças, seria de se esperar uma redução de R\$ 24,00 por tonelada, o que é exatamente o valor do frete entre Palmeiras de Goiás e Aragarças. Para a região de Goianésia, a economia seria de R\$ 16,10 por tonelada, decorrente da economia de transporte de Pires do Rio. Para Anápolis, a economia seria de R\$ 12,40 por tonelada, enquanto para Iporá a economia seria de R\$ 16,10, para S.L. Montes Belos de R\$ 11,20, e para Goiânia de R\$ 11,00 por tonelada.

Com relação ao fornecimento de milho para a região de Crixás, observa-se que excetuando-se a própria região e aquelas que lhe abastecem, no caso Goiânia e Goianésia, a região alternativa que poderia atender Crixás seria a região de Goiás. Esta região não acarretaria nenhum aumento nos custos de transporte, por ser justamente com Goiânia e Goianésia, equidistante de Crixás. Para a região de Aragarças, a região alternativa que poderia lhe abastecer seria Goianésia, acarretando um aumento nos custos de transporte de R\$ 5,18 por tonelada. Para a região de Porangatu, a alternativa seria Goiânia, provocando um aumento de R\$ 1,22 por tonelada. Para a região de Iporá, a alternativa seria Goiás ou Palmeiras de Goiás, ocasionando um aumento de R\$ 1,20 por tonelada. Para Posse, a região alternativa seria Luziânia, que implicaria num aumento de R\$ 3,80 por tonelada.

Já para o caso da soja, movimentada para a região de Crixás, observa-se que excetuando-se a própria região e sua região abastecedora (Porangatu), a principal região alternativa que poderia supri-la seria a de Goiânia, que por sinal não representaria maiores custos de transporte.

Já para a região de Anápolis, a alternativa seria Pires do Rio; e para a região de S.L. Montes Belos, a alternativa seria Goiás. Ambas regiões alternativas não acarretariam em custos de transportes mais elevados por se tratarem de regiões equidistantes de suas respectivas regiões demandantes.

Para a região de Aragarças a alternativa seria Luziânia, acarretando um aumento nos custos de transporte de R\$ 0,10 por tonelada transportada. Para a região de Goianésia, a alternativa seria Palmeiras de Goiás, provocando um aumento de R\$ 16,10 por tonelada. Para a região de Iporá ter-se-ia a alternativa de Itumbiara,

que originaria um aumento de R\$ 2,68 por tonelada nos custos de transporte. Para a região de Goiânia, a região alternativa de abastecimento seria a de Goiás, mas a um custo adicional de R\$ 0,50 por tonelada.

#### 4.4.2 Escala de produção de suinocultura

Dentre as possibilidades de instalação de granjas que foram propostos, observou-se, através do Figura 12, uma tendência a se instalar granjas de tamanhos maiores (800 e 900 matrizes). A participação de tais tamanhos de granjas foram de 8,33% cada uma, no total instalado em todo o Estado de Goiás. Agrupando-se as granjas em três grandes classes de tamanho, as cinco menores, as cinco medianas e as cinco maiores, a participação deste último grupo predomina, com 37,24% de participação, vindo os grupos menores e medianos logo a seguir.

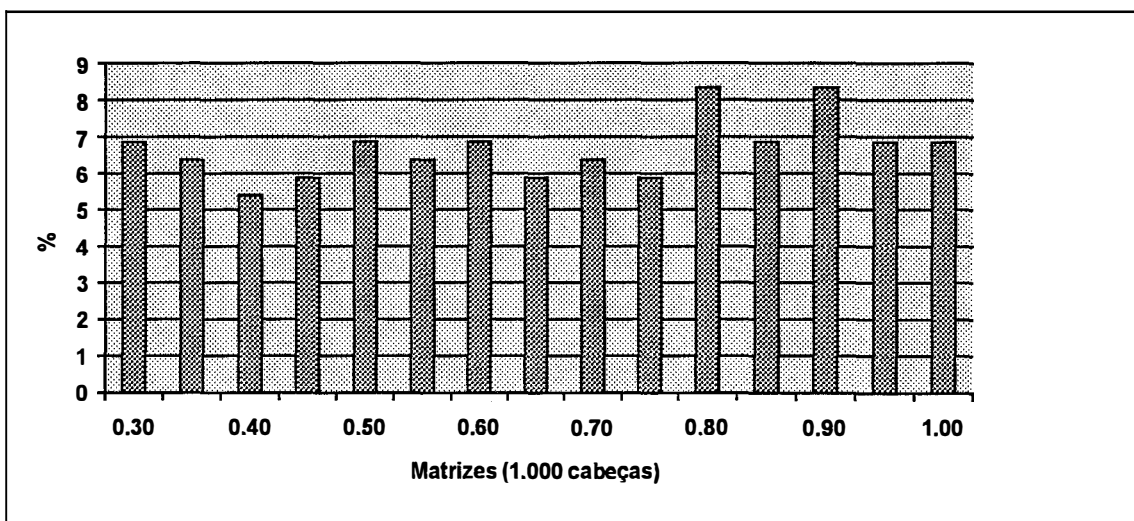


Figura 12 - Participação relativa das granjas no terceiro cenário.  
Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando-se os custos marginais de aumento da oferta de suínos, pode-se ordenar as regiões nas quais ocorreram instalação de suinocultura. Admite-se que as regiões de Catalão, Itumbiara e Pires do Rio representam as maiores potencialidades de expansão por serem regiões onde ocorreram a instalação dos abatedouros para este cenário. As demais regiões que apresentaram potencial para aumento de

produção são as regiões de Goiânia, Rio Verde e Quirinópolis, conforme mostra a Tabela 23.

Tabela 23 - Redução do custo total, por região, em função de um eventual aumento unitário na produção das granjas selecionadas pelo modelo no terceiro cenário.

Regiões	Redução de custos (R\$/t)
Catalão	47,98
Itumbiara	47,63
Pires do Rio	47,31
Goiânia	25,73
Rio Verde	25,73
Quirinópolis	25,73

Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4.4.3 Locais de instalação para abatedouros.

Neste cenário, o abastecimento do mercado consumidor foi atendido pela instalação de três abatedouros. Os locais determinados para a instalação dos abatedouros foram as microrregiões de Itumbiara, Pires do Rio e Catalão.

O abastecimento destes abatedouros foi alcançado pela produção de 18 regiões, conforme mostra a Tabela 24. As principais regiões abastecedoras de Itumbiara foram a própria Itumbiara, Rio Verde, Quirinópolis e Goiânia, totalizando mais de 86% da necessidade deste abatedouro. O abatedouro de Pires do Rio apresentou como principais regiões abastecedoras os municípios de Luziânia, Pires do Rio, Anápolis e Porangatu, que atenderam a mais de 84% da capacidade do abatedouro. O abatedouro de Catalão foi atendido pelo próprio município e por Palmeiras de Goiás, S.L. Montes Belos e Goianésia.

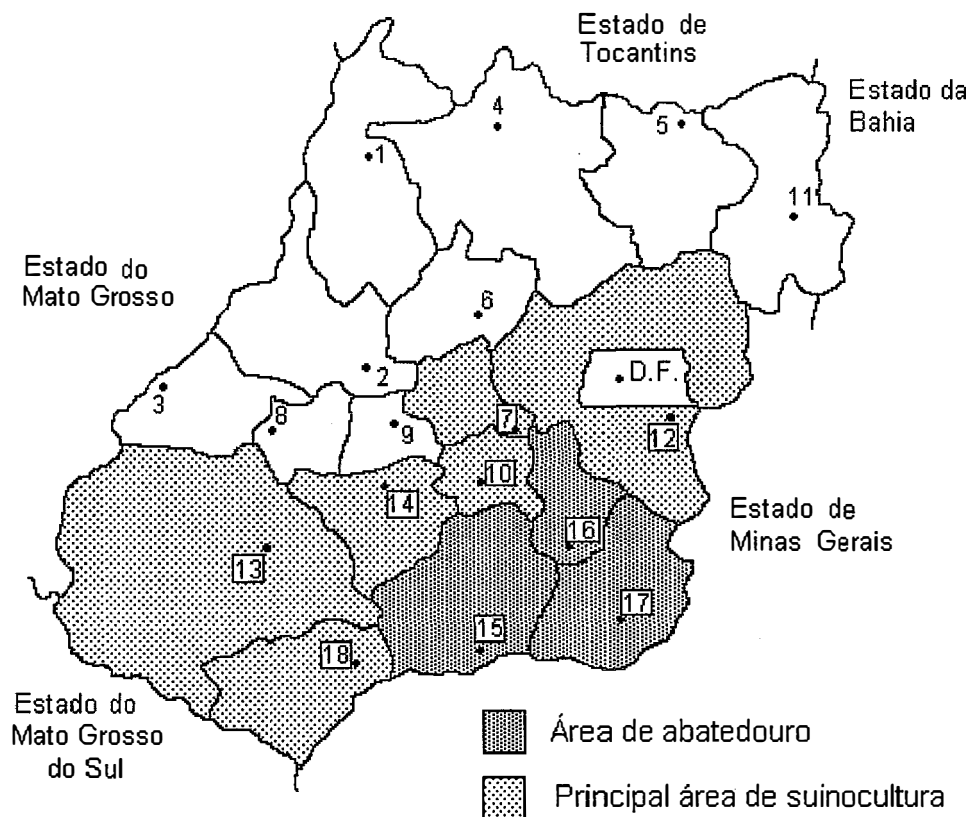


Tabela 24 - Regiões fornecedoras de suínos para o abatedouro, no cenário 3.

	Itumbiara		Pires do Rio		Catalão	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
Itumbiara	22.530,07	21,66				
Rio Verde	22.530,07	21,66				
Quirinópolis	22.530,07	21,66				
Goiânia	22.530,07	21,66				
Luziânia			22.530,07	21,66		
Pires do Rio			21.721,30	20,88		
Anápolis			22.530,07	21,66		
Catalão					22.530,07	21,66
Palmeiras de Goiás					22.530,07	21,66
S.L.Montes Belos					20.219,29	19,44
Porangatu			21.605,76	20,77		
Goianésia	944,36	0,91	11.127,16	10,70	10.438,55	10,03
Outros	12960,36	12,46	4510,64	4,34	28307,02	27,21
<b>Total</b>	<b>104.025</b>	<b>100</b>	<b>104.025</b>	<b>100</b>	<b>104.025</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 13 apresentam-se as regiões de instalação dos abatedouros e as principais áreas de influência dos mesmos.



#### LEGENDA

1 - São Miguel do Araguaia	7 - Anápolis	13 - Sudoeste de Goiás
2 - Rio Vermelho	8 - Iporá	14 - Vale do Rio dos Bois
3 - Aragarças	9 - Anicuns	15 - Meia Ponte
4 - Porangatu	10 - Goiânia	16 - Pires do Rio
5 - Chapada dos Veadeiros	11 - Vão do Paraná	17 - Catalão
6 - Ceres	12 - Entorno de Brasília	18 - Quirinópolis

Figura 13 - Representação da localização dos abatedouros e principais áreas de localização de suinocultura, no cenário 3.

Note-se que neste cenário ocorre a disputa por todos os abatedouros pela produção de Goianésia, que fornece 4,19% de sua produção para Itumbiara, 49,43% para Pires do Rio e 46,38% para o abatedouro de Catalão.

A escolha de tais regiões para a instalação dos abatedouros pode ser justificada também pelo fato de se localizarem próximas dos principais mercados consumidores, representados pelo Distrito Federal, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Na Tabela 25 são apresentados os principais centros consumidores abastecidos pelos abatedouros.

Tabela 25 - Principais regiões abastecidas pelos abatedouros, no cenário 3.

	Itumbiara		Pires do Rio		Catalão	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
Rio Verde	4307,38	5,18				
Porangatu			3606,88	4,33		
Goianía			19053,69	22,90		
Rio de Janeiro	38365,36	46,10				
Belo Horizonte	14141,12	16,99				
Distrito Federal	9886,16	11,88			14130,25	28,86
Catalão					1566,45	
São Paulo					67523,30	81,14
Anápolis			5777,49	6,94		
Palmeiras de Goiás	1339,69	1,61				
Outros	6145,06	7,38	18486,90	22,21		
Excedente	9035,23	10,86	36295,04	43,61		
<b>Total</b>	<b>83220</b>	<b>100</b>	<b>83220</b>	<b>100</b>	<b>83220</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A instalação dos abatedouros no porte em que foi proposto provocará um excedente superior a 36 mil toneladas, referentes à produção do abatedouro de Pires do Rio, além de 9 mil no abatedouro de Itumbiara. Poder-se-ia assim ou optar por abatedouros de menores capacidades para estes municípios, ou ainda considerar a alternativa do Estado se tornar um exportador de carne suína, visando atender a outros Estados.

## 5. CONCLUSÕES

A implantação de granjas de suínos e abatedouros no Estado de Goiás já pode ser considerada como um fato concreto, através do interesse e confirmação de algumas empresas de grande porte em se instalarem na região, principalmente na área de Rio Verde. O Estado de Goiás se destaca neste cenário pela sua característica geográfica, ocupando, uma posição equidistante dos principais centros consumidores brasileiros.

Nesse contexto, é interessante o estudo da distribuição espacial da suinocultura, e abatedouros, dentro do Estado, de modo a se ter uma minimização dos custos de transporte envolvidos. A teoria da localização desenvolvida por Weber e aprimorada através da programação matemática e de uma série de avanços computacionais constituiu-se num ferramental bastante apropriado a este estudo.

O estudo de localização desenvolvido priorizou três cenários, todos relacionados ao consumo *per capita* de carne suína, em equivalente-carcaça. Foram considerados, também, grandes centros consumidores localizados além dos limites do Estado, tais como os municípios de São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e o Distrito Federal.

De acordo com os resultados apresentados, observou-se para todos os cenários uma tendência à implantação de granjas de grande porte, o que possibilitaria uma série de economias de escala. A localização das mesmas obedeceu a tendência de localização próxima ao abatedouro, o que seria uma forma de se minimizar os custos de transporte de animais. Por outro lado, observou-se que todas as

microrregiões apresentam milho suficiente para atender à demanda projetada, ocorrendo nos cenários 2 e 3 a necessidade de transporte daquele grão. Para o caso da soja sempre foi necessário a movimentação entre as regiões. De uma forma geral, a produção de grãos sempre excedeu às necessidades de consumo.

A mudança de locais de instalação das granjas, para todos os cenários, seria viável, com algumas vantagens, nos locais onde houve a instalação de abatedouros. Isto sugere que os locais onde ocorresse a instalação de abatedouros viessem a se transformar em locais de grande concentração de granjas de suínos. Tal fato pode ser verificado na Região Sul do País, onde a grande concentração de suinocultura se dá exatamente onde estão as grandes empresas do ramo de abate de suínos. Outro ponto importante é que o aumento da produção seria facilitado através da melhoria da produtividade das granjas pré-instaladas pelo modelo

Para todos os cenários observou-se que à medida que o consumo *per capita* aumenta há uma tendência de se instalar um abatedouro mais ao sul do Estado, tendo-se em vista a responsabilidade pelo atendimento ao principal mercado consumidor brasileiro, que é São Paulo, em função da sua grande população, e também por se localizar numa saída para outros importantes mercados, como Belo Horizonte e Rio de Janeiro.

Um aspecto importante do trabalho foi a caracterização da região sul do Estado de Goiás como sendo de grande potencial para a produção de proteína animal, a partir da proteína vegetal, uma vez que se verificou uma forte tendência em se concentrar nesta região a instalação de granjas e abatedouros.

Há uma série de limitações que poderiam ser listadas para este trabalho, a partir das quais novos estudos poderiam ser formulados. A primeira limitação para a realização deste trabalho foi a não consideração dos diferenciais de preços dos grãos, praticados em cada uma das 18 microrregiões. Este diferencial poderia ter influenciado os fluxos de grãos, e até mesmo a localização das granjas e dos

abatedouros. A segunda limitação importante foi a não consideração de outros tamanhos de abatedouros, de modo a se determinar qual seria a melhor escala de abate para cada região que fosse contemplada com um abatedouro. A terceira limitação importante foi desconsiderar as granjas suinícolas já existentes na região. Possivelmente, tais granjas poderiam ter uma grande influência na determinação do local de instalação dos abatedouros.

A localização de projetos industriais envolve garantias de longo prazo. A mais importante está relacionada ao fornecimento de matéria-prima. Neste estudo, tanto para o milho quanto para a soja foram considerados somente a média aritmética da produção dos últimos 5 anos. Estes volumes representam uma limitação, pois não dão nenhuma garantia quanto ao volume ofertado durante o horizonte do projeto, o que poderia afetar sensivelmente toda a distribuição espacial recomendada.

A oferta de insumos, quando esta for um componente determinístico para a localização, poderia demandar outros tratamentos em estudos futuros, tal como através de cenários distintos de oferta dos mesmos, que envolvessem a tendência de produção. Poderiam também ser consideradas as áreas agrícolas das regiões destinadas ao cultivo de grãos, com as respectivas produtividades potenciais.

Outro fator primordial para localização está condicionado às vantagens que as firma poderão desfrutar, tais como isenção de impostos, doação de terrenos e outros benefícios. Assim sendo, para a realização de trabalhos futuros, a caracterização desses custos para cada região pode ser considerada.

A definição das áreas poderia também ser melhor determinada, pois a caracterização de um Estado da Federação como um todo talvez não seja a melhor a ser adotada. Possivelmente a consideração de partes de diversos Estados adjacentes implique melhores representatividades para futuros estudos, contribuindo para a maior precisão na determinação do local mais adequado para a implantação de projetos industriais.

Finalmente, para estudos de localização que envolvem produtos de origem agropecuária, deve-se considerar sua competitividade a nível internacional, uma vez que o país se destaca pelo seu grande potencial agro-exportador. Para tais estudos, onde a exportação esteja sendo considerada, será preciso levar em conta outros tipos de modais de transporte, tais como as ferrovias, assim como os custos de transbordo em diferentes portos.

## ANEXO

Os problemas de programação linear fornecem, além da composição das variáveis para a solução ótima, outras informações bastante importantes para uma completa análise dos problemas. Entre elas, podem ser destacadas os valores marginais, associados aos preços-sombra das constantes do lado direito das restrições (RHS), e aos custos de oportunidade das variáveis de decisão.

Segundo Caixeta F<sup>o</sup> (1996), pode-se obter um problema intimamente ligado ao problema original, onde as variáveis de decisão deste problema representam os valores marginais dos recursos. Este problema é denominado de DUAL e o modelo na qual o originou é denominado de PRIMAL, conforme mostra a Figura 14.

$\text{Max: } Z = c'X$	$\text{Min: } Z = b'Y$
$aX \leq b$	$a'Y \geq c$
$X \geq 0$	$Y \geq 0$
Primal	Dual

Figura 14 - Representação dos modelos primal e dual.

A interpretação dos valores marginais encontradas nas soluções de problemas duais são de extrema importância. Tais valores representam a contribuição monetária a ser esperada na função objetivo, a partir de uma variação unitária na disponibilidade de determinado recurso.



Existe uma relação importante entre os preços-sombra e os recursos associados. Segundo Caixeta F<sup>o</sup> (1996), os preços-sombra somente possuem valores positivos se os recursos forem usados na sua totalidade, caso contrário o preço-sombra é nulo.

Os valores dos preços-sombra possuem uma restrição importante. Segundo Wagner (1986), o valor do preço-sombra só será válido, para a análise da função objetivo, se não se alterarem conjunto de variáveis que fazem parte da solução primal. Isto significa que, além de se analisar os valores marginais, é preciso verificar a faixa de variação na qual tais valores são válidos.

Na prática, todos os *software* comerciais específicos para soluções de problemas de otimização fornecem tanto os valores referentes ao preço-sombra quanto a faixa na qual tais valores são válidos, através da chamada "análise de sensibilidade", conforme Figura 15.

---- VAR T	binaria da suinocultura			
índice	inferior	valor	máximo	preço sombra
	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
R-002.C-10*	.	.	1.000	3.1064E+5
R-002.C-11	.	1.000	1.000	3.3093E+5

Figura 15 - Saída do *software* GAMS para a variável binária referente à granja suinícola de tamanho C-10 (750 matrizes), na região R-002 (Goiás).

Algumas análises de restrições utilizadas neste trabalho são apresentadas a seguir.

- Restrição referentes à oferta de grãos

$$\sum_{j=1}^{18} \sum_{l=1}^{15} X_{ij}^{kl} \leq S_i^k$$

No lado direito da restrição tem-se a capacidade de oferta de grãos referente à região  $i$ . Para aquelas regiões onde se esgotou tal recurso, tem-se um valor positivo para o preço-sombra. Tal valor representa o quanto se economizaria caso fosse

possível se aumentar a produção de grãos da região  $i$  em uma tonelada. Para esta situação, caso uma região possua uma demanda de  $D$  toneladas e produza  $P$  toneladas, onde  $P - D < 0$ , haverá a necessidade de importação de grãos de uma outra região a um custo equivalente ao custo de transporte. Portanto, o aumento de uma tonelada na produção de grãos na região deficitária diminuirá o volume necessário para importação. Com isso se economizará, para cada tonelada aumentada, o equivalente ao custo de transporte que se realiza originalmente. Este valor será válido até o limite em que não ocorra mais a necessidade de importação de grãos.

- Restrição de oferta de suínos

$$\sum_{i=1}^{18} \sum_{l=1}^{15} X_{ji}^l \leq F_j^l B_j^l$$

Nesta restrição, tem-se do lado direito a capacidade de oferta de suínos da região  $j$ . Este valor está associado à implantação ou não de uma granja de suínos na região. A produção de suínos deve ser transportada até o abatedouro, acarretando em despesas com transporte. Como a demanda do abatedouro é fixa, se uma região aumentar sua oferta de suínos ao abatedouro, outra região deverá diminuir seu suprimento. Tem-se assim, como contribuição para a função objetivo, o aumento referente ao custo de transporte da região que aumentou a produção de suínos menos o custo de transporte referente à região que passará a não mais ofertar suínos para o abatedouro. Pode-se deduzir assim que seria interessante aumentar a oferta das regiões mais próximas dos abatedouros, por apresentarem um custo de transporte menor, e diminuir a oferta das regiões mais distantes, por apresentarem um custo de transporte maior. Isto justifica o fato das regiões selecionadas para a instalação do abatedouro representarem a melhor alternativa para aumentar a produção.

Entretanto, para analisar a sensibilidade dos modelos, deve-se atentar às características das variáveis. Quando se trabalha com variáveis inteiras, as análises já

não são tão diretas. Os *software* de programação inteira costumam relatar os preços-sombra e as análises de sensibilidades da mesma forma que para problemas de programação linear, não havendo nenhuma garantia de que se consiga obter soluções inteiras ao longo das faixas sugeridas. No presente trabalho, esta dificuldade pode ser observada nas análises das variáveis referentes à localização da suinocultura e do abatedouro, que foram representadas por variáveis inteiras binárias.

A seguir, para efeitos de ilustração, é apresentada a seqüência de comandos utilizados na formulação do cenário 3 deste estudo, através do *software* GAMS, além do *tableau* representativo do modelo, na sua forma genérica (Figura 16).

## SETS

L tipo de graos /MILHO, SOJA/  
 I regioes de origem /R-001 \* R-018/  
 J regioes de destino /R-001 \* R-018/  
 K tamanhos de granjas de suino /C-1 \* C-15/  
 M regioes de demanda decarcaca de suino /R-001 \* R-

022/

## PARAMETERS

S(I) valor anualizado do abatedouro

/R-001	0
⋮	⋮
R-018	0/

U(I) quantidade demanda de suinos pelo abatedouro em t de pv

/R-001	104025
⋮	⋮
R-018	104025/

V(I) quantidade oferta de carcaca de suinos pelo abatedouro em t. carcaca

/R-001	83220
⋮	⋮
R-018	83220/

WC3(M) populacao das microrregioes

/R-001	72432
R-002	90113
R-003	53900
R-004	240459
R-005	49723
R-006	208770
R-007	401919
R-008	62581
R-009	98757
R-010	1270246
R-011	85655
R-012	472586
R-013	287159
R-014	89309
R-015	266954
R-016	75090
R-017	104430
R-018	88820
R-019	4501553
R-020	942741.8
R-021	2557691
R-022	1601094/;

SCALAR NC3 consumo percapita /15/;

PARAMETER O(M) consumo por regioao considerada;  
 $OC3(M) = WC3(M) * NC3 / 1000;$

TABLE A(I,L) capacidade de oferta de milho e soja da regioao i,  
 Tabela 8 e 9

	MILHO	SOJA
R-001	11272	22.50
⋮	⋮	⋮
R-018	98240.8	47992.4;

TABLE B(J,K,L) demanda de graos da granja de tamanho k na  
 regioao j

	MILHO	SOJA
R-001.C-1	1442.96	384.20
R-001.C-2	1683.45	448.23
R-001.C-3	1923.95	512.27
R-001.C-4	2164.44	576.30
R-001.C-5	2404.93	640.33
R-001.C-6	2645.43	704.37
⋮	⋮	⋮
R-018.C-7	2885.92	768.40
R-018.C-8	3126.41	832.41
R-018.C-9	3366.91	896.47
R-018.C-10	3607.40	960.50
R-018.C-11	3847.89	1024.53
R-018.C-12	4088.39	1088.56
R-018.C-13	4328.88	1152.60
R-018.C-14	4569.37	1216.63
R-018.C-15	4809.87	1280.66;

TABLE C(J,K) quantidade ofertada de suino de uma granja de  
 tamanho k na regioao j

	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8
C-9	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15		
R-001	693.23	808.77	924.31	1039.85	1155.39	1270.93	1386.47	
	1502.00	1617.54	1733.08	1848.62	1964.16	2079.70	2195.24	2310.78
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
R-018	693.23	808.77	924.31	1039.85	1155.39	1270.93	1386.47	
	1502.00	1617.54	1733.08	1848.62	1964.16	2079.70	2195.24	2310.78

TABLE D(J,K) custo operacional de uma suinocultura de tamanho k  
 na regioao j

	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-
13	C-14	C-15				
R-001	135567.67	158356.52	180474.67	203263.53	225381.68	
	248170.53	270288.68	293077.54	315195.68	337984.54	360102.69
	382891.55	405009.69	427798.55	449916.70		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

R-018 135567.67 158356.52 180474.67 203263.53 225381.68  
 248170.53 270288.68 293077.54 315195.68 337984.54 360102.69  
 382891.55 405009.69 427798.55 449916.70;

TABLE E(I,J,L) custo de transporte de graos de acordo com  
 empresas da regioao. De acordo com a Tabela 10.

	R-001.MILHO	R-001.SOJA	...	R-018.MILHO	R-018.SOJA
R-001	0	0	...	24.10	24.10
R-002	13.60	13.60	...	14.80	14.80
R-003	19.00	19.00	...	21.30	21.30
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
R-017	19.00	19.00	...	20.00	20.00
R-018	24.10	24.10	...	0	0;

TABLE F(J,I) custos de transporte de suino, de acordo com a  
 Tabela 11

	R-001	...	R-018
R-001	0	...	38.8
R-002	21.9	...	23.83
⋮	⋮	...	⋮
R-017	30.59	...	32.2
R-018	38.80	...	0;

TABLE G(I,M) custos de transporte de carcaca de suino, Tabela  
 12 e 13.

	R-001	R-002	...	R-021	R-022
R-001	0.00	31.28	...	66.72	22.42
R-002	31.28	0.00	...	58.67	12.09
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
R-018	49.51	30.15	...	49.79	20.64

#### VARIABLES

X(I,J,K,L) quantidade transportada de graos

Y(J,K,I) quantidade transportada de suinos

Q(I,M) quantidade transportada de carcaca de suino

T(J,K) binaria da suinocultura

R(I) binaria do abatedouro

Z funca objetivo;

POSITIVE VARIABLE X, Y, Q;

BINARY VARIABLE T, R;

EQUATIONS

CUSTO

OFERTAG(I,L)

DEMANDAG(J,K,L)

OFERTAS(J,K)

DEMANDAS(I)

OFERTAC(I)

DEMANDAC3(M)

ABATE3;

CUSTO.. Z=E=SUM((I,J,K,L), E(I,J,L)\*X(I,J,K,L)) + SUM((J,K),  
D(J,K)\*T(J,K)) + SUM((J,K,I), Y(J,K,I)\*F(J,I)) + SUM(I,  
S(I)\*R(I)) + SUM((I,M), G(I,M)\*Q(I,M));

OFERTAG(I,L) .. SUM((J,K), X(I,J,K,L))=L=A(I,L);

DEMANDAG(J,K,L) .. SUM(I, X(I,J,K,L)) =G= T(J,K)\*B(J,K,L);

OFERTAS(J,K) .. SUM(I, Y(J,K,I)) =L= T(J,K)\*C(J,K);

DEMANDAS(I) .. SUM((J,K), Y(J,K,I)) =G= R(I)\*U(I);

OFERTAC(I) .. SUM(M, Q(I,M)) =L= R(I)\*V(I);

DEMANDAC3(M) .. SUM(I, Q(I,M))=G=OC3(M);

ABATE3 .. SUM(I, R(I))=L=3;

OPTION ITERLIM=1000000;

OPTION RESLIM=1000000;

MODEL CENARIO3 /ALL/;

OPTION LIMROW=0;

OPTION LIMCOL=0;

SOLVE CENARIO3 USING MIP MINIMIZING Z;

DISPLAY X.L, Y.L, Q.L, T.L, R.L;

Variáveis de decisão	Fluxo de milho			Fluxo de soja			Granja			Fluxo de animais			Abatedouro			Fluxo de carcaça			RTS
	$X_{1,1}^M$ $C_{1,1}^M$	$X_{1,18}^M$ $C_{1,18}^M$	$X_{1,18}^M$ $C_{1,18}^M$	$X_{1,1}^S$ $C_{1,1}^S$	$X_{1,18}^S$ $C_{1,18}^S$	$X_{1,18}^S$ $C_{1,18}^S$	$F_{1,G}$ $K_{1,G}$	$F_{18,G}$ $K_{18,G}$	$F_{18,G}$ $K_{18,G}$	$X_{1,18}^A$ $C_{1,18}^A$	$X_{1,18}^A$ $C_{1,18}^A$	$X_{1,18}^A$ $C_{1,18}^A$	$F_{18,A}$ $K_{18,A}$	$F_{18,A}$ $K_{18,A}$	$F_{18,A}$ $K_{18,A}$	$X_{18,22}^C$ $C_{18,22}^C$	$X_{18,22}^C$ $C_{18,22}^C$	$X_{18,22}^C$ $C_{18,22}^C$	
Oferta de milho 1	1	...	1																$S_1^M$
...																			...
Oferta de Milho 18		1	...	1															$S_{18}^M$
Demanda de Milho 1	1						$-D_{1,M}^M$												$> 0$
...																			...
Demanda de Milho 18		1					$-D_{18,M}^M$												$> 0$
Oferta de soja 1				1	...	1													$S_1^S$
...																			...
Oferta de soja 18				1	...	1													$S_{18}^S$
Demanda de soja 1				1			$-D_1^S$												$> 0$
...																			...
Demanda de soja 18				1			$-D_{18}^S$												$> 0$
Oferta de suíno 1							$-B_1^A$		1	...	1								$< 0$
...																			...
Oferta de suíno 18							$-B_{18}^A$		1	...	1								$< 0$
Demanda de suíno 1												$-E_1^C$							$> 0$
...																			...
Demanda de suíno 18												$-E_{18}^C$							$> 0$
Oferta de carcaça 1												$-G_1^C$			1	...	1		$< 0$
...																			...
Demanda de carcaça 18																			$< 0$
Oferta de carcaça 18															1	...	1		$< 0$
Demanda de carcaça 1															1				$D_{18}^M$
...																			...
Demanda de carcaça 22																			$> D_{22}^M$
Nº de abatedouros												1	...	1					$< n$

Figura 16 - Tableau representativo do modelo.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. A. S. B. Viabilidade econômica e localização de unidade produtora de farinha de milho para utilização em mistura com o trigo no estado de São Paulo, Piracicaba, 1981. 159p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- AMARO, A. A. et alii. Desenvolvimento da citricultura e localização de novas indústrias para o processamento no estado de São Paulo. Série Pesquisa, Departamento de Economia e Sociologia Rural. ESALQ, n.22, p. 1-78, 1973.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, v. 53, 1993.
- ANUÁRIO AVICULTURA E SUINOCULTURA INDUSTRIAL - 95. São Paulo: Gessulli, 1994.
- ARAÚJO, N.B. O agribusiness nacional de suínos. Anuário avicultura e suinocultura industrial-95, v.85, n.1017, p. 16-18, dez. 1994.
- AZZONI, C. R. Teoria da localização: uma análise crítica. São Paulo: IPE/USP, 1982. 200p.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Manual de localização industrial. 2. ed. Rio de Janeiro: APEC, 1971. 223p.
- BARITELLE, L. J.; HOLLAND, D. W. Optimum plant size and location: a case for separable programming. Agricultural Economics Research, v.27, n. 3/4, p. 73-84, Jul/Out. 1975.
- BRESSLER, R. G.; KING, R. A. Markets, prices, and interregional trade. Nova York: John Wiley, 1970. 426p.
- BROWN, C. G.; DRYNAN, R. G. Plant location analysis using discrete stochastic programming. The Australian Journal of Agricultural Economics, v.30, n.1, p.1-22, Abr. 1986.

- CAIXETA F<sup>o</sup>, J. V. Material de apoio às disciplinas: LES-672 Introdução à pesquisa operacional e LES-785 Programação linear. Série didática. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Depto de Economia e Sociologia Rural. n.116, p. 1-116, 1996
- CANTO, W. L. Sistema ponderal de conversões e determinação de margens de comercialização. Estudos Econômicos - Alimentos Processados, n.22, p.1-58, 1986.
- CANZIANI, J. R.F. Simulação sobre a implantação da indústria de suco concentrado de laranja no estado do Paraná. Piracicaba, 1991. 111p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CENSO DEMOGRÁFICO. Rio de Janeiro, v. 27, 1991.
- COSENZA, C. A. N.; NASCIMENTO P. R. Algumas modelos empíricos de localização industrial. Pesquisa e Planejamento Econômico, v.5, n.1, p. 261-72, jun. 1975.
- CRUZ, J. C. de F. Eficiência locacional e dimensões econômicas de unidades armazenadoras no estado de Minas Gerais. Viçosa, 1990. 97p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- CUNHA, A.,MUELLER, C. A questão da produção e do abastecimento alimentar no Brasil - diagnóstico regional - Região Centro-Oeste. IN: MELO, F. H. et al. A questão da produção e do abastecimento alimentar no Brasil - um diagnóstico macro com cortes regionais. Brasília: IPEA/IPLAN/PNUD, 1988. p. 237 - 330.
- EMATER. Dados de produção por microrregião. Goiânia, 1997. (mimeo)
- FAO PRODUCTION YEARBOOK. Roma, v. 46/47/48, 1992/93/94.
- FAO TRADE YEARBOOK. Roma, v.48, 1994.
- FÁVARO, J. A. Tipificação de carcaça de suínos e seus reflexos na produção, na industrialização e no consumo. in: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Suinocultura. Campinas: SBZ; Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 23-37
- GOMES, M. F. F.; GIROTTO, A. F.; TALAMINI, D. J. D.; LIMA, G. J. M. M. de; MORAES, N.; TRAMONTINI, P.; Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil, Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1992. 108p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 26)
- KILMER, R. L.; SPREEN, T.; TILLEY, D.S. A dynamic plant location model: the east Florida fresh citrus packing industry. American Journal of Agricultural Economics, v.65, n.4, p.730-37, 1976.

- KING, G. A.; LOGAN, S. H. Optimum location, number and size of processing plants with raw product and final product shipments. Journal of Farm Economics, v.46, n.1, p.94-108, 1964.
- LEME, R. A. da S. Contribuições à teoria da localização industrial. São Paulo: IPE/USP, 1982. 387 p.
- LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro, v. 8, n.2, p. 1-58. fev. 1996.
- \_\_\_\_\_. Rio de Janeiro, v.7, n.12, p.1-71, dez. 1995.
- MCCARL, B.A.; HILGER, D.A.; UHRIG J.W. Grain subterminal facility location: a mixed-interger programming model. In: KOO, W.W.; LARSON, D.W., Transportation models for agricultural products. Boulder: Westview Press, 1985. p. 13-33.
- NOWAK, J.; ROMANOWSKA, H. Locational patterns of food-processing industry in Poland. European Review of Agricultural Economics, v.12, n.2, p.233-46, 1985.
- PINAZZA, L. A. Frigorífico Aurora: os caminhos para a construção da marca. In: SEMINÁRIO PROGRAMA DE ESTUDOS DOS NEGÓCIOS DO SISTEMA AGROINDUSTRIAL, Águas de São Pedro, 1994. Anais. São Paulo: FIA/FEA/USP, 1994. p.1-36.
- PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DE SAFRAS. Brasília: CONAB, 1990/95.
- PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL. Rio de Janeiro, 1986/89.
- RAVIDAN, A., PHILLIPS, D. T., SOLBERG, J. J.; Operational research, principle and practice. 2.ed., Nova York: Jonh Wiley, 1987.
- SANTIAGO, M. M. D. Determinação do custo de produção de suínos no estado de São Paulo e análise de rentabilidade. Piracicaba, 1989. 152p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SILVA, A.B.O.; CONSIDERA, C.M.; VALADÃO, L.F.R.; MEDINA, M.H. Produto interno bruto por unidade da federação. Texto para discussão. IPEA, n. 424, p.1-105, maio 1996.
- SILVEIRA, E.T. F. et al. Suínos: abate, corte e processamento na área rural. Campinas: ITAL, 1988. 55p. (Manual Técnico, 2)

- SOUSA, E.L.L. Estudo do potencial de desenvolvimento de um mercado futuro de milho no Brasil. Piracicaba, 1996. 122p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- STOLLSTEIMER, J. F. A working model for plant numbers and location. Journal of Farm Economics, v.45, n.3, p.631-45, Ago. 1963.
- SUPLEMENTO DE ECONOMIA. DA AVICULTURA E SUINOCULTURA INDUSTRIAL. São Paulo: Gessulli, 1994.
- VON OPPEN, M.; SCOTT, J. T. A spatial equilibrium model for plant location and interregional trade. American Journal of Agricultural Economics, v.58, n.3, p.437-45. 1976.
- WAGNER, H. M. Pesquisa operacional. 2.ed. Rio de Janeiro. Prentice Hall, 1986. 851p.
- WEDEKIN, V. da S.P.; MELLO, N. de; Cadeia produtiva da suinocultura no Brasil. Agricultura em São Paulo, v.42, n.1, p.1-12. 1995
- WOILER, S.; MATHIAS, F. T. Projetos. planejamento, elaboração e análise. São Paulo: Atlas, 1986. 294p.