

**SANDRA MARA PEREIRA**

**ESTUDO DOS CUSTOS OPERACIONAIS E DA  
VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
COLETA DE DEJETOS SUÍNOS PARA GERAÇÃO DE  
BIOENERGIA, NO MUNICÍPIO DE TOLEDO-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Campus Toledo, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.  
Orientador: Profa. Dra. Débora da Silva Lobo.

**Toledo  
2009**

**SANDRA MARA PEREIRA**

**ESTUDO DOS CUSTOS OPERACIONAIS E DA  
VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
COLETA DE DEJETOS SUÍNOS PARA GERAÇÃO DE  
BIOENERGIA, NO MUNICÍPIO DE TOLEDO-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Campus Toledo, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. João Carlos Souza  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Weimar Freire da Rocha Junior  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
UNIOESTE – campus Toledo

Profa. Dra. Débora da Silva Lobo  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
UNIOESTE – campus Toledo  
Orientadora

Toledo, 12 de fevereiro de 2009.

## DEDICATÓRIA

À Deus, pela serenidade durante o percurso.

Ao Darlou (Dan), meu refúgio, pela compreensão e espera.

À mamãe (Elaine), pela motivação e confiança.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que me deu força e esperança, indicando-me o caminho da verdade e da sabedoria.

À Profa. Dra. Débora da Silva Lobo, pela orientação e paciência, dedicadas durante a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Weimar Freire da Rocha Junior, pela confiança e colaboração durante esta caminhada.

Ao Prof. Dr. Homero Fernandes de Oliveira, pelo indispensável auxílio nos cálculos de roteirização.

À Profa. Dra. Maria Augusta Doetzer Rosot, pelo fundamental auxílio na elaboração dos mapas.

A todos os demais professores, pelos conhecimentos repassados, pela dedicação aos alunos, e por auxiliarem sempre que precisei.

Aos colegas do curso, pela interdependência durante as aulas.

À colega Sandra Cristiana Kleinschmidt (Sandrinha), pela amizade, compreensão, solidariedade.

À Clarice Stahl, pela assistência e dedicação que dispensa aos alunos do programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão de auxílio financeiro, indispensável para a realização deste.

Também aos que dificultaram minha caminhada, por que, de certa forma, me motivaram a ir até o fim da batalha.

Tenha sempre bons pensamentos; porque os seus pensamentos se transformam em suas palavras.

Tenha boas palavras; porque as suas palavras se transformam em suas ações.

Tenha boas ações; porque as suas ações se transformam em seus hábitos.

Tenha bons hábitos; porque os seus hábitos se transformam em seus valores.

Tenha bons valores; porque os seus valores se transformam no seu próprio destino.

*Mahatma Ghandi*

**PEREIRA, S. M. Estudo dos custos operacionais e da viabilidade de implantação de um sistema de coleta de dejetos suíños para geração de bioenergia, no município de Toledo–PR.** 2009. 110 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Toledo.

## **RESUMO**

Este trabalho tem como tema a análise dos custos operacionais e da viabilidade de implantação de um sistema de coleta de dejetos suíños (em fase de terminação), em propriedades rurais do município de Toledo-PR, para a geração de bioenergia. O referencial teórico compreende tópicos do agronegócio; logística e roteirização; custos de transporte e análise de investimentos; caracterização da suinocultura local, bem como as potencialidades de geração de bioenergia com os dejetos suíños. A metodologia tem caráter exploratório, coletando informações relacionadas a 380 propriedades com suíños em fase de terminação, que foram localizadas em mapa e realizando a roteirização com auxílio da heurística de Clark e Wright. Foram pesquisadas informações referentes aos veículos e aos equipamentos geralmente utilizados nesta atividade, bem como informações sobre os custos operacionais e de investimento para a aquisição dos mesmos, assim como para a implementação de um centro de biodigestão. Analisaram-se também os potenciais de geração de dejetos, biogás e energia elétrica considerando as quantidades de suíños existentes nas propriedades pesquisadas. Constatou-se que, para a implementação do projeto, são necessários grandes investimentos; entretanto a rentabilidade com a venda de biogás e de energia elétrica é considerável. Conclui-se que é viável a implementação de semelhante projeto, por beneficiar os produtores rurais, os quais terão nova fonte de renda com a venda dos dejetos; por possibilitar uma nova matriz energética, utilizando um resíduo altamente poluidor; e por preservar o meio ambiente, que deixará de sofrer os anteriores danos pelo despejo indiscriminado dos dejetos suíños.

**Palavras-chave:** Custos de transporte. Roteirização. Dejetos suíños. Bioenergia. Agronegócio

PEREIRA, S. M. **Study of operating costs and feasibility of deploying a system of collection of pig manure, for bioenergy generation, in the city of Toledo-PR.** 2009. 110 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus Toledo*.

## ABSTRACT

The theme focused in this study is the analysis of operating costs and the feasibility of implementation of a collecting system of pig manure (terminal phase) in rural properties from Toledo-PR, for the bioenergy generation. The theoretical framework includes topics about agribusiness, route planner and logistics, transportation costs and investment analysis, characterization of the local swine, as well as the potential for bioenergy generation by pig manure. The method is exploratory, collecting information related to 380 properties, with pigs in the terminal phase, locating these properties and making the road map with the help of Clark and Wright's heuristic. Information about vehicles and equipment, usually used in this activity, operating costs and investment in their acquisition were researched, as well as the implementation of a center of biodigestion. The potential to generate waste, biogas and electricity, and the quantities of pigs in the investigated properties were also examined. It was observed that the implementation of this project is viable. Although large investments are required, the profitability with biogas and electricity sales is significant. The conclusion is that it is viable to implement the project, due to the benefits for the farmers, who will have new source of revenue with the sale of pig slurry, with the provision of a new energy matrix, using a highly waste polluter; and to preserve the environment that will not suffer the damage by indiscriminate manure dumping.

**Keywords:** Transportation costs. Route planner. Pig manure. Bioenergy. Agribusiness

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação percentual do agronegócio no PIB total do Brasil (1999-2007) .....	21
Figura 2 – Distribuição percentual do PIB do agronegócio brasileiro em agricultura e pecuária (1999-2007) .....	22
Figura 3 – Representação da participação do Paraná e da Região Sul na constituição do PIB do Agronegócio (2007) .....	23
Figura 4 – Produção mundial de carne suína, em mil toneladas equivalente carcaça (1985-2008) .....	25
Figura 5 – Produção brasileira de carne na suinocultura industrial, em mil toneladas equivalente carcaça (1995-2009) .....	26
Figura 6 – Produção paranaense de carne na suinocultura industrial, em mil toneladas equivalente carcaça (2002-2009) .....	29
Figura 7 – Fluxograma da cadeia produtiva de carne suína no Paraná .....	30
Figura 8 – Efetivo da pecuária de suínos no Paraná (em percentual), por Núcleo Regional da SEAB (2005) .....	31
Figura 9 – Evolução do Método de Varredura .....	45
Figura 10 – Movimento 2-opt .....	46
Figura 11 – Movimentos possíveis para o 3-opt (combinação de nós) .....	47
Figura 12 – Exemplo de integração de dois clientes ( <i>i</i> e <i>j</i> ) num roteiro compartilhado .....	49
Figura 13 – Localização do município de Toledo no Paraná (escala 1:9.000.000) .....	58
Figura 14 – Mapa do município de Toledo-PR, com distritos e localidades .....	59

Figura 15 – Vistas frontal, traseira e lateral, com dimensões em milímetros, do caminhão T13 .....	65
Figura 16 – Ilustração do equipamento (reservatório) e bomba lateral, instalado em caminhão semelhante ao escolhido .....	66
Figura 17 - Vistas frontal, traseira e lateral, com dimensões em milímetros, do caminhão T24 .....	67
Figura 18 – Percentual de propriedades com terminação de suínos, em função Da quantidade em terminação .....	73
Figura 19 – Área total das propriedades, em hectares, em percentual .....	74
Figura 20 – Origem da água para consumo da propriedade .....	75
Figura 21 – Tratamento atual dos dejetos nas propriedades suinícolas .....	76
Figura 22 – Localização dos suinocultores (380 propriedades) .....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparaçao de produção de carne suína, em mil toneladas equivalente carcaça .....	28
Tabela 2 – Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos .....	33
Tabela 3 – Estimativa de custos de biodigestores, no município de Toledo-PR (resumo) .....	36
Tabela 4 – Informações para análise dos custos operacionais .....	69
Tabela 5 – Setores para coleta de dejetos suínos, no município de Toledo-PR .	80
Tabela 6 – Resumo de informações para estimativa de caminhões (T13 e T24). 81	
Tabela 7 – Resumo dos Custos Operacionais para transporte de dejetos suínos (uma unidade de caminhão) .....	82
Tabela 8 – Estimativa de geração de biogás, energia elétrica e botijão P13 (equivalente) .....	84
Tabela 9 – Resumo dos custos totais de investimento .....	85
Tabela 10 – Potencial de geração de biogás e energia elétrica com a coleta proposta no município de Toledo-PR .....	86
Tabela 11 – Resumo das estimativas de receitas .....	87

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	13
1.1 OBJETIVOS .....	15
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	15
<b>1.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	16
1.2 JUSTIFICATIVA .....	17
1.3 RESTRIÇÕES DA PESQUISA .....	18
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	20
2.1 AGRONEGÓCIO .....	20
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUINOCULTURA .....	25
<b>2.2.1 Aspectos de Impacto Ambiental .....</b>	32
<b>2.2.2 Potencialidades dos Dejetos Suíños .....</b>	34
2.3 LOGÍSTICA E TRANSPORTE .....	38
<b>2.3.1 Roteirização .....</b>	40
<b>2.3.2 Modelos de Transporte .....</b>	43
<b>2.3.3 Custos de Transportes .....</b>	51
<b>2.3.4 Análise de Investimentos .....</b>	53
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	55
3.1 COLETA DE DADOS .....	57
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOLEDO .....	58
3.3 MODELO DE ROTEIRIZAÇÃO UTILIZADO .....	60
3.4 EQUIPAMENTOS ESCOLHIDOS .....	64
3.5 CUSTOS OPERACIONAIS .....	68

3.6 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS .....	71
<b>4 APLICAÇÃO E RESULTADOS .....</b>	<b>73</b>
4.1 PROPRIEDADES .....	73
4.2 RESULTADOS DA ROTEIRIZAÇÃO .....	78
4.3 CUSTOS DE TRANSPORTE DE DEJETOS .....	82
4.4 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS E VIABILIDADE .....	83
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>90</b>
5.1 CONCLUSÕES .....	90
5.2 RECOMENDAÇÕES .....	92
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO A – DADOS GERAIS DE CUSTOS.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO B – CUSTOS FIXOS .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO C – CUSTOS VARIÁVEIS .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO D – FECHAMENTO DOS CUSTOS .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO E – RESULTADOS DA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO F – MAPA COM LOCALIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE SUÍNOS, EM FASE DE TERMINAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE TOLEDO-PR (A3) .....</b>	<b>109</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, o Estado do Paraná tem se destacado no agronegócio nacional, sobressaindo-se na produção de suínos, em especial para fins industriais, devido a fatores como novas tecnologias e possibilidade de maior produtividade em reduzido espaço físico. Esta ampliação pode, no entanto, desestabilizar a harmonia da propriedade e adjacências, por serem altamente poluentes os dejetos produzidos pelos suínos.

Com base nestas informações e com o propósito de minimizar os impactos gerados pela suinocultura e, ao mesmo tempo, proporcionar uma nova fonte de renda e energia para a região estudada, apresenta-se este projeto, que analisará os custos operacionais e a viabilidade de implantação de um sistema de coleta de dejetos suínos, em fase de terminação (engorda dos suínos para o abate, com peso de 25 à 100 kg), em propriedades rurais do município de Toledo, utilizando o ferramental da roteirização embasado na heurística de Clark & Wright.

Dados da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS, 2008), indicam que o Paraná está em terceira posição na produção nacional de suínos (Santa Catarina em primeiro, seguido do Rio Grande do Sul). O Paraná será responsável pelo abate de aproximadamente 5 milhões de cabeças no ano de 2008. Esta moderna suinocultura caracteriza-se pelo aumento da concentração do número de animais confinados por estabelecimento, com a finalidade de obter economias de escala e melhorar a competitividade da agroindústria (WEYDMANN; FOSTER, 2003).

Para melhorar sua eficiência, as agroindústrias adotam a estrutura da governança denominada *integração vertical*, em forma de parceria, na qual a

empresa desenvolve técnicas, processos, melhoramentos genéticos, rações e insumos, firmando contratos com produtores rurais para que esses façam a terminação (engorda dos animais). Sob a responsabilidade dos produtores rurais integrados ficam: a construção das instalações, a aquisição dos equipamentos, a mão-de-obra e todos os cuidados dispensados aos suínos. O objetivo da agroindústria é padronizar e monitorar todo o processo, visando maior controle sobre as fases de produção dos suínos nas propriedades rurais (PEREIRA, ROCHA JR., MIELE, LOBO, 2008).

No Brasil, há indicações de que as normas ambientais para o tratamento dos dejetos da suinocultura tendem a ser menos restritivas que em outros países, compradores do produto brasileiro. Além disso, a preocupação ambiental no processo produtivo, como estratégia de comércio, ainda é pouco valorizada pela indústria processadora. É preciso haver, na fase de criação, um comprometimento com a preservação do solo e dos mananciais, evitando a contaminação das nascentes e dos cursos de águas, bem como evitando também a poluição do ar.

Uma possível solução para os problemas ambientais decorrentes da suinocultura é o processo da biodigestão, que transforma os dejetos em biogás e em biofertilizante. Atualmente, quanto aos dejetos suínos, apenas um quarto do volume produzido é transformado adequadamente, enquanto o restante é armazenado ou transferido para o meio ambiente, pela queima ou pela liberação na atmosfera.

Antevendo os transtornos da poluição consequentes da suinocultura, é mister vislumbrar possibilidades que eliminem o problema e agreguem valor ao resíduo. Conforme dados de Oliveira et alii (1993), cada suíno em fase de terminação (sabendo-se que suínos em fase de terminação representam a maior parcela desta população) gera, por dia, cerca de 2,3 quilos de esterco, desconsiderados os

líquidos. Deste modo, em uma granja com 500 suínos para terminação (porte pequeno), são produzidos 1.150 quilos de esterco por dia, quantidade justificável para uma utilização mais proveitosa.

O desenvolvimento do trabalho está previsto em cinco partes, sendo esta introdução a primeira. Na segunda parte, é feita a revisão bibliográfica relacionada aos temas *agronegócio, logística, roteirização, modelagens matemáticas, custos operacionais, produção de suínos, impactos e potencialidades dos dejetos*. A terceira parte aborda a metodologia preconizada, coleta de dados, formas de processamento e análise dos resultados, caracterização do município de Toledo-PR, veículos e equipamentos escolhidos.

Na quarta parte apresentam-se as aplicações e os resultados obtidos, relacionados às propriedades rurais, aos veículos e equipamentos, aos custos operacionais para cada análise e à roteirização em si. Em seguida são apresentadas as considerações finais e as sugestões para próximos trabalhos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os custos operacionais e a viabilidade para a implantação de um sistema de coleta de dejetos suínos (em fase de terminação), para a geração de bioenergia (gás e eletricidade).

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Para atingir este propósito, foram elencados alguns objetivos específicos, dentre as quais:

- verificar, no município de Toledo, o número de unidades produtoras de suínos em fase de terminação e respectivas quantidades de animais;
- identificar as atuais formas de tratamento e destino dos dejetos (esterqueiras, biodigestores, quantidade de dias em que os animais são mantidos nas propriedades, entre outros);
- localizar geograficamente (em mapa) as unidades produtoras de suínos (distância entre propriedades e destas até a usina de bioenergia);
- estimar o volume de dejetos gerados em cada unidade e consequente volume de gás;
- elaborar o modelo de coleta de dejetos com base nos dados coletados e no ferramental da roteirização;
- coletar informações relacionadas aos custos do veículo e equipamento necessários à realização da coleta dos dejetos;
- realizar análise de custos operacionais e, com base nos dados de custos e nas estimativas de produção de dejetos e biogás, realizar a etapa a seguir;
- desenvolver análise de viabilidade do investimento.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa principal para a realização deste trabalho reside no fato de a região do município de Toledo ser responsável por 21% da produção estadual de suínos, caracterizando uma necessidade urgente de destino adequado e ambientalmente correto aos dejetos gerados nas propriedades e, deste modo, manter o equilíbrio das propriedades e adjacências; preservando os mananciais hídricos, que atendem tanto os moradores das áreas rurais quanto os residentes na Sede do município.

Justifica-se o presente estudo também pela necessidade de agregar valor a um resíduo que está sendo desperdiçado e poluindo o meio ambiente. O que se sabe previamente é que esse resíduo pode ser transformado em energia (biogás ou eletricidade) a qual, por sua vez, poderá promover o desenvolvimento de uma nova fonte energética que atenda a uma região, podendo ainda alterar os custos das indústrias atendidas.

Outro ponto importante da pesquisa é conseguir evidenciar um melhor entendimento dos processos logísticos das atividades desenvolvidas nas áreas rurais, fornecendo um sistema de roteirização que torne os custos de transporte e de coleta mais favoráveis e o sistema mais eficiente.

De forma indireta, o projeto prevê a melhoria da qualidade de vida das comunidades dependentes dos mananciais hídricos, amenizando os problemas de poluição. Prevê também a venda de dejetos suíno, proporcionando renda extra para as famílias das pequenas e médias propriedades.

O estudo vislumbra ainda a utilização de uma tecnologia (processo de biodigestão e geração de créditos de carbono), que atualmente tem seu uso

limitado, contudo tem sido objeto de atenção não só pelo poder público, como por associações de classe (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Paraná – CREA/PR), por empresários e pesquisadores focados no desenvolvimento das propriedades rurais. Está, pois, justificado o esforço a despender para a realização do presente projeto de pesquisa.

### 1.3 RESTRIÇÕES DA PESQUISA

O trabalho buscará solucionar o problema, que é de analisar os custos operacionais e a viabilidade para a implantação de um sistema de coleta de dejetos suíños (em fase de terminação), para a geração de bioenergia.

Para atingir tal objetivo, se faz necessário delimitar algumas restrições que a pesquisa terá, quais sejam:

- foram coletadas informações de propriedades que possuem suíños em fase de terminação, por serem estes em maior quantidade, presentes em quase todas as propriedades com criação de suíños e, portanto, são os que mais geram dejetos;
- as propriedades precisam ter cadastro regular no Instituto Ambiental do Paraná (IAP);
- foram analisados dois tipos de caminhões (13 toneladas e 24 toneladas), separadamente, sem haver combinação de veículos;
- foi determinada a localização do centro de biodigestão (destino do dejetos) em um único ponto, próximo a agroindústria processadora de carnes existente no município, por serem os produtores, em sua maioria, integrados à esta;

- quanto à roteirização, foi utilizado o programa base gerado pelo TransLog – LogLeite (Martins *et alli*, 2004) – ; que fundamenta-se nos dados de latitude e longitude, corrigindo as distâncias com fator euclidiano; no Problema de Percurso de Veículos em Vértice (PPV) e utilizando o ferramental de Clark e Wright;
- a análise de custos operacionais foi realizada conforme a metodologia de Valente; Passaglia e Novaes (2003), que não considera os custos administrativos, apenas os que relacionam-se diretamente com a atividade do transporte;
- a análise de investimentos e viabilidade realizou-se com o cálculo e posterior avaliação de cinco índices: Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa de Rentabilidade (TR) e *Payback* (período de retorno do investimento).
- as análises dos custos operacionais e de investimentos e viabilidade, foram realizadas para os dois modelos de veículo e equipamento selecionados, com as respectivas quilometragens, coletas, despesas, volume de dejetos coletados e tudo o mais relacionado;
- para a análise de investimentos, estimou-se o custo para a implantação do centro de bioenergia baseado em valores de biodigestores convencionais existentes no município.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção descreve-se a fundamentação teórica do estudo, abordando os temas *agronegócio, logística e roteirização*, custos de transportes, bem como *produção de suínos* (aspectos econômico, ambiental e de potencialidades de dejetos).

### 2.1 AGRONEGÓCIO

*Agronegócio* é a tradução brasileira para o termo *agribusiness* (do inglês globalizado). Esse termo pretende englobar o conjunto das atividades relacionadas com a agropecuária, e esta compreende o grupo de atividades que utiliza a terra como fator de produção, seja plantando culturas ou florestas, seja criando animais, entre outros (BACHA, 2004).

*Agribusiness* é, portanto, “o conjunto de atividades realizadas pela agropecuária e pelos setores a ela vinculados” (BACHA, 2004, p. 22). Desse modo, é a soma das atividades relacionadas à produção e à transformação dos produtos agropecuários, desde insumos até a distribuição do produto processado.

Nos últimos anos, o agronegócio tem sido focado por diversos pesquisadores, tanto em âmbito nacional quanto mundial, por ser de primordial importância para o desenvolvimento não apenas dos negócios relacionados à agropecuária, mas também como fornecedor de insumos e de matérias-primas para a indústria e para o comércio, além de prover alimentos para o abastecimento, tanto interno quanto

externo (IPARDES, 2002). Na Figura 1, está exposta a participação percentual do agronegócio no PIB total do Brasil.

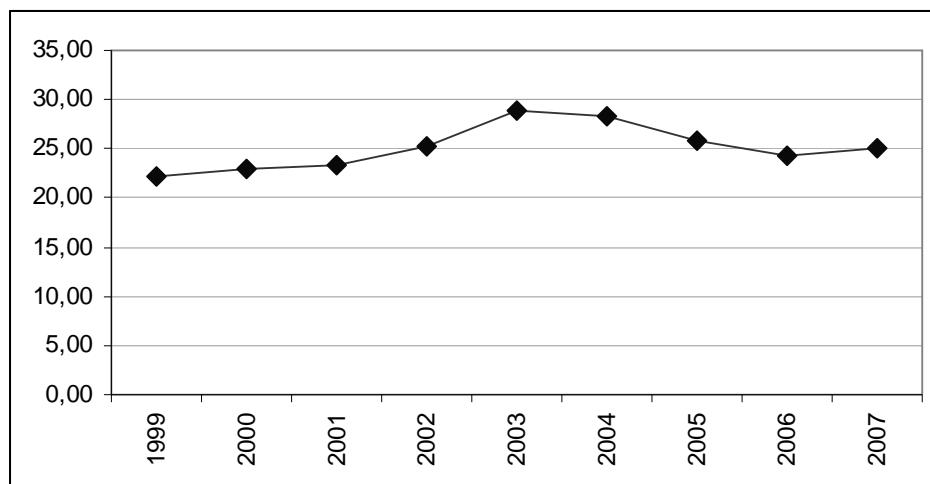


Figura 1 – Participação percentual do agronegócio no PIB total do Brasil (1999-2007)  
Fonte: adaptado de CEPEA/ESALQ (2008)

Observa-se que o agronegócio está contribuindo, em média, com 25% no PIB total, o que representa uma parcela significativa para a economia do país. O setor do agronegócio fechou 2007 com um PIB recorde de R\$ 611,8 bilhões, representando um acréscimo de 7,89% em relação a 2006. Os principais motivadores para este crescimento estão relacionados à quantidade produzida e aos preços pagos ao produtor (IBGE, 2008).

A Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) revisou para baixo a estimativa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio em 2008. A projeção atual prevê crescimento de 9% a 9,5%, contra a estimativa anterior que era de 11% a 12% no período que antecedeu a crise (que limitou a oferta de crédito e derrubou o preço das matérias-primas (*commodities*) agrícolas no mercado internacional) (AMANHÃ, 2008).

A Figura 2 apresenta a distribuição percentual do agronegócio entre agricultura e pecuária.

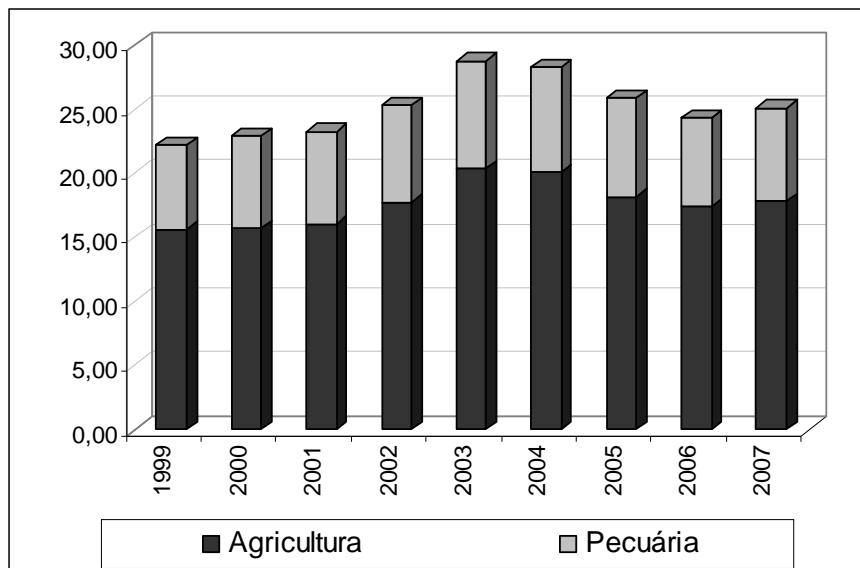


Figura 2 – Distribuição percentual do PIB do agronegócio brasileiro em agricultura e pecuária (1999-2007).

Fonte: adaptado de CEPEA/ESALQ (2008)

Constata-se que, na formação do PIB do agronegócio, em média, 8% estão relacionados diretamente à pecuária, desde os insumos até a entrega ao consumidor final, e o restante, cerca de 17%, relacionam-se à agricultura, também em todos os seus encadeamentos (insumos, indústria, distribuição e agricultura).

Na Figura 3 faz-se uma representação do PIB do agronegócio e as participações percentuais da Região Sul e do Estado do Paraná na sua formação.

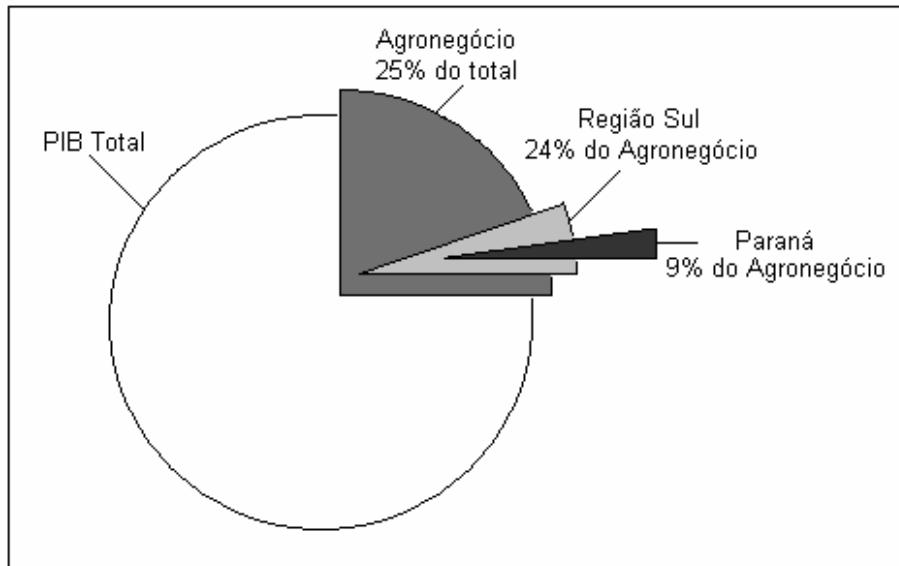


Figura 3 – Representação da participação do Paraná e da Região Sul na constituição do PIB do Agronegócio (2007)

Fonte: adaptado de IBGE, CEPEA/ESLAQ (2008)

No ano de 2007, do total do agronegócio brasileiro, a Região Sul colaborou com cerca de 24%. O Estado do Paraná é responsável por aproximadamente 39% do total da Região Sul, o que contribui com perto de 9% do total do agronegócio nacional (CEPEA/ESALQ, 2007).

Fatores como a globalização, a abertura da economia brasileira e a ampliação do mercado interno contribuíram para a otimização e a melhoria das condições de produção em toda a cadeia do agronegócio. O surgimento de novas tecnologias, o desenvolvimento de pesquisas, a minimização de custos, a otimização de recursos e a qualificação de pessoal são pontos relevantes que contribuíram para a expansão do agronegócio e para o surgimento de novos mercados e segmentos (LOURENÇO, 2002).

Bacha (2004) cita que, no processo do desenvolvimento econômico, ocorrem mudanças estruturais na economia, que estão relacionadas ao setor agropecuário. As mais importantes são: aumento da produtividade do trabalho em função de novas

tecnologias; alterações estruturais na produção e renda, ligadas à transferência da importância relativa da agropecuária para os setores da indústria e dos serviços; e alterações de demografia, reduzindo natalidade e mortalidade; dualidade entre setores e regiões, por não ocorrer o desenvolvimento igual em todos os lugares, tornando uma região dinâmica e moderna, enquanto outra permanece tradicional.

O Paraná tem se destacado no agronegócio por ter diversificado e modernizado as cadeias produtivas. Setores como , entre outros projetos, tem sido implantados com a intenção de agregar valor e de diversificar a produção (LOURENÇO, 2002).

Dados o crescimento, a diversificação e a consolidação da base produtiva paranaense, bem como a ampliação da infraestrutura, em especial de transportes, ao longo dos últimos anos, o Paraná é um Estado desenvolvido economicamente. Possui potencial tecnológico e mão-de-obra qualificada e especializada para a ampliação de sua produção agroindustrial e, com isto, tornar-se destaque na economia nacional.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUINOCULTURA

A suinocultura ampliou-se, nas últimas décadas, devido a fatores como: a) possibilidade de maior produção em reduzido espaço físico; b) oportunidade de ampliação da renda do produtor rural (não deixando de desenvolver outras atividades); c) poder ser realizada em pequenas, médias ou grandes propriedades; d) fornecimento de conhecimento tecnológico e genético pelas empresas agroindustriais, bem como o auxílio técnico e veterinário, tão necessários à atividade (GOMES et alii, 1992).

A carne suína representa quase a metade do consumo e da produção mundial de carnes, sendo considerada a principal fonte de proteína animal. Atualmente, a produção está com volume aproximado de 93 milhões de toneladas, conforme dados na Figura 4 (MIELE, 2006).

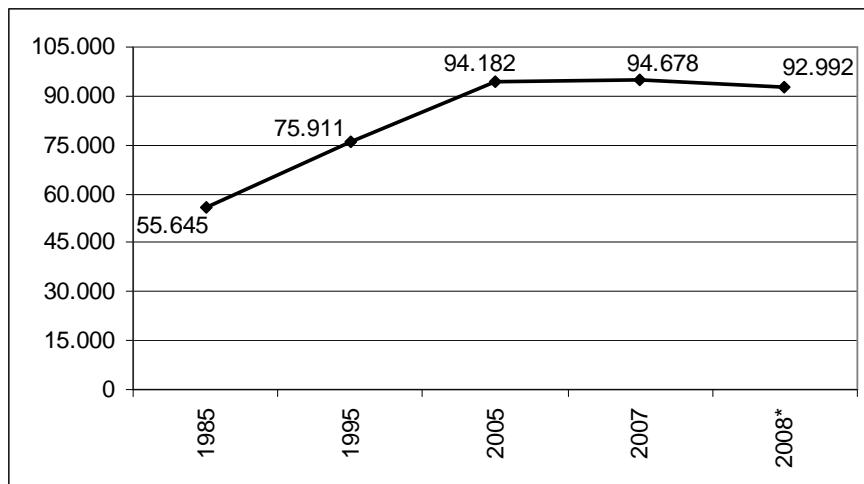


Figura 4 – Produção mundial de carne suína, em mil toneladas equivalente carcaça (1985-2008).

\*estimativa

Fonte: Miele (2006)

Verifica-se que, na última década, a produção de suínos teve um aumento de 22%, coincidente com o período de abertura dos mercados e de difusão da

globalização. Os países consumidores, por ordem decrescente de importância, são China, União Européia, Estados Unidos, Japão, Rússia e Brasil. O Japão é o principal mercado importador de carne suína, por consumir o dobro do que produz.

Na última década, os países que apresentaram maior crescimento da produção (como Brasil, Canadá e China) ou das exportações (Brasil, Estados Unidos e China) são aqueles que conseguiram reduzir seus custos de produção ou que se localizam próximos a regiões onde a demanda de consumo cresce significativamente (RABOBANK, 2001 apud MIELE, 2006).

O Brasil ocupa a quarta posição na produção mundial de carne suína, sendo sua estimativa para 2008 de aproximadamente 3 milhões de toneladas de carne (considerado peso de carcaça). Na Figura 5 está exposta a evolução da produção de carne suína no Brasil, para fins industriais.

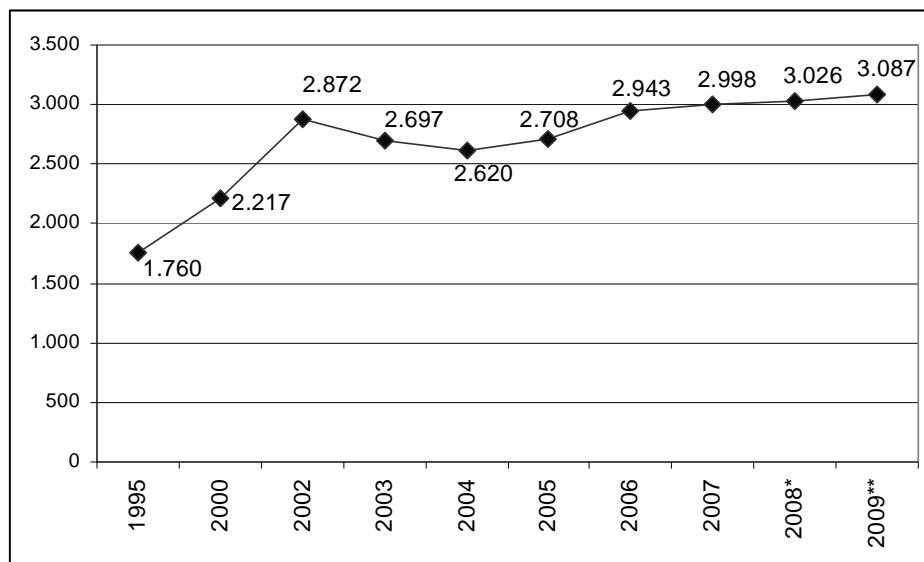


Figura 5 – Produção brasileira de carne na suinocultura industrial, em mil toneladas equivalente carcaça (1995-2009)

\*estimativa; \*\*previsão

Fontes: Abipecs, ABCS e Embrapa (2008).

A produção de carne suína manteve-se estável na década de 1990, e teve um aumento significativo a partir do ano 1998 devido a fatores como o aumento da exportação de produtos cárneos, o favorecimento ao consumo da carne suína no mercado interno, a melhoria das técnicas de produção e da qualidade genética do rebanho, entre outros (MORETTO; RODRIGUES; PARRÉ, 2002; EMBRAPA, 2007).

Observa-se que, nos últimos cinco anos, o aumento da produção na suinocultura industrial variou entre 9,2% e 9,9% ao ano, o que confirma a expansão do consumo das carnes e derivados, tanto no mercado interno quanto externo.

De acordo com informações da EMBRAPA (2007), o Brasil apresenta amplas possibilidades de se firmar como grande fornecedor de proteína animal, pois estudos comprovam que o Brasil apresenta o menor custo de produção mundial (US\$ 0,55/kg), e as carcaças produzidas são de boa qualidade, podendo ser comparadas às dos grandes exportadores. Dessa forma, pode-se afirmar que o mercado internacional sinaliza para o crescimento das exportações brasileiras, com possibilidades de conquista de novos clientes, como China, Japão, Taiwan, África do Sul, Chile e outros.

Na Tabela 1 apresenta-se a comparação de produção do Brasil e por Estado.

Tabela 1 – Comparação de produção de carne suína, em mil toneladas equivalente carcaça.

Estado	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*	2009**
Santa Catarina	622	569	580	610	733	754	724	776
Rio Grande do Sul	387	402	383	417	466	481	528	545
<b>Paraná</b>	<b>432</b>	<b>409</b>	<b>372</b>	<b>390</b>	<b>431</b>	<b>437</b>	<b>444</b>	<b>435</b>
Minas Gerais	270	207	207	252	315	335	348	360
São Paulo	173	167	167	168	170	177	147	142
Goiás	69	87	94	109	115	121	127	138
Mato Grosso	56	73	77	102	111	116	140	148
Mato Grosso do Sul	61	66	67	72	69	70	71	71
Outros	171	155	154	150	122	151	154	154
Total Industrial	2.242	2.134	2.101	2.269	2.531	2.644	2.684	2.769
Total Subsistência	630	563	519	439	412	354	342	318
<b>Total Geral</b>	<b>2.872</b>	<b>2.697</b>	<b>2.620</b>	<b>2.708</b>	<b>2.943</b>	<b>2.998</b>	<b>3.026</b>	<b>3.087</b>

\*estimativa; \*\*previsão

Fonte: adaptado de Abipecs, ABCS e Embrapa (2008).

De acordo com informações da SEAB (2008), o Paraná tem a estimativa de produzir 444 mil toneladas de carne suína no ano de 2008, obtendo o terceiro lugar na produção nacional. Esta atividade é desenvolvida em 136.000 propriedades, sendo, em sua grande maioria, pequenas propriedades, que trabalham em regime de economia familiar. Possui 20 frigoríficos com inscrição no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com mais de 90% dos criadores ligados a estes frigoríficos, no processo denominado *integração* (via contratos). Na Figura 6 está exposta a produção paranaense de carne suína.

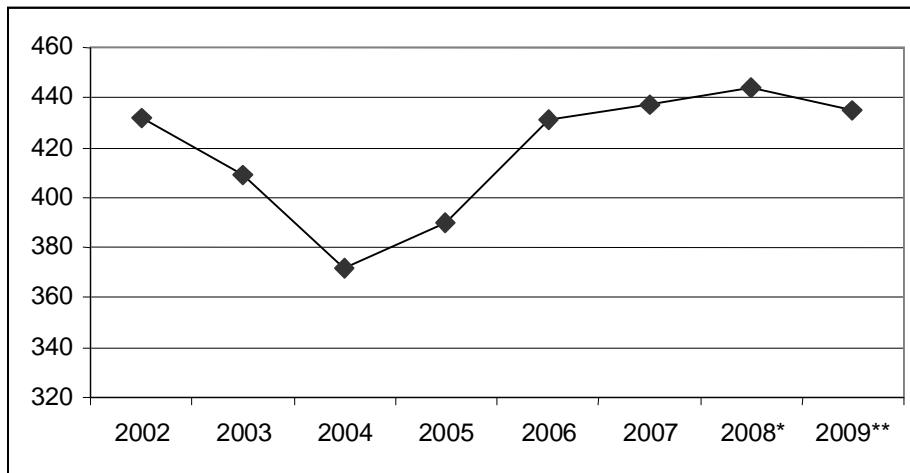


Figura 6 – Produção paranaense de carne na suinocultura industrial, em mil toneladas equivalente carcaça (2002-2009)

\*estimativa; \*\*previsão

Fontes: Abipecs, ABCS e Embrapa (2007).

Constata-se que o Estado apresentou uma queda de produção no ano de 2004, queda que acompanhou a redução nacional, em decorrência básica do embargo russo imposto às carnes brasileiras. Para se ter uma dimensão desta redução, no mês de outubro de 2004, o Brasil exportou para a Rússia um volume 43% menor que no mesmo mês do ano anterior. Esta redução na quantidade não afetou na mesma proporção a receita auferida, pois foram vendidos cortes que possuem maior valor agregado e, em consequência, maior valor de mercado (FUNDAÇÃO PROCON-SP, 2005).

Segundo informações do IPARDES (2002), coexistem no Estado três sistemas de produção: integrado, independente e associados de cooperativas. No sistema integrado, como anteriormente citado, as empresas fornecem os insumos e os suínos, no qual os produtores rurais fazem a engorda, tendo comprador fixo para sua produção. No sistema independente, os produtores têm maior autonomia no processo de criação, porém é um sistema mais restrito, em função das

características do rebanho, que podem ou não ser determinadas por uma indústria processadora.

Na associação por cooperativas ocorre a mediação entre essas e os cooperados, para que, após a engorda dos suínos, esses sejam vendidos a uma indústria processadora, ganhando, desta forma, os cooperados (pois fica garantida a venda de sua produção) e a cooperativa (ao vender insumos e grãos à indústria processadora). Na Figura 7, está apresentado o fluxograma das formas de produção de suínos no Estado do Paraná.

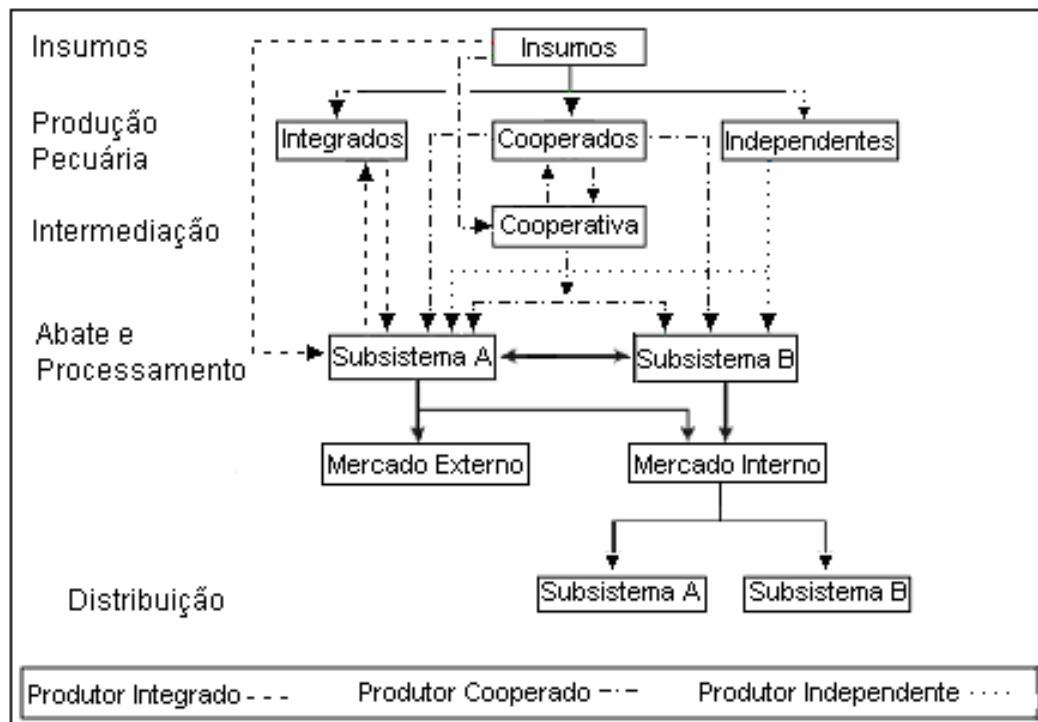


Figura 7 – Fluxograma da cadeia produtiva de carne suína no Paraná  
Fonte: Adaptado de Ipardes (2002).

Este fluxograma possibilita a identificação das conexões existentes entre cada sistema de produção. Os produtores independentes podem realizar todo o processo, sem depender de indústria processadora ou de cooperativa, a não ser para a

aquisição de insumos (caso eles mesmos não os produzam). Já os outros sistemas são diretamente interligados, sendo as ações das indústrias e das cooperativas relacionadas com os procedimentos dos integrados ou cooperados, respectivamente.

Inserido no contexto estadual, e com a maioria da produção sendo na forma de integração, a região do município de Toledo destaca-se na produção e no abate de suínos. A SEAB fraciona o Estado em núcleos regionais, e Toledo engloba 20 municípios próximos. Na Figura 8, a produção percentual de suínos do Paraná por núcleo regional da SEAB.

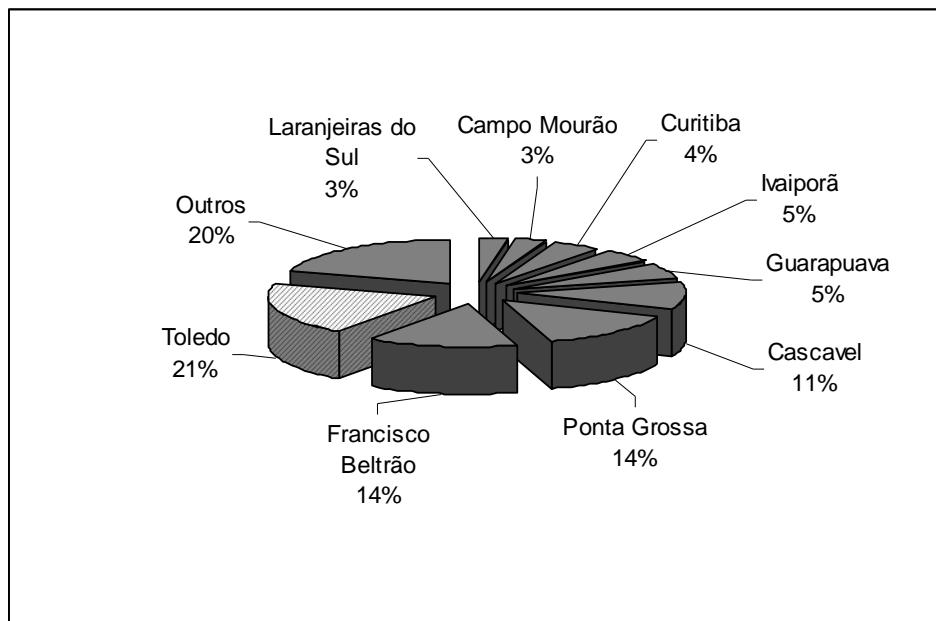


Figura 8 – Efetivo da pecuária de suínos no Paraná (em percentual), por Núcleo Regional da SEAB (2005)

Fonte: adaptado de SEAB (2007) e IBGE (2005).

Conforme dados da SEAB (2008) e IBGE (2005), o núcleo regional de Toledo é responsável por 21% da produção do Estado, seguido de Francisco Beltrão e de Ponta Grossa, com 14% cada.

São cerca de 5,2 milhões de suínos no Estado do Paraná, contudo a elevada tecnificação para aumento da produção ainda não atentou para o descarte dos dejetos, que são altamente poluidores, mas que podem ser utilizados como fonte alternativa de energia e de renda, como será descrito nas próximas seções.

### **2.2.1 Aspectos de Impacto Ambiental**

Além da produtividade e da competitividade econômica, qualquer sistema de produção deve preocupar-se também com a preservação ambiental, em especial no manejo dos dejetos e dos rejeitos de animais (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2007).

Os dejetos suínos produzidos são normalmente armazenados em esterqueiras, permanecendo nesses compartimentos por um período mínimo de 120 dias, sendo, após este período, utilizados nas lavouras locais. De qualquer modo, direta ou indiretamente, o destino final desses dejetos acaba por atingir os mananciais hídricos.

A região Oeste do Paraná vivencia problemas decorrentes da deposição dos dejetos suínos, que podem comprometer toda a estrutura produtiva, isto devido aos danos ao meio ambiente local pela concentração de dejetos. Há locais, como a bacia do Rio Toledo, cujas propriedades não podem expandir as granjas pelo fato de a área estar em seu limite físico de ocupação – trata-se de granjas cuja expansão certamente comprometerá o meio ambiente a não ser que novos processos produtivos mais eficientes sejam propostos.

Na Tabela 2 estão apresentadas as quantidades de dejetos gerados por cabeça de suíno.

Tabela 2 – Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos

Categoría	Esterco (kg/dia)	Esterco + urina (kg/dia)	Dejetos líquidos (l/dia)
Suínos (25 a 100 kg)	2,30	4,90	7,00
Porca gestação	3,60	11,00	16,00
Porca lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40

Fonte: adaptado de Oliveira (1993)

A região do município de Toledo possui cerca de 950 mil suínos e, se todos estivessem em fase de terminação, a produção de dejetos (esterco com urina) estimada seria de 4,65 mil toneladas/dia.

A EMBRAPA (2007) cita, em suas diretrizes para a produção de suínos, que o manejo dos dejetos deve cumprir algumas normas, por exemplo, estabelecer um projeto de coleta, de armazenagem e de tratamento ou transporte dos dejetos, que se enquadre nas características da propriedade; ou, ainda, a adoção de um sistema de separação de fases (decantador) combinado com sistemas de tratamento (como lagoas anaeróbias, facultativas e de aguapé), dimensionando o equipamento com as características dos dejetos e da vazão diária e lagoas.

O dejeito suíno é altamente poluente por conter, em sua composição, elementos como cobre, zinco, fósforo, além de resíduos de medicamentos e de antibióticos, elementos que causam danos ao solo, reduzindo sua fertilidade. Esses resíduos afetam também os mananciais hídricos, diminuindo o número de peixes e demais organismos em consequência do baixo teor de oxigênio das águas, por vezes, inutilizando os mananciais (SEGANFREDO; PERIN JUNIOR, 2008).

## 2.2.2 Potencialidades do Dejeto Suíno

Segundo informações da Embrapa Suínos e Aves (2007), os dejetos suínos são um composto multinutriente, embora seus elementos estejam em quantidades desproporcionais em relação aos assimilados pelas plantas. Dessa forma, em função dessa desproporção, o procedimento de simplesmente dispersar os dejetos sobre o solo agricultável sem auxílio técnico somente faz agravar a situação dessas terras.

Sabe-se que, usualmente, os dejetos são utilizados para a adubação do solo. Quando adequadamente utilizados, os dejetos podem substituir os adubos químicos; no entanto, se aplicados continuamente ou em excesso, podem prejudicar o solo, plantas e água. Estes danos demoram a ser percebidos pelos agricultores e até mesmo pelos técnicos de campo (SEGANFREDO; PERIN JUNIOR, 2008).

Outra forma de utilização do dejeto é a transformação deste em biogás, produto este que pode ser consumido *in loco* ou pode ser comercializado na forma de gás (botijões ou canalizado) ou, ainda, transformado em energia elétrica.

Os gases que compõem o biogás são, basicamente, o metano ( $\text{CH}_4$ ) e o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), dentre outros. O metano é combustível por excelência e o biogás é tanto mais puro quanto maior seu teor. Sabe-se ainda que o metano é 21 vezes mais agressivo para a camada de ozônio que o dióxido de carbono. O gás carbônico (dióxido de carbono) é um dos principais vilões do efeito estufa e do aquecimento global, que tem sido objeto de estudo e preocupações nas últimas décadas (PROTEÇÃO FLORESTAL, 2008).

O gás sulfídrico, formado no processo de fermentação, confere o odor pútrido característico à mistura quando o gás é liberado, sendo também o responsável pela corrosão que se verifica nos componentes do sistema (SOUZA et alii, 2008).

Lucas Júnior (1994, apud SOUZA et alii, 2008, p. 220) calculou o potencial de produção de biogás dos dejetos suíños, tendo como área de abrangência a de Jaboticabal – SP, e usando dados referentes a 1997 em biodigestores modelo batelada, com tempo de retenção hidráulica de 30 dias. Concluiu que o potencial de produção é de 0,1064 m<sup>3</sup> de biogás por quilograma de dejetos; sendo a estimativa de produção de 53.875.092 kg de dejetos/dia, resultando em um potencial diário de produção de 5.732.310 m<sup>3</sup> de biogás, equivalente a 191.077 botijões de 13 kg de gás GLP (gás de cozinha).

Entretanto, a instalação e a manutenção do biodigestor e do gerador possuem um custo elevado. Segundo estudo de Junges; Kleinschmitt; Shikida; Silva (2008), que analisaram a implantação de dois modelos de biodigestores na região de Toledo – PR, quase a totalidade dos produtores de suíños não teriam condições financeiras para realizar esta melhoria, conforme se observa na Tabela 3.

O biodigestor modelo BSI foi implantado em uma propriedade com 450 matrizes, 15 reprodutores (cachaços), 1.400 suíños em fase de terminação, e possui potencial para a procriação de 11.000 leitões por ano, gerando cerca de 35 mil litros de dejetos / dia. O biogás gerado serve de combustível para motores geradores de energia mecânica utilizada na propriedade. O biofertilizante é utilizado tanto na lavoura quanto na criação de algas (alimentação de suíños e peixes).

Tabela 3 – Estimativa de custos de biodigestores, no município de Toledo-PR (resumo)

<b>Descrição</b>	<b>Biodigestor modelo BSI*</b>	<b>Biodigestor modelos particular + 3S**</b>
Biodigestor (2 unidades)	R\$ 73.200,00	R\$ 203.021,31
Tubulações, materiais diversos	R\$ 85.931,20	R\$ 154.053,00
Licenças, publicações, cartório	R\$ 3.989,30	R\$ 7.978,60
Manutenção (ano 1)	R\$ 11.358,80	R\$ 50.704,07
<b>Valor Total</b>	<b>R\$ 174.479,30</b>	<b>R\$ 415.756,98</b>

\*Modelo BSI (Biosistema Integrado): haverá a integração de todas as atividades desenvolvidas na propriedade com os su-produtos do biodigestor (algas, biofertilizante, biocarvão).

\*\*Modelo Particular + 3S: particular formado a partir de projeto e concepção do produtor; e 3S possui tecnologia e é fornecido pela agroindústria processadora.

Fonte: Junges; Kleinschmitt; Shikida; Silva (2008)

Os modelos particular e S3 foram instalados em uma propriedade com capacidade para engordar 15.000 leitões, equivalendo a uma geração de 105 mil litros de dejetos por dia. Este dejetos é transformado em biogás, energia elétrica e biofertilizante. Metade do biogás produzido é canalizado para uma empresa de laticínios, distante 1,5 km; e o restante é utilizado em energia mecânica e aquecimento da propriedade.

Nestas propriedades, o investimento foi justificado pelo grande número de suínos (consequentemente de dejetos) e por se encaixarem em projetos experimentais, o que reduziu alguns custos.

A possibilidade de utilização do dejetos suíno como complemento na alimentação dos bovinos de corte e dos peixes, devido a seu alto valor nutritivo (12% a 18% de proteína bruta), ainda é polêmica, devido à ausência de informações mais conclusivas sobre o assunto, bem como, pela preocupação de os dejetos servirem como vetor de patógenos e de doenças. No caso da aplicação na piscicultura, o

principal benefício é a produção de organismos planctônicos que servirão de alimento aos peixes (DIESEL, 2002).

Outra forma de comercialização com a transformação do dejeto suíno em biogás (bioenergia) é através de *créditos de carbono*. A mercadoria negociada no mercado de carbono são as reduções de emissões de gases efeito estufa (GEEs), que podem estar no âmbito do Protocolo de Quioto.

Diversos mercados comercializam os créditos de carbono em âmbito global, de que os principais, de acordo com Godoy (2005), são: Banco Mundial, Chicago Climate Exchange (CCX), European Trading Scheme (EU ETS), Esquema de Comércio do Reino Unido (UK ETS) e, no Brasil, a Bolsa Mercantil e Futuros (BM&F). Para que possam ser negociados os créditos de carbono se faz necessária a elaboração de projetos de MDL<sup>1</sup>, que podem ser propostos em diversos setores.

Os setores que mais se destacam, no Brasil, em termos de projetos propostos, são: energia renovável com 33%, suinocultura com 25% e troca de combustível fóssil com 18%. O primeiro leilão de créditos de carbono realizado pela Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) de São Paulo, realizado em 2007, alcançou o valor de € 12,70 / tonelada, contudo, em média, a tonelada de crédito de carbono equivalente é comercializada no Brasil e países em desenvolvimento por US\$ 5,00.

O último uso dos dejetos suínos, uso que possa gerar renda, é o comércio de *biofertilizante* e *biocarvão*. Estes produtos são o resultado final do processo de biodigestão. Após o período de retenção no biodigestor (que pode variar de 20 a 60 dias), os resíduos são retirados, e podem ser utilizados diretamente como biofertilizante (fertilizante natural para plantas ou tanques de algas). Esse resíduos

---

<sup>1</sup> MDL é um dispositivo do Protocolo de Quioto que permite aos países desenvolvidos compensarem, por meio de um projeto de energia limpa instalado em países em desenvolvimento, suas emissões de gases causadores do efeito estufa. O projeto precisa causar mudanças reais, mensuráveis e de longo prazo para a minimização dos impactos climáticos.

podem ainda passar por um processo de combustão, denominado pirólise<sup>2</sup>, e transformar-se em biocarvão (*biochar*), e ser utilizado como energia térmica em caldeiras.

Para que estas aplicações sejam possíveis, se faz necessária, no entanto, a ampliação de estudos e de pesquisas, em cada utilização e em cada região, pois a alimentação e o consequente potencial poluidor variam de acordo com as regiões de criação de suínos. É necessária também a difusão da tecnologia, para que esta tenha seu custo reduzido e, com isto, os produtores possam utilizá-la.

## 2.3 LOGÍSTICA E TRANSPORTE

O conceito de logística, desde sua origem, esteve relacionado a operações militares que, ao decidir invadir determinada nação, deveriam contar com uma equipe que providenciasse armamentos, munição, alimentos, entre outros itens e procedimentos, a serem disponibilizados no local e no momento certos. Estas ações davam à logística um papel de retaguarda militar (NOVAES, 2007).

Este papel de apoio foi o que norteou a logística das empresas por um longo período, ou seja, a logística era um setor que precisava transportar o produto da empresa para o cliente, armazenar e prover suprimentos para a elaboração dos mesmos, além de manter estoques de produto acabado, devido à descontinuidade de produção e informações incompletas ou incorretas.

---

<sup>2</sup> Pirólise: processo de combustão com pouco ou nenhum oxigênio, e para a produção do *biochar*, as temperaturas podem chegar a 400°C. Este processo permite reter de 20 a 50% o carbono presente nestes materiais (SILCON, 2008)

Nas últimas décadas, com a globalização e o ambiente empresarial competitivo acirrado, as empresas precisaram adequar-se, tornando-se competitivas, apresentando maiores lucros e menores custos, gerando produtividade e qualidade aos clientes. A logística surge como fator primordial para assumir também esses novos objetivos propostos pelas empresas (CHING, 2007).

Com estas alterações, a logística agregou valores novos à cadeia produtiva, como o valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação. Envolveu ainda elementos humanos, materiais, tecnológicos e de comunicação, otimizando os recursos de forma a aumentar a eficiência e a incrementar o nível de serviço ao cliente, bem como a redução de custos para manter-se atuante no mercado (NOVAES, 2007).

Dessa forma e de acordo com Novaes (2007, p. 35), a conceituação de logística adotada pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* é: “Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor”.

A logística auxilia nos processos de decisão (como fonte retroalimentadora de informações) sobre quais produtos devem ser produzidos, de que forma e em que quantidade, administrando estoques (de matérias-primas e de produtos acabados), localizando centros de distribuição ou otimizando os serviços de transportes, reduzindo custos, de forma a atender o nível de serviço exigido pelo cliente (seja consumidor final ou empresa revendedora).

O transporte, uma das principais atividades da logística, é afetado por dois fatores principais: a distância, que compreende o trajeto percorrido entre origem e

destino; e o tempo, que é dependente da distância e influenciador direto da formação de estoques e nível de serviço (BERTAGLIA, 2003). Estes fatores interferem nas decisões da empresa sobre qual ou quais modais de transporte utilizar, em função da distância, da disponibilidade do modal escolhido, do custo, do valor e das características do produto, entre outros. Esse fatores também influenciam nas decisões de tecnologia e de roteirização (descrita com mais detalhes no próximo item).

A logística, portanto, passou por diversas fases em sua evolução, desde a simples provedora de itens básicos (via transporte) até o conceito usado atualmente de agente integrador da cadeia produtiva. As empresas têm se utilizado da logística para reformularem suas estruturas e, desta forma, tornarem-se competitivas e cumprirem seu objetivo principal, que é o de satisfazer o cliente.

### **2.3.1 Roteirização**

O vocábulo *roteirização* tem sido utilizado para designar o processo para determinação de roteiros ou paradas seqüenciais, que devem ser cumpridos por determinada frota, com o objetivo de atender a pontos (clientes) dispersos e pré-determinados (CUNHA, 1997).

Laporte et alii (2000 apud CUNHA, 2000) citam que o problema da roteirização, de modo geral, resume-se na definição de roteiros que minimizem o custo total para o serviço, atendendo aos aspectos de origem e de destino, e que cada ponto (cliente) seja visitado pelo menos uma vez.

Segundo Novaes (2007), a roteirização de veículos é realizada com base em três fatores:

- decisões: relacionam-se com destinação a um grupo de clientes, um conjunto de motoristas e veículos, envolvendo ainda a programação (data e hora) e sequenciamento das visitas;
- objetivos: aumentar o nível de serviço aos clientes, mantendo custos de capital e operacionais reduzidos; e
- restrições: cumprir todos os compromissos, no tempo estipulado, com os recursos disponíveis, sem esquecer da qualidade do produto e do serviço.

Existem ainda as variáveis das atividades de coleta e de entrega, como a quantidade de clientes, a distribuição geográfica, as variações de dias e horários, restrições de trânsito, necessidade de equipamentos específicos, entre outros fatores, que podem ser complicadores na elaboração da roteirização (BERTAGLIA, 2003).

Para que esta roteirização seja realizada de forma eficiente e contemplando todas as variáveis e restrições existentes, programas informatizados têm sido utilizados, baseados em mapas digitais (alocando clientes e depósitos, por exemplo), em caracterização da frota disponível e em custos existentes, simulando modelos e resultados para a escolha do melhor roteiro. Um modelo pode, a título de exemplificação, avaliar qual a melhor roteirização de entrega, em domicílio, de produtos com diferentes características, comprados via internet, com prazos e endereços diferenciados.

De acordo com Bodin et alii (1983 apud CUNHA, 2000), os problemas de roteirização de veículos podem ser de duas formas:

- roteirização pura: quando os condicionantes temporais não são relevantes para a definição de roteiros e de seqüências de atendimento; possui vários exemplos, como o problema do caixeiro-viajante, do carteiro chinês, nós com uma ou múltiplas bases, entre outros;
- combinados de roteirização e programação: quando precisa ser contemplada a restrição tempo e de precedência de tarefas (por exemplo, entregar antes de coletar, utilizando o mesmo veículo).

Conforme Valente, Passaglia e Novaes (2003), os problemas de distribuição podem ser classificados em três grupos:

- roteamento: quando a ordem ou o horário de cumprimento das tarefas não são impostos antecipadamente, apenas são gerados os roteiros a serem cumpridos;
- sequenciamento: existem restrições de sequência a serem atendidas, por exemplo, quando um cliente deve ser atendido em determinado horário, sem atentar para o roteiro; e
- roteamento e sequenciamento: quando o problema de sequenciamento também precisa atender ao problema de rota, realizando a entrega no horário estabelecido pelo cliente e seguindo um roteiro otimizado.

O problema do tipo roteamento e sequenciamento, que visa combinar a necessidade do cliente com a otimização do transporte, é o mais encontrado nas atividades cotidianas, quando se pretende melhorar a qualidade do serviço.

Conforme Novaes (2007), a resolução de muitos problemas de distribuição física relaciona-se diretamente com os limites de tempo, de distância e de capacidade do veículo; que geram uma nova problemática: a modelagem com

restrições. Nestes casos, a roteirização ocorre de forma a zonear as entregas, com o auxílio de métodos e de modelagens matemáticas que, por vezes, são complexos.

No estudo de zoneamento, dois princípios básicos devem ser observados: (1) o menor custo operacional, diminuindo a extensão das rotas ou o número de veículos e (2) o menor tempo de operação (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 2003).

É fundamental, ao iniciar um estudo de roteirização, saber qual o objetivo-fim desse estudo, se é a minimização da distância ou do tempo ou, ainda, se é a melhor sequência para o cliente, pois, em um problema de roteirização, existem distintas paradas e veículos, além de serem muitos os roteiros e as soluções possíveis, surgindo a necessidade de modelagens matemáticas com uso de programação para encontrar boas soluções.

### **2.3.2 Modelos de Transporte**

Os problemas de roteirização podem ocorrer de duas formas: com ou sem restrições. Denominam-se como sendo “sem restrições” os casos em que o tempo e a capacidade já foram pré-determinados, ou seja, não participam no problema da roteirização, bastando apenas efetuar o melhor roteiro de coleta/entrega de produtos. Este problema, na literatura técnica, recebe a definição de Problema do Caixeiro Viajante (PCV), pois o autor que primeiro realizou a análise tomou como exemplo os caixeiros-viajantes, que precisam visitar determinado número de cidades em cada região, minimizando o percurso e, em consequência, o custo (NOVAES, 2007).

De outra forma, o método “com restrições” realiza todas as interações necessárias: combina quantidades, localidades (bolsões ou zonas) e distâncias, na intenção de encontrar a melhor solução possível, consideradas as restrições impostas ao problema. Podem-se encontrar diversos métodos na literatura e neste item serão citadas as bases de quatro modelos: varredura, k-opt, out of kilter (HOK), e Clark e Wright.

O método de varredura é considerado simples e de rápida computação, contudo apresenta precisão de 10%, o que pode ser bom apenas num curto período de tempo. A análise dos resultados deve ser realizada de forma minuciosa, para não haver distorções nos resultados (NOVAES, 2007).

De acordo com Novaes (2007), os passos do método de varredura são os seguintes (ver Figura 9):

1. Tomar o depósito como centro e definir um eixo passando pelo mesmo, que geralmente coincide com a linha horizontal.
2. Girar o eixo em torno do depósito, em sentido horário, até que a linha passe por um cliente e, desta forma, o inclua.
3. Testar se o cliente pode ser incluído no roteiro em formação em função de (a) o tempo para atendimento do cliente excede a jornada de trabalho do dia?; (b) a quantidade de mercadoria a ser entregue no cliente excede a capacidade de carga do veículo? Se estas restrições não forem violadas, o cliente pode ser inserido no roteiro e passa-se para os próximos passos. Caso as restrições sejam quebradas, começa-se novamente o processo.
4. Caso o novo cliente não possa ser inserido no roteiro em formação (devido às restrições), este roteiro deve ser fechado e inicia-se outro roteiro. O

procedimento acaba quando todos os clientes tiverem sido incluídos em um roteiro.

5. Para cada roteiro, deve-se aplicar um método de melhoria, para minimizar os percursos.

Segundo Teixeira e Cunha (2008), o método de varredura, proposto inicialmente por Wren e Holiday (1972), mesmo fornecendo resultados melhores que o da heurística de economias para algumas categorias de problemas de roteirização, não é muito consistente por apresentar desempenho deficiente na presença de restrições de janelas de tempo apertadas, prejudicando a lógica intrínseca de agrupamento de clientes baseada exclusivamente na proximidade geográfica (ou geométrica) dos pontos visitados.

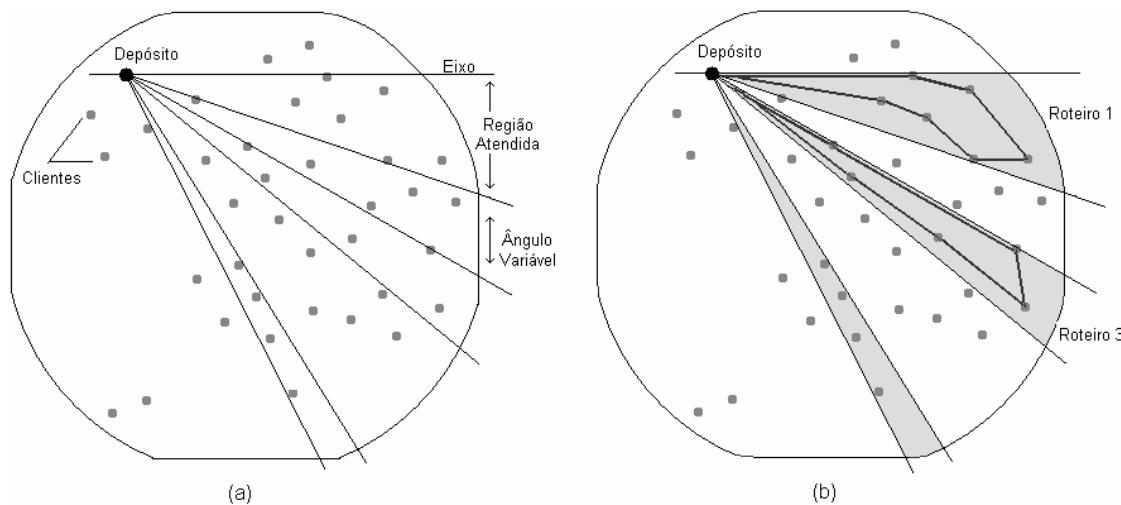


Figura 9 – Evolução do Método de Varredura

Fonte: Adaptado de Novaes (2007)

Quanto à heurística do tipo  $k$ -opt, proposto por Lin e Kernighan em 1973, no qual  $k$  arcos são removidos de um roteiro e substituídos por outros  $k$  arcos, com a finalidade de diminuir a distância total percorrida. Quanto maior o valor de  $k$ , melhor

a precisão do método, contudo maior é o esforço computacional. Na prática, são considerados os métodos 2-opt e 3-opt, isto é,  $k$  assumindo os valores 2 ou 3, conforme Figuras 10 e 11 (CUNHA; BONASSER; ABRAHÃO, 2002).

Resumidamente, o método 2-opt realiza trocas entre pares de arcos possíveis, refazendo as conexões quando ocorre melhoria no roteiro; encerrando o processo quando não houver mais trocas que resultem em melhorias.

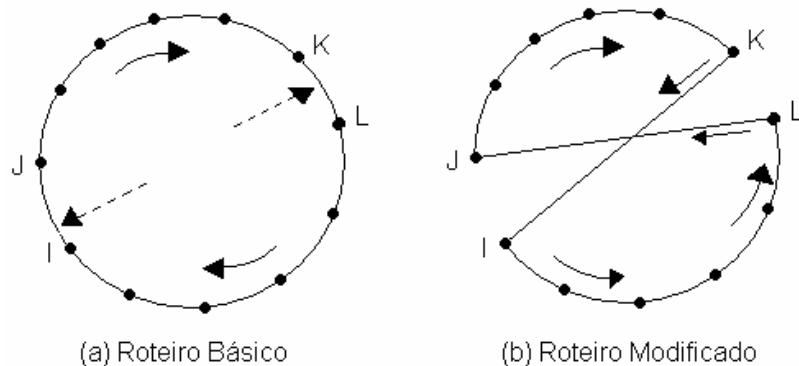


Figura 10 – Movimento 2-opt

Fonte: CUNHA; BONASSER; ABRAHÃO (2002)

Segundo Cunha; Bonasser; Abrahão (2002), este procedimento (2-opt) possui ordem de complexidade  $O(n^2)$ . Como pode ocorrer inversão de sentido em parte do roteiro, conforme mostrado na Figura 10, pressupõe-se simetria de distâncias.

No 3-opt, são considerados três arcos (ao invés de dois), para se avaliarem as alterações nas conexões entre os nós, o que resulta em sete possíveis combinações, conforme visto na Figura 11. Destas, apenas quatro combinações (4, 5, 6 e 7) representam trocas entre três arcos; as combinações 1, 2 e 3 correspondem a trocas do tipo 2-opt.

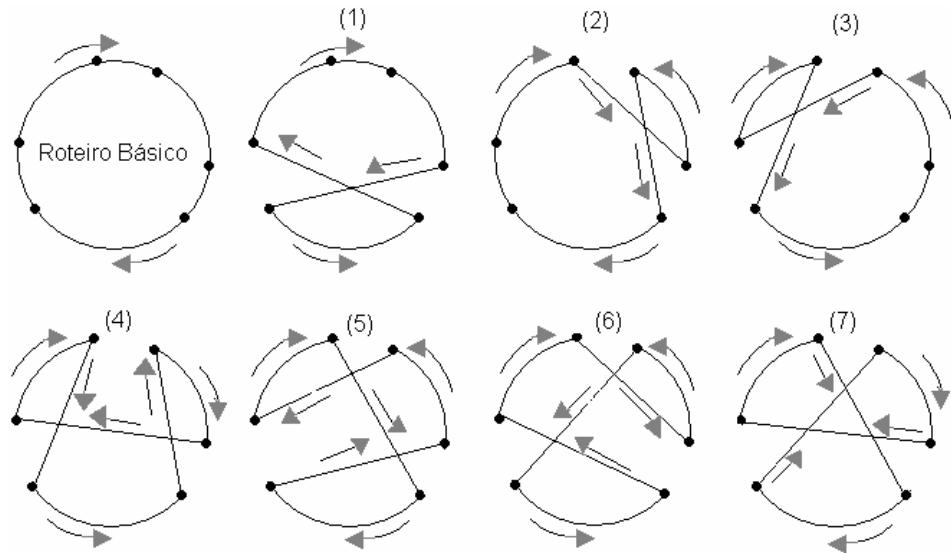


Figura 11 – Movimentos possíveis para o 3-opt (combinação de nós)

Fonte: CUNHA; BONASSER; ABRAHÃO (2002)

Os métodos de melhorias 2-opt e 3-opt partem de um roteiro inicial, obtido através de algum outro método, como o de varredura, por exemplo. Na maioria das vezes utiliza-se um procedimento simples, que permita gerar rapidamente um roteiro, que depois seja melhorado através dos procedimentos 2-opt e 3-opt (CUNHA; BONASSER; ABRAHÃO, 2002).

A heurística *out-of-kilter* (HOK), baseada no trabalho de Desrochers e de Verhoog (de 1991), consiste em uma generalização do método de economias proposto por Clark e por Wright (de 1964), considerando a frota heterogênea, de forma a evitar que as sucessivas combinações de pontos para formar roteiros levem à união de pontos e à criação de roteiros que não aproveitem plenamente a capacidade dos veículos (TEIXEIRA; CUNHA, 2008).

Deste modo, não se unem os pontos seguindo uma ordem decrescente de economias, mas consideram-se todas as possibilidades de combinação dos pontos extremos dos roteiros parciais, resolvendo um problema de designação em grafo

bipartido. A intenção é encontrar a solução que maximize a economia total, que é resultante da soma das economias das rotas parciais, e cada rota poderá ser combinada com apenas uma outra rota. Conseqüentemente, sucessivos problemas de designação devem ser resolvidos até que não haja mais possibilidade de união de rotas, por restrições de viabilidade ou por não haver mais economias (TEIXEIRA; CUNHA, 2008).

Uma técnica que tem sido empregada, por permitir a inclusão de diversas restrições, é a heurística de Clark e Wright, formulada em 1963, geralmente utilizada na solução de problemas isolados (empresa ou cliente específicos), muito utilizada em softwares de roteirização (NOVAES, 2007).

A heurística de Clark e Wright tem como objetivo gerar roteiros que respeitam as restrições de tempo e de capacidade, mas visando à minimização da distância total percorrida pela frota, e, à medida que o modelo vai gerando roteiros eficientes, a frota é otimizada (por vezes reduzida), incidindo na redução de custos de capital e de operacionalização.

Esta heurística, segundo Martins et alii (2004), fundamenta-se na noção de economias (definido como o custo da combinação, ou união, de duas sub-rotas existentes). Refere-se a uma heurística iterativa de construção baseada numa função gulosa de inserção.

Novaes (2007) cita que o método Clark e Wright inicia com a análise de todas as combinações possíveis entre os nós (ou pontos), sempre dois a dois, ordenando, na seqüência, as combinações em ordem decrescente dos ganhos. As combinações com maiores ganhos são as que abrangem os pontos mais distantes do depósito ou fábrica (mas próximos entre si), vindo em seguida, na direção do depósito (Figura 12).

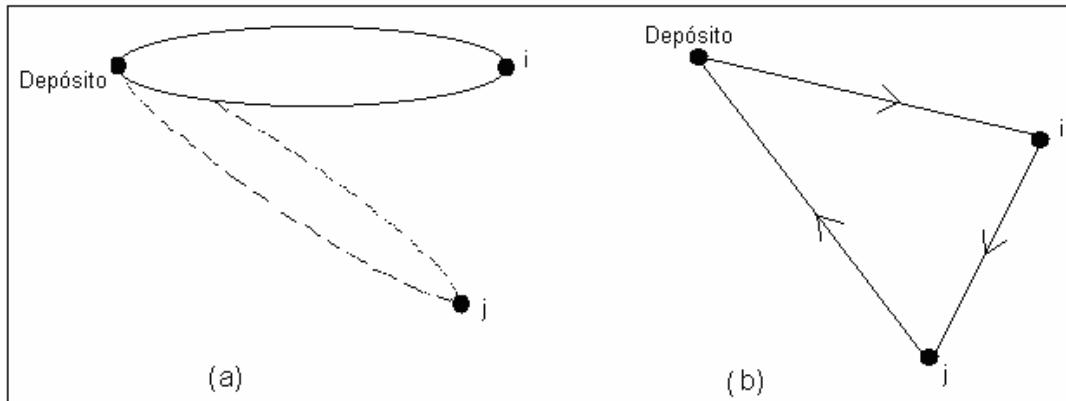


Figura 12 – Exemplo de integração de dois clientes ( $i$  e  $j$ ) num roteiro compartilhado  
Fonte: adaptado de Novaes (2007).

Observa-se, na Figura 12 (a), que o primeiro roteiro é realizado com  $i$  e  $j$  independentes, ou seja, o veículo sai do depósito vai ao ponto  $i$  e retorna, para depois ir ao ponto  $j$ . No esquema (b), é realizada a integração dos dois pontos, considerando-se que o ponto  $i$  é atendido antes do ponto  $j$ . Deste modo, a metodologia de Clark e Wright vai realizando as iterações, aproximações, visando à minimização de distâncias e de frota.

Segundo Novaes (2007), o método de Clark e de Wright é composto de seis etapas:

1. Combinam-se todos os pontos (clientes), dois a dois, e calcula-se o ganho de cada relação pela fórmula (1).

$$g_{i,j} = d_{D,i} + d_{D,j} - d_{i,j} \quad (1)$$

Em que:

$g_{i,j}$  = ganho da relação

$d_{D,i}$  = distância entre o depósito e o cliente  $i$

$d_{D,j}$  = distância entre o depósito e o cliente  $j$

$d_{i,j}$  = é a distância entre os clientes  $i$  e  $j$ ;

2. Organizar as combinações de  $i$  e  $j$ , em ordem decrescente de ganhos.
3. Combinar dois nós (pontos) que tiveram maior ganho, na análise de outras combinações, deslocar para baixo da lista, obedecendo à seqüência decrescente de ganhos.
4. Para uma dupla de pontos ( $i$  e  $j$ ), verificar se já fazem parte de algum roteiro iniciado:
  - se não foram incluídos em outro roteiro iniciado, criar um novo roteiro;
  - se  $i$  pertence a outro roteiro, verificar se este ponto é o primeiro ou o último do roteiro; caso positivo, incluir a dupla de pontos ( $i$  e  $j$ ) na extremidade apropriada. Realizar semelhante análise com o ponto  $j$ ; caso nenhum dos pontos satisfaça esta condição, passar para o próximo passo;
  - se os pontos  $i$  e  $j$  fazem parte, separadamente, de roteiros iniciados diferentes, verificar se são extremos dos roteiros; caso positivo, incorporar os dois roteiros em um, unindo  $i$  e  $j$ ; caso negativo, ir para a etapa 5;
  - se  $i$  e  $j$  pertencerem a um mesmo roteiro, ir para a etapa 5.
5. Quando do acréscimo de mais um ponto (nó) no roteiro, ou da fusão de dois pontos, verificar se a nova configuração cumpre as restrições de tempo e capacidade.
6. Quando todos os pontos (clientes) forem incluídos no roteiro, termina-se o processo.

Observa-se que existem diversas heurísticas possíveis de serem utilizadas para elaboração de roteirização. Há necessidade de conhecer quais as necessidades e restrições existentes, e quais as intenções da empresa (minimizar

tempo e quantidade de caminhões, por exemplo), para decidir pela melhor metodologia a ser empregada.

### **2.3.3 Custos de Transportes**

Os serviços de transporte e a consequente roteirização, segundo Ching (2007), precisam atender a quatro questões: (1) o que é transportado?; (2) para onde?; (3) quando?; (4) como? Os custos de transporte devem considerar as características do produto (volume, densidade, valor, formato, etc.) e do mercado (localização, concorrência, sazonalidade, tráfego de cargas, etc.). Portanto, justifica-se uma análise complexa de todos os fatores e variáveis relacionadas à ação do transporte e seus referidos custos.

De acordo com Martins (1998), os custos são basicamente divididos em *diretos*, que possuem alguma medida de consumo na produção (embalagens utilizadas, quilogramas de material, horas de mão-de-obra, entre outros); e *indiretos*, que não podem ser mensurados de forma exata, mas estão relacionados à produção (aluguel, salários administrativos, entre outros).

No caso dos transportes, Valente, Passaglia, Novaes (2003), fazem o desdobramento dos custos, da seguinte forma:

- Custos Diretos:
  - Fixos (depreciação, remuneração do capital, salário de motoristas, licenciamento, seguros);
  - Variáveis (combustível, óleos lubrificantes, pneus e recapagens, peças e acessórios de oficina, mão-de-obra de manutenção, lavagem);

- Custos Indiretos: ou administrativos, necessários para manter o sistema de transportes da empresa (aluguel e pessoal de armazéns, publicidade, comunicações, impostos e taxas, viagens e estadas, despesas financeiras, construção, conservação e limpeza).

Outros fatores que afetam os custos são: a quilometragem percorrida (o custo por quilômetro reduz quando o veículo roda mais, pois os custos fixos são divididos pela quilometragem); tipo de tráfego (em áreas urbanas, a velocidade é menor e o desgaste do veículo é maior); características das vias (asfaltada, em leito natural, sinuosidade, condições de conservação); região de abrangência (os salários, preços de combustível, impostos, variam nas regiões e/ou Estados); porte do veículo (quanto maior a capacidade do veículo, menor é o custo por quilômetro, contudo deve-se analisar a utilização de veículos maiores em função das outras restrições); fluxos (cargas de retorno, por exemplo, auxiliam na redução do valor do frete) (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 2003).

A apuração correta de todos os custos envolvidos no transporte é de fundamental importância para o bom desempenho das empresas, independente da área de atuação, gerando tanto benefícios imediatos (controle e redução de custos desnecessários), quanto num futuro próximo (renovação a frota, realização de manutenção, previsão de despesas, etc.). No item 3.5 (Custos Operacionais), será descrita com mais detalhes a apuração dos custos do presente projeto.

### 2.3.4 Análise de investimentos

Ao decidir pela realização de um investimento, devem ser analisados diversos fatores como riscos e incertezas, aceitação do produto ou serviço pelos clientes, quantidade de recursos necessários, período de retorno deste investimento, entre outros.

Segundo Cavalcanti; Plantullo (2008), para uma análise de projetos de investimento ideal, se faz necessário o uso de um conjunto de técnicas (quantitativas, analíticas e estatísticas), bem como a composição de cenários presentes e futuros, além de fatores financeiros que possam interferir nos resultados do projeto.

Casarotto Filho; Kopittke (1996) citam que a decisão da implantação de um projeto deve considerar os critérios econômicos (como a rentabilidade do investimento); critérios financeiros (disponibilidade de recursos) e critérios imponderáveis, como a satisfação ou a aceitação de clientes e fornecedores, que, em um primeiro momento, não podem ser convertidas em dinheiro.

Uma análise econômico-financeira isolada não será útil para a tomada de decisão e sucesso de um investimento. Há necessidade de serem analisados fatores não facilmente quantificáveis e, por vezes, se faz necessária uma certa intuição empreendedora.

Para um diagnóstico rápido e simplificado dos investimentos, podem-se utilizar índices de balanço. “Índice é a relação de contas ou grupo de contas das demonstrações financeiras, que visa evidenciar determinado aspecto da situação econômica ou financeira de uma empresa” (MATARAZZO, 2008, p. 147). Alguns dos índices mais utilizados são: rentabilidade, liquidez, participação de capitais de

terceiros, endividamento, entre outros. Estes índices servem como parâmetro de avaliação da empresa, tanto pelos administradores quanto pelos interessados em investimento (bancos, acionistas, fornecedores, entre outros).

Não há uma quantidade ou uma delimitação exata de quais e quantos índices utilizar, sendo que a decisão depende apenas das informações disponíveis e da profundidade com que se deseja conhecer a empresa. Uma descrição detalhada será apresentada posteriormente.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesta seção são abordadas as formas de coleta de dados, a seleção de produtores (amostra), a delimitação da área de pesquisa, os equipamentos e os materiais utilizados, bem como a maneira como os dados serão tabulados e analisados para serem inseridos na roteirização e análise de custos, objeto-fim deste projeto.

Metodologia pode ser conceituada como “[...] conjunto de métodos utilizados dentro de um determinado setor de atividade” (LEGENDRE, 1993 apud OLIVEIRA, 2007, p. 43). Abrange a utilização de métodos e estabelece procedimentos didáticos, metodológicos e técnicos, com a intenção de estudar e explicar determinado fato ou realidade, gerando novos conhecimentos.

Segundo Oliveira (1997), o método foi elaborado por diversos pensadores e cientistas ao longo de séculos, para auxiliar no estudo de determinado problema, visando explicá-lo ou esclarecê-lo. Na pesquisa científica, não se deve, contudo, utilizar apenas um método, mas a melhor combinação dos métodos existentes para encontrar respostas aos problemas levantados.

Marconi e Lakatos (1999, p. 17) citam o termo *pesquisa*, que “[...] é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”. A pesquisa parte de um problema ou de um fenômeno previamente levantado, e busca a solução deste, apontando objetivos e hipóteses que auxiliem nesta tarefa.

De acordo com Oliveira (2007), a pesquisa pode ser dividida em função dos objetivos a alcançar e dos procedimentos e das técnicas utilizadas. As formas mais

utilizadas de pesquisa são: exploratória (que pretende explicar de forma geral determinado fato); experimental (utilizando dados obtidos em laboratório e campo, utilizando instrumentos da área de pesquisa); e descritiva (descobrir, observar e descrever fenômenos).

Para a presente pesquisa, a opção foi pelo procedimento exploratório, que Marconi e Lakatos (1999) citam como possuindo três objetivos: desenvolver hipóteses, familiarizar o pesquisador com um fato ou fenômeno e esclarecer conceitos.

Oliveira (2007) cita que a pesquisa exploratória visa proporcionar uma explicação geral de determinado fato ou fenômeno, delimitando o estudo, realizando levantamento bibliográfico e documental. Geralmente se utiliza este método de pesquisa quando o tema a ser estudado é pouco explorado, sendo difícil a elaboração ou a proposição de hipóteses. Requer, ainda, um levantamento bibliográfico fundamentado, para embasar as hipóteses, direcionamento e conclusões do estudo.

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, compreende publicações em forma de boletins, livros, jornais, teses, revistas, bem como audiovisuais, tudo com a intenção de atualizar o pesquisador sobre todas as informações já divulgadas sobre o assunto que se pretende pesquisar (MARCONI; LAKATOS, 1999).

Segundo Oliveira (1997, p. 119), a pesquisa bibliográfica tem a intenção de “[...] conhecer as diferentes formas de contribuição científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno.” Este levantamento é necessário para a ideal condução do estudo, pois se fundamenta em publicações de conhecimento científico e coletivo.

Será utilizada a abordagem quantitativa, que visa quantificar dados e/ou opiniões, com o uso de médias, percentagens, entre outros de recursos e técnicas estatísticas geralmente utilizados em pesquisas descritivas, quando se pretende conhecer e classificar a relação entre variáveis, garantindo a análise dos resultados e das interpretações (OLIVEIRA, 1997).

Desta forma, a pesquisa proposta neste projeto terá caráter exploratório, com base em referenciais bibliográficos e documentais, e terá uma abordagem quantitativa, formando a base para alcançar o objetivo proposto.

### 3.1 COLETA DE DADOS

A pesquisa preconizada foi desenvolvida no decorrer do ano de 2008, com consultas aos sítios do IBGE e da prefeitura do município de Toledo para levantar informações relacionadas aos produtores de suínos do município; coleta de dados no Instituto Ambiental do Paraná (IAP), obtidos no Escritório Regional de Toledo; bem como pesquisas em publicações relacionadas ao tema para a obtenção de dados confiáveis para estimativas de geração de dejetos, densidade, volume, entre outros aspectos.

Para o levantamento das informações das propriedades, realizaram-se visitas ao escritório do IAP em Toledo, onde foram analisados os arquivos e os documentos disponíveis das propriedades com licença ambiental de operação na suinocultura. Ao todo, foram coletados dados de 380 propriedades com criação de suínos em fase de terminação, a saber: posicionamento geográfico (latitude e longitude); quantidade

de suínos; forma de armazenamento e destino dos dejetos suínos (e/ou tratamento); origem da água da propriedade e proximidade de rio ou nascente.

As propriedades receberam números como forma de identificação, para manter o sigilo dos produtores. Todas estas informações serão analisadas e servirão de base para a elaboração da roteirização, auxiliando no desenvolvimento do capítulo das aplicações e dos resultados.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOLEDO

O município de Toledo localiza-se na região Oeste do Paraná, possui área total de 1.205,5 km<sup>2</sup>, quilometragem essa distribuída entre nove distritos e o distrito Sede. Segundo a contagem da população de 2007, o número de habitantes é de aproximadamente 110.000 (IBGE, 2008), estando cerca de 85% na área urbana do município e o restante na área rural (Figuras 13 e 14).



Figura 13 – Localização do município de Toledo no Paraná (escala 1: 9.000.000)

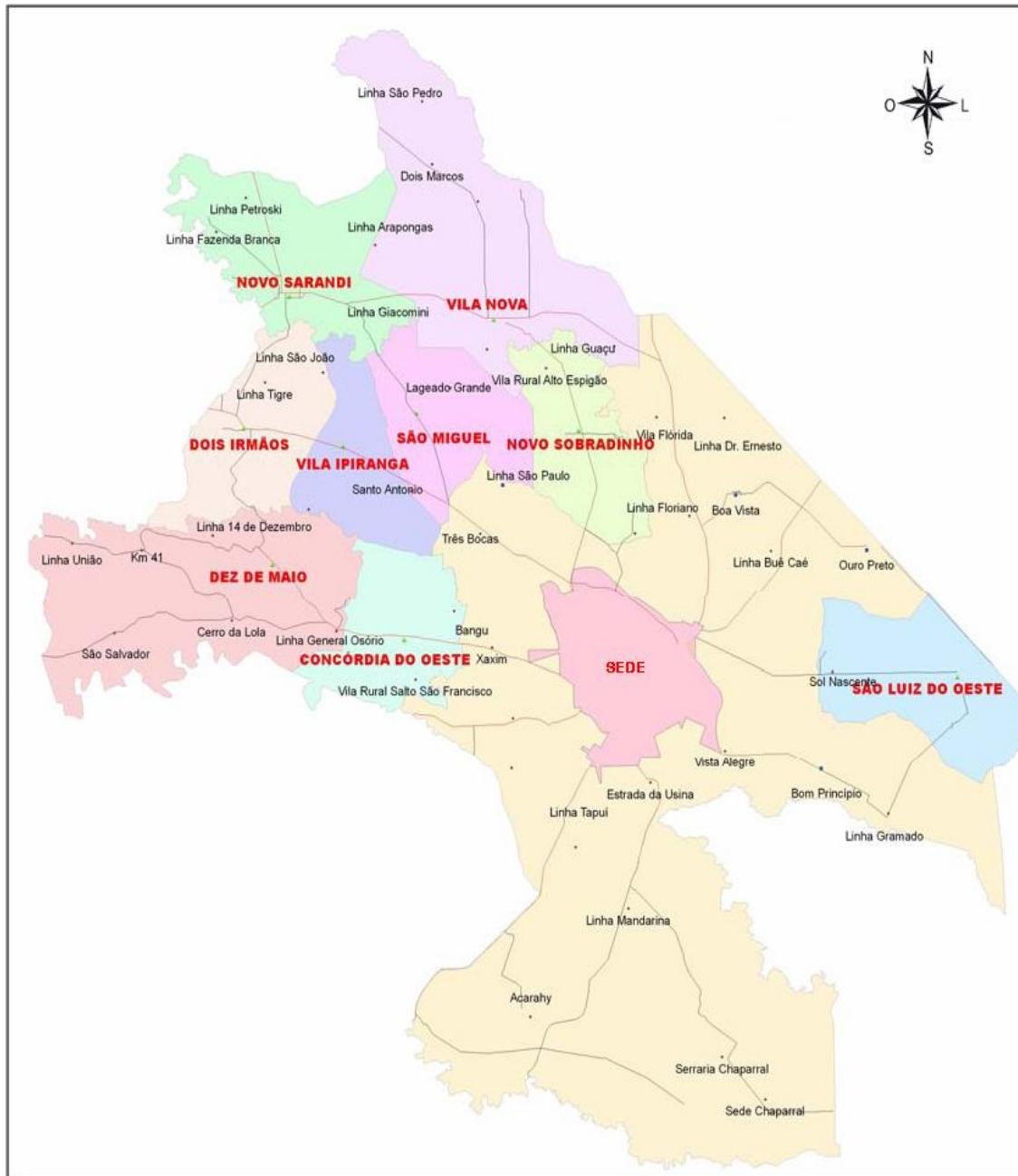


Figura 14 – Mapa do município de Toledo-PR, com distritos e localidades  
 Fonte: Prefeitura do Município de Toledo (2007)

Toledo ocupa a terceira posição estadual no PIB<sup>3</sup> Agropecuário e é considerado um importante pólo agroindustrial do Paraná, destacando-se na produção de soja, de trigo, de milho, de mandioca, de suínos, de aves, de bovinos (leite) e de peixes. O município é também responsável por 0,5% do PIB agropecuário da Região Sul, de acordo com dados de 2005 do IPEA (2008).

Deste modo, justifica-se a escolha do município de Toledo como delimitação do estudo, caracterizada a importância da suinocultura para a agroindústria local, os empregos gerados e a receita concernente a essas atividades.

### 3.3 MODELO DE ROTEIRIZAÇÃO UTILIZADO

No presente trabalho, optou-se por utilizar a heurística de método de Clark e Wright, por apresentar um erro médio de 2% (relativamente baixo), e por ser utilizado em diversos softwares de roteirização.

Segundo Novaes (2007, p. 315), o objetivo desta heurística é “[...] gerar roteiros que respeitem as restrições de tempo e de capacidade, mas visando, ao mesmo tempo, minimizar a distância total percorrida pela frota”. Com esta construção otimizada de rotas, ao diminuir as distâncias percorridas, pode ocorrer diminuição da frota necessária, que vai incidir sobre investimentos e custos operacionais.

Solomon (1986 apud TEIXEIRA; CUNHA, 2008) cita ainda que a heurística de Clark e Wright se encaixa bem quando a análise ocorre com frota homogênea

---

<sup>3</sup> PIB: Produto Interno Bruto, considerado o valor adicionado a preços básicos. O valor adicionado representa quanto a entidade/município contribuiu para a formação do PIB do país.

(veículos com as mesmas dimensões e características), pois o objetivo principal é minimizar a frota alocada e a distância percorrida, sem preocupar-se com restrições de veículos diferentes.

A racionalização da coleta de dejetos suíños implica a definição do modelo matemático a ser aplicado. Neste caso, trata-se do *Problema de Percurso de Veículos em Vértices* (PPV), uma vez que o objetivo é minimizar o percurso da frota passando por todos os produtores (vértices).

Conforme Gomes (1996 apud MARTINS et alii, 2004), o PPV pode ser descrito como o problema de determinar um conjunto ótimo de rotas de coleta/entrega a partir de um ou múltiplos depósitos, sobre um número de clientes dispersamente distribuídos em uma região geográfica, sujeito a um conjunto de restrições laterais (demanda máxima conduzida nos veículos, tempo de serviço, distância máxima, horários de atendimento, etc). A formulação genérica do Problema de Percurso de Veículos pode ser colocada como se segue.

$$\text{Minimizar} \sum_{v=1}^{nv} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}^v \quad (2)$$

Sujeito a

$$\sum_v \sum_j x_{ij}^v = 1 \quad (i = 2, \dots, n), \quad (3)$$

$$\sum_i x_{ip}^v - \sum_j x_{pj}^v = 0 \quad (p = 1, \dots, n) \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (4)$$

$$\sum_i q_i (\sum_j x_{ij}^v) \leq Q^v \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (5)$$

$$\sum_i t_i^v \sum_j x_{ij}^v + \sum_i \sum_j t_{ij}^v x_{ij}^v \leq T^v \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (6)$$

$$\sum_i x_{i1}^v \leq 1 \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (7)$$

$$\sum_j x_{1j}^v \leq 1 \quad (v = 1, \dots, nv), \quad (8)$$

$$X = (x_{ij}^v) \in S, \text{ e} \quad (9)$$

$$x_{ij}^v \in \{0,1\} \quad (i,j = 1, \dots, n) \quad (v = 1, \dots, nv). \quad (10)$$

Em que:

$n$ = número de vértices com demanda incluindo o depósito;

$nv$ = número de veículos;

$c_{ij}$ = custo do percurso do vértice  $i$  para o vértice  $j$ ;

$Q^v$ = capacidade do veículo  $v$ ;

$q_i$ = demanda no vértice  $i$ , onde  $q_1 = 0$  e  $q_i \leq Q^v, \forall i, v$ ;

$T^v$ = tempo máximo permitido para o veículo  $v$ ;

$t_i^v$  = tempo necessário para o veículo  $v$  entregar ou receber no vértice  $i$  (tempo de serviço em  $i$  por  $v$ );

$t_{ij}^v$ = tempo de percurso do veículo  $v$  entre os vértices  $i$  e  $j$ ,  $t_{ij}^v \leq \infty$ ;

$$x_{ij}^v = \begin{cases} 1, & \text{se a ligação } ij \text{ é usada pelo veículo } v \\ 0, & \text{Caso contrário.} \end{cases}$$

$S$  = conjunto formado pelas restrições de quebras de sub-rotas ilegais que não incluem o vértice origem.

A função objetivo (2) deseja minimizar o custo total do percurso de um conjunto de veículos iguais ou distintos. As restrições (3) e (4) definem que cada vértice demanda é servido por exatamente um veículo. A equação (5) considera a continuidade do percurso (rota), ou seja, se um veículo entra em um vértice com

demandas ele deve sair. A equação (6) indica as restrições de capacidade dos veículos e, de modo similar, a equação (6) refere-se ao tempo total da rota. As equações (7) e (8) garantem que a disponibilidade de veículos não será excedida. As restrições da equação (9) representam a proibição de sub-rotas inadequadas. E as restrições da equação (10) definem as variáveis de decisão do modelo (MARTINS et alii, 2004).

O software utilizado foi desenvolvido em pesquisa anterior, pelo grupo Translog (LogLeite – MARTINS et alli, 2004), que apresenta características semelhantes de configuração, sendo necessário apenas a alimentação do banco de dados com latitude e longitude e a capacidade de produção de dejetos de cada propriedade. Neste software, a distância das propriedades é corrigida pelo parâmetro 2,00, denominado fator de correção euclidiano, que busca minimizar as diferenças dos resultados das quilometragens reais, e por serem as propriedades localizadas na zona rural, com estradas e relevo característicos.

No presente trabalho, a atividade inicia-se no momento em que o veículo, munido do equipamento (reservatório e bomba), vai à propriedade rural, coleta o deíto suíno, indo para outra propriedade e executando o mesmo processo até ter sua carga máxima atingida, dirigindo-se então até o centro gerador de bioenergia, para realizar a respectiva descarga. Atentando sempre para as restrições do programa, ou seja, em função da capacidade do reservatório do veículo, da distância, do tempo e da pavimentação das estradas que serão percorridas, em concomitância com o volume de dejetos produzidos nas propriedades.

A roteirização englobará como ponto de origem (e destino final, após a coleta) o centro gerador de bioenergia, delimitado próximo à agroindústria existente no município, pois a maioria dos produtores da região são integrados (parceiros) desta

empresa. Esta agroindústria poderá se beneficiar da bioenergia, através de sua utilização, e participar de projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), para a venda de créditos de carbono, gerando benefícios ambientais e econômicos.

### 3.4 EQUIPAMENTOS ESCOLHIDOS

Para a roteirização da coleta de dejetos suínos faz-se necessária a escolha por determinado veículo e equipamento, para conhecer a capacidade de carga (volume estimado transportado), as dimensões (para avaliar a trafegabilidade em estradas rurais), bem como o número de coletas que se podem realizar em cada viagem (ou em cada dia).

Foi escolhido um caminhão com capacidade para 13.000 kg (denominado T13), com distância entre eixos de 4,80 metros; balanço traseiro de 2,28 metros; largura de 2,94 metros (considerados os retrovisores) e altura de 2,82 metros (Figura 15). A escolha deste veículo, com um eixo na carroceria (tipo toco), justifica-se por apresentar melhor desempenho nas estradas rurais da região (em sua maioria em leito natural), conseguindo facilidade de acesso e de manobra nas propriedades.

O comprimento “D”, 5,8 m (cinco metros e oitenta centímetros) representa a dimensão útil da carroceria, somada à dimensão do balanço traseiro, e diminuídas parte da cabine, e as distâncias necessárias ao equipamento e manutenção.

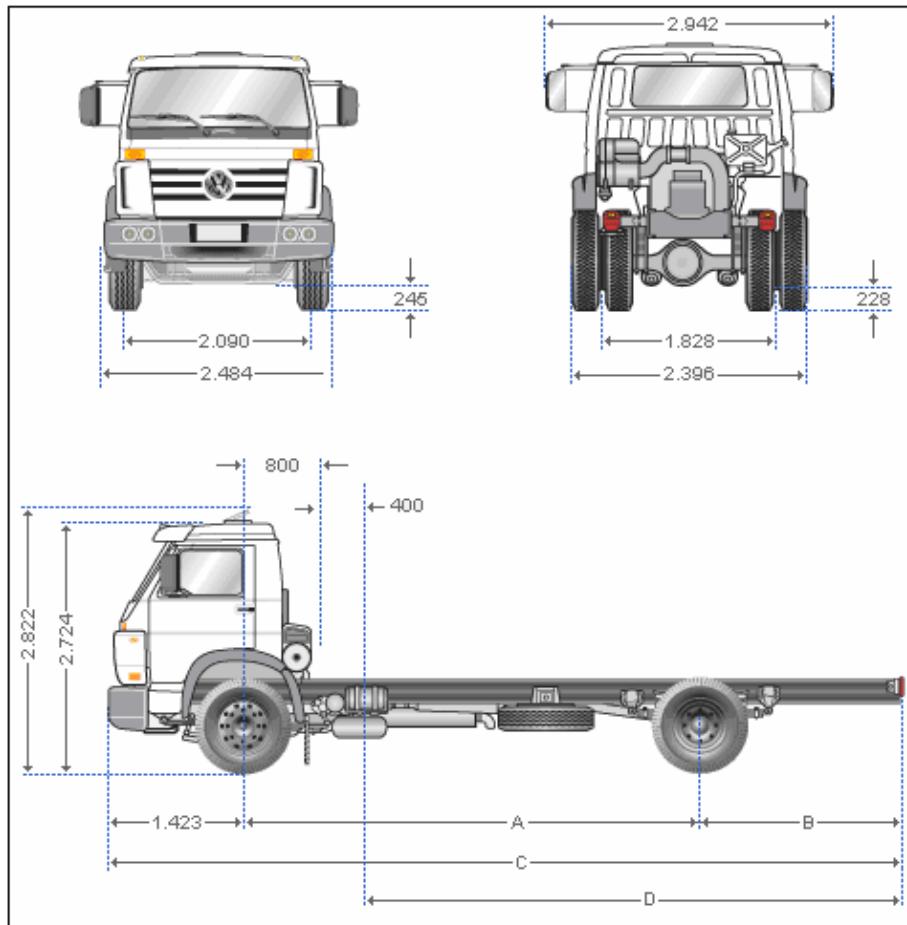


Figura 15 – Vistas frontal, traseira e lateral, com dimensões em milímetros, do caminhão T13

Fonte: VW Caminhões (2008)

O equipamento a ser instalado na carroceria do caminhão é composto de um reservatório metálico (chapa de aço carbono revestida de 4,75 mm de espessura), com quebra-ondas internos, para reduzir a sobrecarga devido a movimentação inercial brusca do conteúdo. As dimensões são adaptadas a cada veículo em função da capacidade de carga, da distância entre eixos, da finalidade e da necessidade do cliente (Figura 16).



Figura 16 – Ilustração do equipamento (reservatório) e bomba lateral, instalado em caminhão semelhante ao escolhido

Possui também uma bomba, com potência de 25 HP, fabricada em ferro fundido, com capacidade de sucção de 1.000 litros por minuto, e com vazão de saída de 300 litros por minuto.

O cálculo utilizado pela empresa para o projeto do reservatório, que é a fórmula do volume do cilindro, está na Equação (11).

$$R_{\text{reservatório}} = \Pi * r^2 * C_{\text{comprimento}} \quad (11)$$

Para o equipamento de coleta dos dejetos suínos, o comprimento do caminhão é de 5,8 m; diâmetro de 1,50 m (ou raio de 0,75 m); que incide no volume aproximado de 10.250 litros.

$$R_{\text{reservatório}} = 3,14159 \times 0,75^2 \times 5,8 \Rightarrow R_{\text{reservatório}} \cong 10.250 \text{ litros}$$

A capacidade de carga do caminhão é de 13.000 quilos, contudo, o equipamento (reservatório e bomba), pesa 2.000 quilos, e o dejeto suíno possui densidade 1,015, que perfaz um peso de 10.403 quilos, totalizando 12.403 quilos; deixando uma folga de 597 quilos.

Para análise de diferenças, optou-se por avaliar também outro veículo, com características semelhantes ao anterior, porém com capacidade de carga de 24.000 quilos (T24). A distância entre eixos de 6,02 metros; balanço traseiro de 2,33 metros; largura de 2,94 metros (considerados os retrovisores) e altura de 2,83 metros (Figura 17).

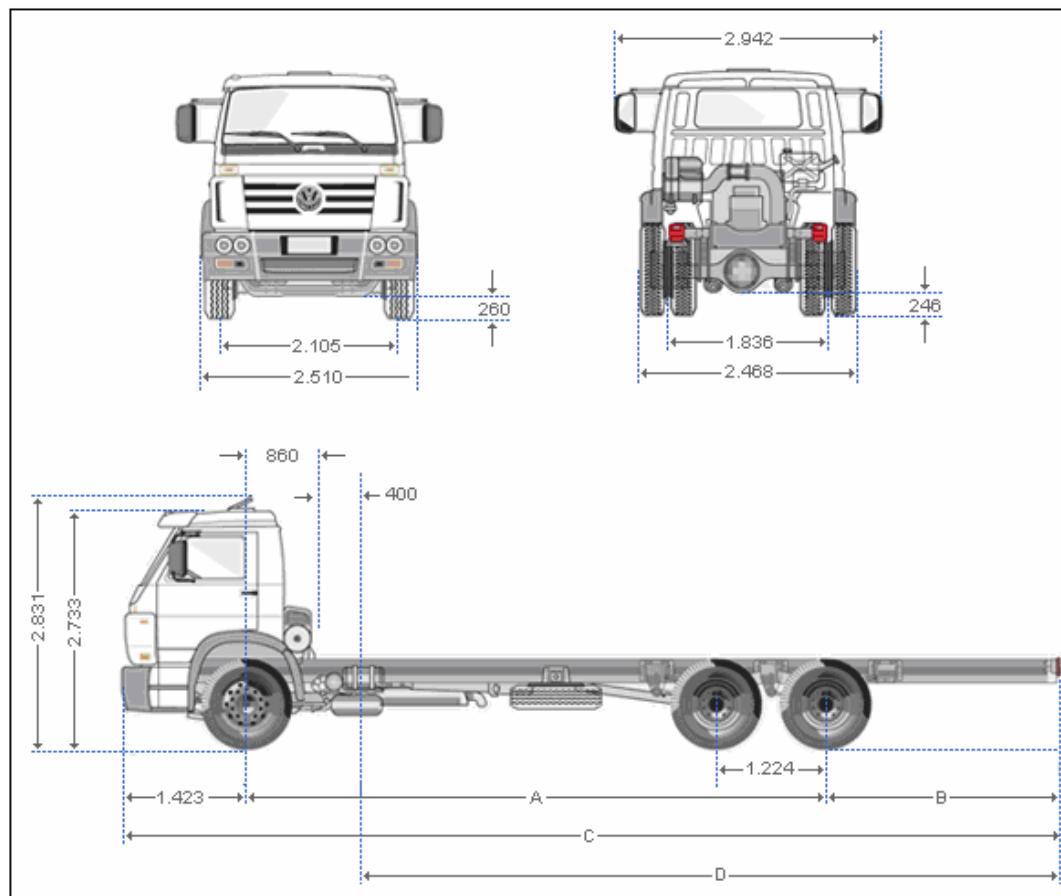


Figura 17 - Vistas frontal, traseira e lateral, com dimensões em milímetros, do caminhão T24

Fonte: VW Caminhões (2008)

O comprimento “D”, 7,08 m (sete metros e oito centímetros) representa a dimensão útil da carroceria. Para o cálculo do reservatório, considerando um raio de 0,95 m e, utilizando a fórmula (12), resulta o volume aproximado de 20.100 litros.

$$R_{\text{reservatório}} = 3,14159 \times 0,95^2 \times 7,08 \Rightarrow R_{\text{reservatório}} \cong 20.074 \text{ litros}$$

Semelhante ao equipamento anterior, este também possui reservatório e bomba, pesando 2.000 kg, e os 20.100 litros de dejetos equivalem a um peso 20.401,5 kg (densidade 1,015), tem-se que o caminhão cheio totalizará o peso de 22.401,50 kg, o que deixa uma folga de 1.598 kg, nesta configuração.

Estes caminhões foram escolhidos por possuírem bom desempenho e rendimento nas atividades de carga, no trânsito em estradas secundárias e, principalmente, por indicação dos usuários e dos fabricantes dos equipamentos a serem utilizados na coleta. Os custos operacionais de cada modelo serão analisados no tópico a seguir.

### 3.5 CUSTOS OPERACIONAIS

Neste tópico, utilizou-se a análise de *Custos Operacionais* citada por Valente; Passaglia; Novaes (2003). Este modelo, baseado no método de custos médios desagregados, possibilita a verificação de cada componente sob o aspecto monetário. Diversas empresas transportadoras utilizam este modelo de custos, por ser de fácil levantamento e elaboração.

Para a coleta dos custos dos veículos e do equipamento, foram contatadas empresas revendedoras, via telefone, internet ou pessoalmente; assim como todas as despesas relacionadas (manutenção, combustível, óleos, pneus, etc.).

As informações para a análise são divididas em quatro grandes grupos: dados gerais; dados de preços, dados de operação do veículo e dados de operação e transporte (Tabela 4).

**Tabela 4 – Informações para análise dos custos operacionais**

---

**Dados Gerais**

---

Período pretendido de uso do chassi e equipamento (N)

Taxa anual de juros

Salário mensal médio do motorista

Número de motoristas por veículo

Encargos sociais

Relação histórica custos diretos e indiretos da empresa

---

**Dados de Preços**

---

**Veículo (unidade tratora)**

Preço caminhão 0km com pneus

Valor de revenda do chassi com N anos de uso

Seguro obrigatório

IPVA

Valor do pneu novo + câmara

Valor da recapagem (de 30 a 40% do valor pneu novo)

Preço de lavagem

Preço de lubrificação (serviço de)

Preço do litro de combustível (diesel)

Preço de óleo (litro)

caixa de câmbio

eixo traseiro, caixa de transferência

sistema de direção

motor

filtros

---

Continua...

---

---

Continuação...

---

**Equipamento de carga**

---

Preço do reservatório

---

**Dados de operação do veículo**

---

Índice médio de recapagens

Vida média do pneu novo

Vida média do pneu recapado

Número de pneus

Intervalos para lavagem

Intervalo para lubrificação

Autonomia média de combustível

Capacidade para

tanque combustível

caixa de câmbio

eixo traseiro, caixa de transferência

sistema de direção

motor

Intervalo de troca para

caixa de câmbio

eixo traseiro, caixa de transferência

sistema de direção

motor

filtros

---

**Dados para operação de transporte**

---

KM mensal estimada

Dias de operação no mês

Horas de operação / dia

Capacidade de carga líquida do equipamento (litros)

Índice de aproveitamento

Ida

Volta

---

Fonte: Adaptado de Valente, Passaglia, Novaes (2003).

Após o arrolamento de todas as informações acima mencionadas, iniciam-se os cálculos de custos fixos, custos variáveis, diretos e indiretos, bem como as

totalizações de custos (Anexos A, B, C, D). Os custos administrativos não estão inseridos na análise, apenas os que estão diretamente ligados ao transporte.

### 3.6 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Para a realização da análise de investimentos do presente projeto, serão utilizados cinco índices de rentabilidade, quais sejam:

- Taxa mínima de atratividade (TMA): o projeto deve ser atrativo, rendendo, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações corrente de baixo risco. No Brasil, utiliza-se como base a rentabilidade da caderneta de poupança, que atualmente é de 8% ao ano. Ou seja, qualquer investimento que proporcione uma rentabilidade igual ou superior a 8% a.a. será viável.
- Valor presente líquido (VPL): reflete a riqueza, em valores monetários, do investimento, medida pela diferença entre o valor presente das entradas e saídas de caixa, a uma determinada taxa de desconto. É considerado atraente todo investimento maior ou igual a zero. A fórmula para o cálculo do VPL é :

$$VPL = \frac{FC_0}{(1+i)^0} + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (12)$$

Em que:

$FC$  = fluxos de caixa esperados (positivos ou negativos)

$i$  = taxa de atratividade

$n$  = número de fatores.

- Taxa interna de retorno (TIR): é considerado rentável o investimento que apresentar  $TIR > TMA$ . Ela iguala o VPL a zero, e é uma das formas mais complexas de analisar as propostas de investimento de capital. Foi utilizada a função do programa Excel para este cálculo.
- Taxa de rentabilidade (TR): não é uma medida de rentabilidade de capital, mas da capacidade de a empresa gerar lucro e poder capitalizar-se. Pode ser medida em um período (um mês, um ano) ou num conjunto de períodos. A análise é de quanto a empresa obtém de lucro para cada \$100 investidos, quanto maior melhor a rentabilidade. Sua fórmula é:

$$TR = \frac{\text{Lucro líquido} \times 100}{\text{Ativo}} \quad (13)$$

Ativo

- Tempo de retorno do investimento (*Payback*): indica quando será recuperado o investimento realizado, ou seja, em quanto tempo (meses ou anos) o dinheiro investido retornará. É realizado analisando-se o fluxo de caixa, e quando os investimentos (saldos negativos) se anularem com as entradas de caixa (receitas), então se terá o período de *payback*. Não há um período mínimo ou máximo pré-estabelecido, pois este varia de acordo com o ramo de atividade, o montante investido, as taxas de retorno e de mínima atratividade estabelecidas.

Após a análise dos custos citados no item 3.5 (Custos Operacionais), inserindo custos estimados para taxas de juros, períodos de investimento e geração de receitas, foi realizada a integração destes com os potenciais de geração de biogás e energia, obtendo-se os resultados dos índices acima descritos para os modelos T13 e T24. No Anexo E, constam os valores e os resultados da análise de investimentos deste projeto.

## 4 APLICAÇÃO E RESULTADOS

### 4.1 PROPRIEDADES

Após a coleta e a análise das informações referentes às 380 propriedades rurais que possuem terminação de suínos, observou-se que este grupo dispõe de aproximadamente 314 mil suínos, que produzem diariamente 1.515,4 toneladas de dejetos.

O Instituto Ambiental do Paraná (IAP), em sua cartilha para Licenciamento Ambiental de suínos, classifica os proprietades em pequenas, médias, grandes e excepcionais, em função da quantidade de suínos e de dejetos gerados. A Figura 18 apresenta a divisão das propriedades analisadas segundo as instruções do IAP.

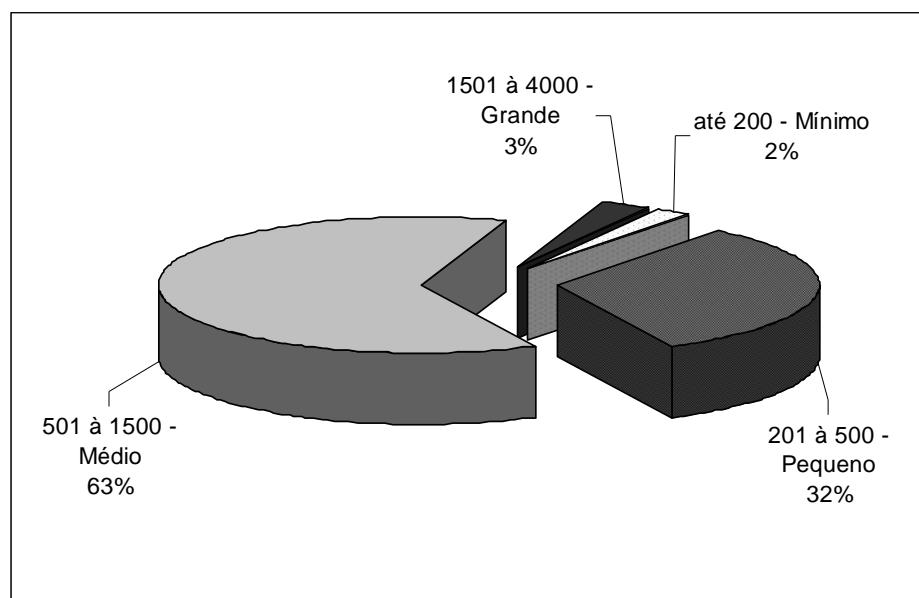


Figura 18 – Percentual de propriedades com terminação de suínos, em função da quantidade em terminação.

Fonte: dados da pesquisa

Nota-se que a parcela de produtores que possuem de 501 a 1.500 suínos (porte médio) é bastante representativa, pois são 237 propriedades. É importante citar que, para o porte mínimo (até 200 cabeças), existe apenas a licença denominada Autorização de Funcionamento. Para as demais modalidades (pequeno, médio, grande e excepcional), há necessidade da chamada Licença Ambiental Prévia, de Instalação e de Operação.

Nas visitas ao escritório regional do IAP, também foram coletadas as áreas das propriedades, que estão dispostas na Figura 19.

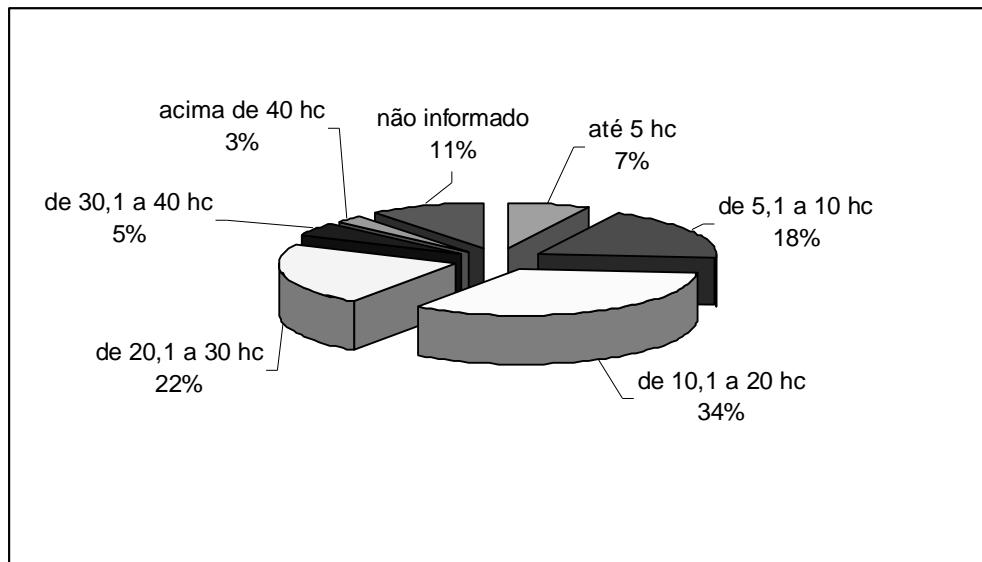


Figura 19 – Área total das propriedades, em hectares, em percentual

Fonte: dados da pesquisa

A denominação de pequena, média e grande propriedade rural configura-se em função da unidade de módulos fiscais, estabelecida pelo INCRA. Para a região do município de Toledo, *pequena propriedade* é a que se enquadra de 1 a 4 módulos fiscais (de 1 a 71,9 hectares); *média propriedade* de 4 a 15 módulos fiscais (72 a 269,9 hectares), e *grande propriedade* acima de 15 módulos fiscais (maior que

270 hectares). No grupo analisado (de 380 produtores), apenas uma propriedade é média (com 84,7 hectares), sendo as demais enquadradas como pequenas propriedades rurais.

O IAP caracteriza a atividade de suinocultura como potencialmente poluidora e, sabendo-se que os produtores rurais geralmente utilizam os dejetos suíños para adubação direta do solo ou fazem a limpeza das áreas de criação de modo incorreto, os mananciais dessas áreas podem ser poluídos, de forma direta ou indireta (pela infiltração no solo). Assim, portanto, outro dado importante, relacionado às propriedades, coletado junto ao IAP, refere-se à origem da água (para consumo) da propriedade (Figura 20).

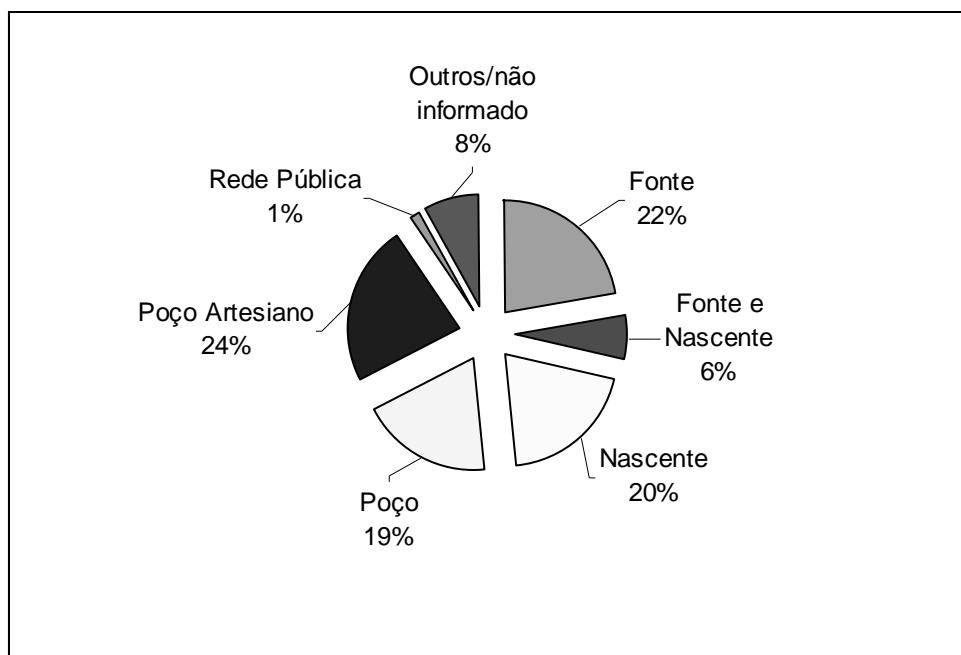


Figura 20 – Origem da água para consumo da propriedade  
Fonte: dados da pesquisa

Com base na Figura 20, considerando que a água para consumo (humano e animal) é proveniente 67% na soma de fonte, de fonte e nascente e de nascente e

poço, isto evidencia a importância do cuidado ambiental que deve existir para a manutenção destes mananciais.

Na Figura 21 se faz a descrição dos tratamentos atuais utilizados nas propriedades com suínos em fase de terminação, o que vem corroborar a informação de destinação inadequada dos dejetos.

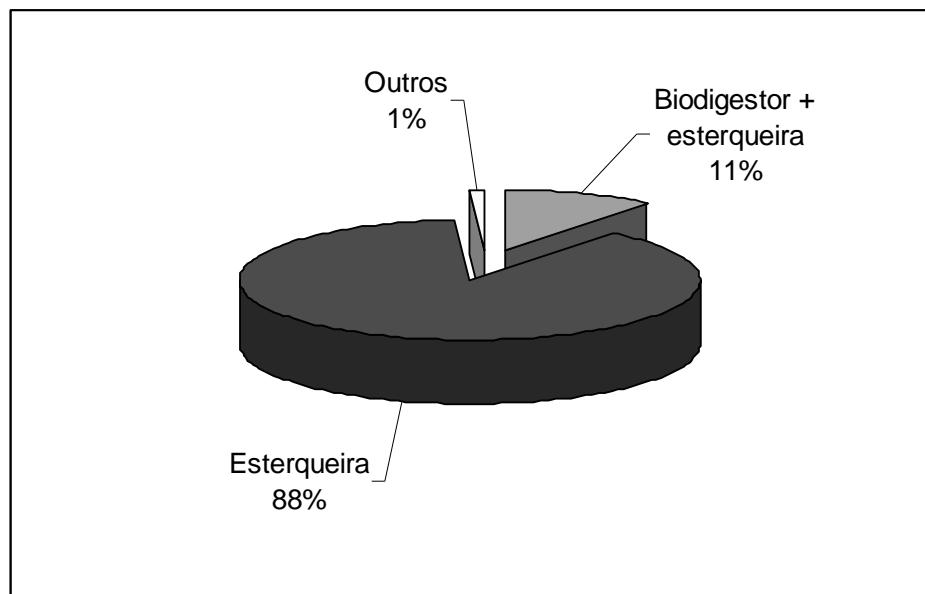


Figura 21 – Tratamento atual dos dejetos nas propriedades suinícias

Fonte: dados da pesquisa

Verifica-se que apenas 11% das propriedades contam com biodigestor, e algumas ainda combinam este com a esterqueira. Isto ocorre devido a fatores como o alto custo para implantação do equipamento, a não-credibilidade de que haverá retorno (financeiro e ambiental) e, por vezes, falta de conhecimento sobre o sistema.

As esterqueiras correspondem a 88% do total das propriedades pesquisadas, o que indica que pode ocorrer uma degradação do ambiente, pois estes dejetos provavelmente serão utilizados nas lavouras, seja na própria propriedade do suinicultor ou nas propriedades adjacentes; pode ainda ocorrer o vazamento (pela

não retirada dos dejetos ou por precipitação exagerada de chuvas), entre outros. Atualmente, o IAP tem exigido dos produtores que sejam construídas esterqueiras denominadas revestidas, para que não ocorram problemas de vazamentos.

De acordo com as determinações para a criação de suínos, as esterqueiras devem ser dimensionadas de modo a conterem os dejetos produzidos pelo período de terminação (engorda) dos animais, que pode variar de 100 a 120 dias. Considerando uma propriedade com 500 suínos, pelo período de 120 dias, e que os dejetos serão conduzidos para a esterqueira com auxílio de água (correspondendo um total de 7 litros, de dejetos mais água); tem-se que a esterqueira precisa ser capaz de receber 420.000 litros por lote de suínos.

A suinocultura é realizada em pequenas propriedades rurais, geralmente pela família do produtor, pois é uma forma de melhorar sua renda com baixos custos, já que as empresas agroindustriais é que realizam o melhoramento genético, desenvolvem novas rações, fazem a entrega e coleta dos suínos.

Entretanto, muitos destes produtores ainda não estão cientes ou preocupados com os danos ambientais que esta atividade pode desencadear. É imprescindível que sejam realizados treinamentos e esclarecimentos a esses produtores, pois, muitas vezes, atitudes simples como a estimativa correta das dimensões da esterqueira, podem impedir os citados danos e melhorar as condições nas propriedades.

## 4.2 RESULTADOS DA ROTEIRIZAÇÃO

Para a realização do roteiro, os produtores foram numerados e localizados em planta (Figura 22), de acordo com a localização geográfica (latitude e longitude), coletada no escritório regional do IAP em Toledo.

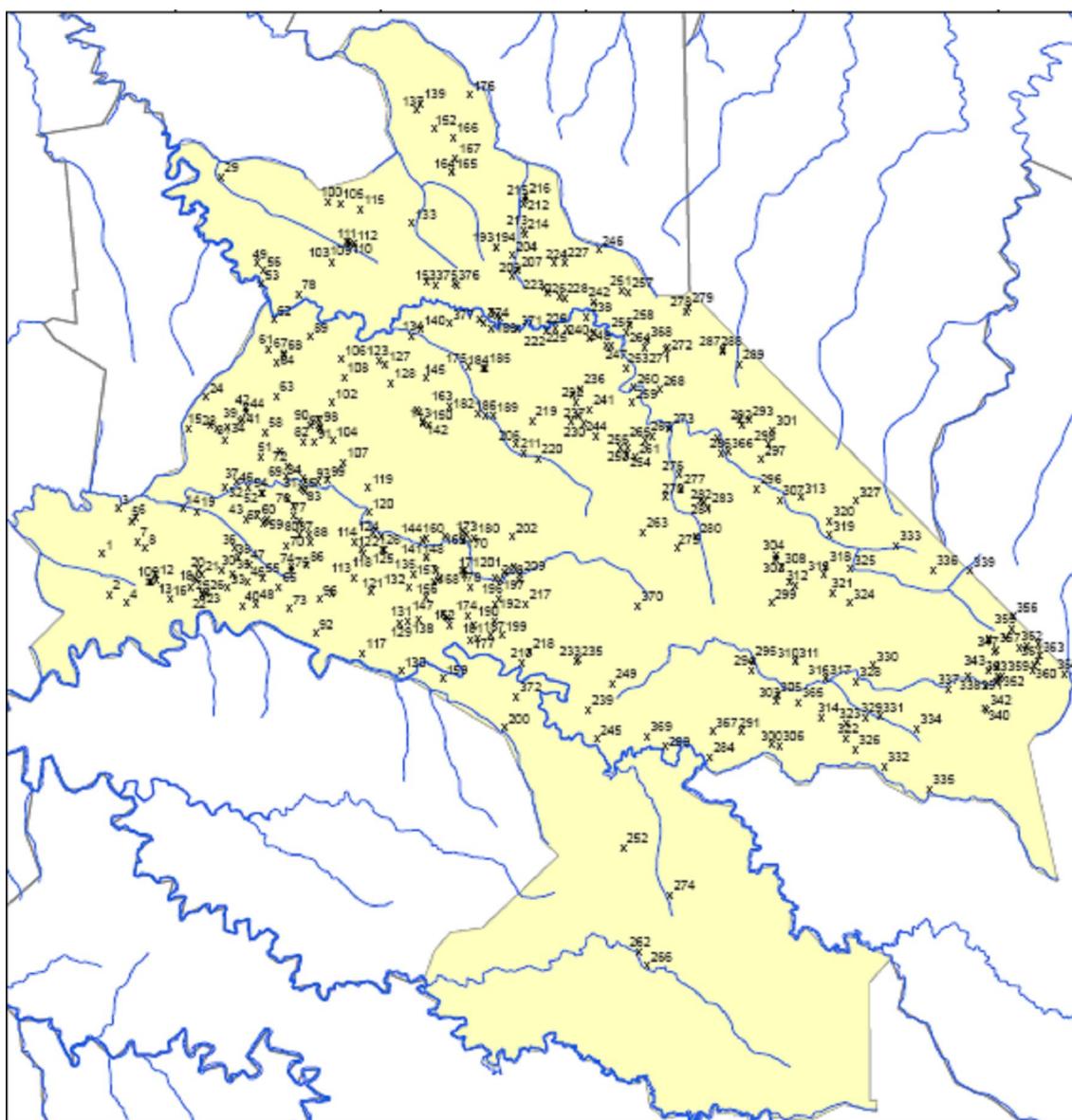


Figura 22 – Localização dos suinocultores (380 propriedades).

Fonte: dados da pesquisa

Após o levantamento e compilação das informações das propriedades, foram realizadas as roteirizações, utilizando-se a heurística de Clark e Wright, conforme descrito nos itens 2.3.2 (Modelos de Transporte) e 3.3 (Modelo de Roteirização Utilizado).

Foram feitas quatro diferentes configurações para a roteirização:

- Caminhão T13 e setor único (380 propriedades);
- Caminhão T24 e setor único (380 propriedades);
- Caminhão T13 e dividido em três setores (por proximidade de distritos);
- Caminhão T24 e dividido em três setores (por proximidade de distritos).

Em todas as configurações, a origem e destino são os mesmos, o centro de bioenergia, que foi alocado próximo à agroindústria processadora de suínos da cidade. Também foi considerada, inicialmente, a existência de apenas um veículo.

Na primeira configuração, a quilometragem total mostrou-se elevada, com 15.297,53 km, num total de 156 rotas, o que implicaria, em havendo apenas um veículo, praticamente, uma rodagem de um mês para a coleta de todas as propriedades.

Na segunda configuração foi efetuada a roteirização com o caminhão T24, mantendo os 380 produtores. Observou-se que, com o aumento de 9.850 litros no equipamento, a quilometragem foi de 13.637,18 km (desde a origem), com 78 rotas, uma redução aproximada de 11%, que incide no custo final de coleta e no tempo necessário para visitar todas as propriedades.

Decidiu-se por uma nova configuração para a roteirização, dividindo o município em setores, aglomerando os distritos contíguos e próximos. Tendo como base a Figura 14 e a Figura 22, foi elaborada a Tabela 5.

Tabela 5 – Setores para coleta de dejetos suínos, no município de Toledo-PR

Setor	Distritos
S1	Concórdia do Oeste, Dez de Maio, Dois Irmãos e Vila Ipiranga
S2	Novo Sarandi, Novo Sobradinho, São Miguel e Vila Nova
S3	Sede, São Luiz do Oeste e contíguo à Sede

Deste modo, o setor S1 contemplou 139 produtores; o setor S2, 111 produtores; e o setor S3 os 129 restantes. Esta divisão por setores visou à melhoria das condições para a roteirização; almejando reduzir a quilometragem, alterando os custos totais finais para a coleta dos dejetos.

Realizou-se, então, a terceira configuração, com o caminhão T13 e os três setores. Esta roteirização resultou nas seguintes quilometragens: 4.490,40 km no S1 (58 rotas), 2.715,36 km no S2 (com 47 rotas e um produtor não roteado) e 4.921,43 km (com 51 rotas), perfazendo um total de 12.127,19 km. Observa-se uma redução de 3.170,34 km (ou cerca de 20%) na quilometragem anterior (primeira configuração).

A quarta configuração, com o modelo T24, resultou na quilometragem total de 9.970,54 (S1 com 3.369,39 km e 29 rotas; S2 com 2.193,27 km e 24 rotas, e S3 com 4.407,88 km e 25 rotas, não roteando um produtor). Observou-se, neste caso, uma redução superior a 26%, ou 3.666,64 km, comparando o mesmo modelo T24 mas com apenas um grupo (segunda configuração).

Constata-se que, utilizando o veículo com maior capacidade de carga, isso incidirá diretamente em redução de quilometragem, de tempo e de custos para o cumprimento de todo o roteiro. Pode, contudo, esta configuração de veículo não conseguir acessar todas as propriedades rurais, pois existem barreiras naturais (estradas em leito natural, por vezes íngremes, árvores, etc.) e físicas (pórticos de

entrada, proximidade das construções na propriedade, falta de espaço para manobra, entre outras).

Para a análise dos custos (próximo item), torna-se indispensável estimar a quantidade de caminhões necessária para a coleta diária dos dejetos, pois o grande volume gerado (1.515,4 toneladas/dia), nas 380 propriedades em questão, determina esta condição, para que seja aproveitada a totalidade do potencial energético dos dejetos.

Na Tabela 6, um resumo dos dados analisados para a estimativa de caminhões.

Tabela 6 – Resumo de informações para estimativa de caminhões (T13 e T24)

	Número de Produtores	km - T13	km - T24	Tempo-T13	Tempo-T24	Volume dejeto
Setor 1 (S1)	139	4.490,00	3.369,39	112:06 h	84:42 h	556.186,20
Setor 2 (S2)	111	2.715,36	2.193,27	67:36 h	54:42 h	462.337,90
Setor 3 (S3)	130	4.921,43	4.407,88	122:55 h	110:12 h	496.913,10
<b>TOTAL</b>	<b>380</b>	<b>12.127,19</b>	<b>9.970,54</b>	<b>302:37 h</b>	<b>249:36 h</b>	<b>1.515.437,20</b>

Observa-se que, para realizar esta estimativa da quantidade de caminhões, foi necessária a combinação dos elementos quilometragem, tempo para cumprir o roteiro no setor e o volume de dejetos gerado no mesmo.

Conclui-se que, para a coleta diária, operando 16 horas/dia (com dois motoristas para cada caminhão, operando 8 horas cada um), a uma velocidade média de 40 km/hora, serão requeridos 19 caminhões modelo T13, ou 16 caminhões modelo T24. Reiterando que não foram feitas análises combinando os dois modelos, foram analisados separadamente.

#### 4.3 CUSTOS DE TRANSPORTE DE DEJETOS

O cálculo dos custos do transporte de dejetos foi realizado com base na metodologia utilizada por Valente; Passaglia; Novaes (2003), para os cálculos de *Custos Operacionais*. Tal análise englobou todas as despesas relacionadas ao veículo, ao equipamento utilizado, à manutenção, despesas com pessoal e encargos sociais, impostos, combustível, enfim, tudo que esteja relacionado ao funcionamento do veículo para coleta de dejetos.

A Tabela 7 apresenta um resumo dos custos operacionais, dos modelos de caminhão escolhidos (ver também Anexos A, B, C e D).

Tabela 7 – Resumo dos Custos Operacionais para transporte de dejetos suínos (uma unidade de caminhão)

Dados Gerais*	T13	T24
Preço caminhão 0km com pneus	131.000,00	198.000,00
Manutenção Geral anual (IPVA, seguro, pneus, lubrificação, etc.)	4.059,00	5.064,00
Salários (considerados encargos de 63,4% - mensal)	3.628,00	3.628,00
Preço do reservatório	30.000,00	48.000,00
Quilometragem mensal estimada	16.000	16.000
Velocidade média	40 km/h	40 km/h
Dias de operação no mês	25	25
Horas de operação / dia	16	16
Capacidade de carga líquida do veículo (litros)	10.300	20.100
Quilometragem (percurso) média entre propriedades	32,75	26,98
Resumo Custos:		
Custo Operacional Total mensal (R\$)	21.631,28	24.390,31
Custo Operacional diário (R\$)	865,25	975,61
Custo por quilômetro (R\$ / km)	1,351	1,524
Custo por tonelada por quilômetro (R\$ / ton / km)	0,262	0,151

\* Todos os valores foram coletados em outubro/2008.

Observa-se que, para a aquisição do veículo e equipamento no modelo T13, o valor é de R\$ 165.059,00 (considerados o veículo, o equipamento e o primeiro ano de seguro e licenciamento). Para o modelo T24, este valor sobe para R\$ 251.064,00, cerca de 52% a mais. Quanto aos custos operacionais mensais entre os modelos T13 e T24, a diferença pode ser considerada média (11,4%).

Considerou-se que os caminhões operarão 25 dias no mês, e 16 horas/dia, com dois motoristas por veículo. A velocidade média foi estimada em virtude de as estradas rurais serem, na maioria dos casos, em leito natural, e os veículos precisarão de um período de tempo para a coleta e despejo dos dejetos coletados.

No tópico a seguir, serão realizadas as interações entre estas informações e os índices para a análise de investimentos.

#### 4.4 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS E VIABILIDADE

Conforme descrito na Revisão Bibliográfica, diversos estudos apontam, no caso da geração de biogás com dejetos suíños, a proporção de 1 kg de dejetos para produzir 0,1064 m<sup>3</sup> de biogás, com período de retenção de 30 dias, portanto, para a geração de 1 m<sup>3</sup> de biogás, serão necessários cerca de 9,40 kg de dejetos suíños, no mesmo período de retenção. Para esta análise não foram considerados os níveis de metano, gás carbônico, configuração das rações e medicamentos utilizados na alimentação dos suíños, que influem diretamente na geração e no poder calorífico do biogás.

A Tabela 8 mostra uma estimativa de geração de biogás e equivalência de utilizações possíveis.

Tabela 8 – Estimativa de geração de biogás, energia elétrica e botijão P13 (equivalente)

	<b>kg Dejeto</b>	<b>m<sup>3</sup> Biogás</b>	<b>Energia elétrica</b>	<b>Botijão P13 equivalente</b>
	1 kg	0,1064 m <sup>3</sup>	0,532 kWh	0,000322
T13 (1 carga)	10.403 kg	1.106,8 m <sup>3</sup>	5.534,3 kWh	33,5
T24 (1 carga)	20.401 kg	2.170,6 m <sup>3</sup>	10.853,3 kWh	65,7

Segundo informações obtidas no sítio da COMPAGÁS (2008), o valor de venda do m<sup>3</sup> de gás natural para fins industriais é, em média<sup>4</sup>, R\$ 1,19 (um real e dezenove centavos), no mês de outubro de 2008. Para a análise de rentabilidade do presente projeto, será considerado o valor de R\$ 1,00 / m<sup>3</sup>; justificando que este biogás poderá ser utilizado pela agroindústria processadora do município, que poderia beneficiar-se ao investir em semelhante projeto.

Para a equivalência de geração de energia elétrica, cada m<sup>3</sup> de biogás pode gerar 5,0 kWh. A companhia de energia elétrica do Estado comercializa o kWh de energia para a região rural do município por R\$ 0,1622 em outubro/2008.

Na comparação realizada em botijões equivalentes aos de 13 kg de gás de cozinha, são necessários 33 m<sup>3</sup> de biogás. Na região do município de Toledo-PR, no mês de outubro/2008, o botijão P13 era comercializado a R\$ 35,00.

A Tabela 9 mostra uma estimativa geral dos custos para a aquisição dos caminhões, equipamentos, instalação do centro de biodigestão, e demais valores para a análise de investimentos.

---

<sup>4</sup> O valor coletado no sítio da Compagás varia de R\$ 1,0641 a R\$ 1,536, dependendo do volume consumido diariamente.

Tabela 9 – Resumo dos custos totais de investimento

Descrição	T13	T24
Custos (caminhão + equipamento)	R\$ 161.000,00	R\$ 246.000,00
Quantidade estimada de caminhões	19	16
Custo total investido	R\$ 3.059.000,00	R\$ 3.936.000,00
Quantidade de motoristas	38	32
Custo operacional total mensal	R\$ 410.994,32	R\$ 390.244,96
Despesa com compra de dejetos (pago aos produtores)	R\$ 91.956,14*	R\$ 75.394,89*
Investimento Biodigestor (geral)**	R\$ 8.000.000,00	R\$ 8.000.000,00
Manutenção mensal do biodigestor**	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00

\* O valor da compra dos dejetos baseou-se nos valores correntes em outubro/2008, que equivale a R\$ 25,00 a carga de 10.300 litros e R\$ 40,00 a carga de 20.100 litros.

\*\* O valor do investimento e manutenção do biodigestor foi calculado proporcionalmente aos valores de biodigestores de pequeno porte, considerada neste valor a compra do terreno para implantação.

Constata-se que, para o investimento total inicial, considerando os caminhões T13 e a implantação do centro de biodigestão, serão necessários R\$ 11.059.000,00. A despesa mensal, que inclui o custo operacional total dos veículos, pagamento aos produtores e manutenção do biodigestor, corresponde a R\$ 602.950,46.

No caso do caminhão T24, como investimento total inicial são necessários R\$ 11.936.000,00 (altera-se apenas o custo de aquisição dos veículos), e a despesa mensal equivale a R\$ 565.639,84.

Com a geração de 1.515.437,2 kg de dejetos ao dia, e considerados 25 dias de operação no mês, serão produzidos e coletados 37.885.930 kg de dejetos, que podem gerar as quantidades de biogás e energia elétrica da Tabela 10.

Tabela 10 – Potencial de geração de biogás e energia elétrica com a coleta proposta no município de Toledo-PR

<b>Dejetos</b>	<b>Biogás</b>	<b>Energia elétrica</b>
1 kg	0,1064 m <sup>3</sup>	0,532 kWh
37.885.930 kg	4.031.062,95 m <sup>3</sup>	20.155.314,75 kWh

Para exclusiva finalidade de análise de investimentos, considera-se que serão comercializados 40% do biogás produzido na forma de energia térmica, vendido a R\$ 1,00/m<sup>3</sup>. Estima-se este percentual por presumir que a agroindústria local utilizaria este volume de biogás, hoje equivalente a madeira e carvão que são utilizados.

O restante poderá ser transformado em energia elétrica, comercializado ao preço do kWh para a área rural, conforme dados da companhia local de energia elétrica (R\$ 0,1622 / kWh).

Após o período de retenção necessário para a geração do biogás, o dejetos deve ser retirado e pode ser comercializado como biofertilizante ou biocarvão. Estimou-se que, do volume inicial de dejetos, ocorra uma perda de aproximadamente 40% com líquidos e subprodutos, podendo o restante ser comercializado como biofertilizante (22.731.558 kg), ou 2.206,9 cargas de 10.300 kg, vendidas a R\$ 25,00 cada carga (totalizando receitas de R\$ 55.173,68).

A Tabela 11 apresenta um resumo das estimativas de receitas, considerando que a geração (de biogás e energia elétrica) será a mesma para os dois modelos de caminhão, pois a quantidade de coleta diária (e mensal) de dejetos não será alterada.

Tabela 11 – Resumo das estimativas de receitas

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade mensal</b>	<b>Valor mensal</b>
Venda de biogás	1.612.425,18 m <sup>3</sup>	R\$ 1.612.425,18
Venda de energia elétrica	12.093.188,85 kwh	R\$ 1.961.515,23
Venda de biofertilizante (carga de 10.300 kg)	2.206	R\$ 55.173,68
Total		R\$ 3.629.114,09

Outra receita que pode advir com a implantação do investimento é a venda de créditos de carbono, após a elaboração e aprovação de um projeto de MDL e, com esta, poderão ser auferidos cerca de R\$ 1.698.965,72 por ano, considerando a redução de 149.294 toneladas de CO<sub>2</sub> e, e o preço de venda de R\$ 11,38<sup>5</sup> (ou US\$ 5,00) por tonelada.

Assim, ao organizar todas estas informações, foram considerados o seguintes fatores limitantes:

- no primeiro ano serão apenas realizados investimentos, aprovação de projetos, licenciamentos, não havendo qualquer produção e consequente receita;
- no segundo ano de operação, no primeiro mês não haverá receita, pois, para ser produzido, o biogás precisa do tempo de retenção de 30 dias;
- as receitas do segundo ao quarto mês contemplam apenas a venda de biogás, considerando que, neste período, serão realizados testes e quantificações para a geração de energia elétrica;
- apenas no quinto mês do segundo ano a receita foi considerada total;
- as despesas foram consideradas totais desde o primeiro mês do segundo ano;
- foram realizados lançamentos para apenas dois anos;

<sup>5</sup> A cotação do dólar era de R\$ 2,277, no dia 18 de novembro de 2008.

- não foi considerada a venda de créditos de carbono na análise de investimentos.

Uma vez organizados os dados com a consideração dos fatores limitantes acima, foram realizadas análises de investimento para os dois modelos de caminhão (T13 e T24), estando os resultados pormenorizados no Anexo E.

Em consequência, constata-se que, para o modelo de caminhão T13, o Valor Presente Líquido (VPL) foi de R\$ 14.422.021,05 ao final do segundo ano. Este índice analisa qual a relação entre \$1 hoje e \$1 no futuro, trabalhando com fluxos de caixa descontados (foi considerada uma taxa de 8% ao mês). É considerado um dos melhores métodos para analisar projetos de investimento, pois seu resultado é na moeda corrente da análise (R\$). O critério para decisão do investimento é: se  $VPL > 0$ , aceita-se o investimento. Neste caso mostrou-se significativo e viável o investimento.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é o percentual que se estipula como o mínimo de retorno do projeto. Ou seja, caso o dinheiro fosse investido em outra aplicação renderia um valor percentual, o valor recebido no investimento escolhido deve ser igual ou superior a esta taxa. No Brasil, por convenção, utiliza-se a rentabilidade da caderneta de poupança, que atualmente é de 8% ao ano. Este percentual foi considerado nos dois modelos (T13 e T24) e seu valor é comparado com o valor encontrado da TIR.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de desconto que iguala fluxos de entrada com fluxos de saída. Seu critério de decisão é: se  $TIR > TMA$ , aceita-se o projeto. No modelo T13, a TIR foi de 12% até o final do segundo ano, indicando bom retorno do investimento.

A Taxa de Rentabilidade (TR) indica quanto a empresa ganhou (\$) ao investir \$ 100. Não é uma medida de capital, mas, da capacidade de a empresa gerar lucro. Na presente análise, verificou-se que a TR = 140,80. Ou seja, para cada R\$ 100,00 investidos no projeto, a empresa pode gerar R\$ 140,80 de lucro.

O período de *payback* (retorno do investimento), quando todos os investimentos e despesas foram pagas e a empresa começa a ter lucros, foi de um ano e sete meses, considerado bastante salutar para a empresa.

Para o caminhão T24, o VPL encontrado foi de R\$ 14.024.546,46, também no final do segundo ano (cerca de 3% menos que no T13). O valor ainda é representativo positivamente para a realização do investimento.

A TIR obtida neste modelo de caminhão foi de 11% ao final do segundo ano. Como o investimento apresenta bom retorno se  $TIR > TMA$ , o investimento é rentável. A TR (taxa de rentabilidade) calculada utilizando o T24 foi de R\$ 126,9. Isso indica que, a cada R\$ 100,00 investidos, houve uma rentabilidade de R\$ 126,90.

O período de *payback*, assim como os demais índices, variou pouco em relação ao T13. Para o modelo T24, com as alterações de investimento e despesas, o período de retorno do investimento encontrado foi de um ano e oito meses (apenas um mês a mais que na análise anterior).

Não foram considerados, na presente análise, os custos ambientais (favoráveis ou não ao projeto), bem como as externalidades negativas (mau cheiro, trânsito de caminhões com dejetos nas ruas da cidade, entre outras) e/ou positivas (novos postos de trabalho diretos e indiretos, formação de matriz energética, possibilidade de ampliação do plantel de suínos nas propriedades, etc.). Todos eles são fatores que poderão advir com a implantação do projeto.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 CONCLUSÕES**

O principal objetivo do trabalho foi analisar os custos operacionais e a viabilidade para a implantação de um sistema de coleta de dejetos suíños (fase de terminação), em propriedades rurais do município de Toledo, para geração de bioenergia. Após a coleta e análise das informações, observou-se que é viável a transformação de dejetos em biogás e energia elétrica, tanto para os produtores de suíños, quanto para a região em que está inserida a cidade de Toledo.

Para o estudo, foram selecionadas 380 propriedades rurais, constatando-se que apenas uma propriedade enquadra-se como média, as demais são pequenas; comprovando a assertão de que a atividade de suinocultura abrange principalmente pequenos produtores, com um regime de trabalho familiar, buscando incrementar sua renda de diversas formas.

Nas propriedades analisadas, são engordados cerca de 314 mil suíños, que produzem diariamente 1.515,4 toneladas de dejetos (urina e esterco). Observou-se que 88% das propriedades possuem esterqueiras como destino dos dejetos, sendo utilizados como fertilizante nas lavouras da propriedade ou redondezas, com risco de contaminação do solo e dos mananciais hídricos. Como cerca de 67% das propriedades obtêm a água para consumo proveniente de fontes não profundas (nascentes e poços), estas são facilmente contamináveis por agentes externos (resíduos, dejetos, entre outros). Evidencia-se, assim, a importância e a necessidade do cuidado ambiental que deve existir para a manutenção destes mananciais.

Para a realização da roteirização, foram realizadas quatro configurações, com os dois modelos de caminhão (T13 e T24), utilizando a heurística de Clark & Wright. Observou-se que a forma mais rápida para coleta é a divisão por setores e com o veículo T24, pois a quilometragem total e o número de rotas é menor, se comparado ao caminhão T13. Na estimativa de custos operacionais, o caminhão T13 apresentou menores custos totais mensais, comparado ao T24. Entretanto, ao analisar o custo por tonelada transportada por quilômetro rodado, o resultado inverteu-se, dando novamente a vantagem ao modelo 24 toneladas.

Quanto à análise de investimentos e viabilidade, constata-se que o investimento inicial, para cada modelo, pode ser considerado elevado, no entanto observou-se que as receitas auferidas são dignas de consideração, pois o volume de dejetos coletado diariamente e o potencial de geração de biogás e energia elétrica são justificáveis.

Conclui-se, portanto, que pode ser viável a elaboração e a implementação de projeto desta natureza na região analisada. Existe matéria-prima (dejetos) em grande quantidade, são conhecidas as formas e as metodologias para a elaboração de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e de biodigestão, bem como a geração de energia térmica ou elétrica com o biogás produzido.

Outro aspecto positivo é a possibilidade de uma nova fonte de renda para o produtor rural, com a venda do dejetos suíno para a geração de bioenergia. A retirada destes dejetos das propriedades melhora o quesito ambiental destas e das propriedades adjacentes, minimizando a poluição e a degradação dos mananciais hídricos, além de propiciar ao produtor a possibilidade de ampliação do plantel.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES

Como recomendações para trabalhos futuros, propõe-se a realização de semelhante estudo, contemplando as outras formas de criação de suínos (porcas lactação, cachaços, leitões na creche e matrizes), pois também produzem consideráveis volumes de dejetos (mesmo em menor quantidade), necessitando igualmente de tratamento e destino adequados.

Sugere-se ainda a utilização de outras heurísticas, ou a combinação de duas ou mais, para a otimização de roteirização, podendo complementar o presente estudo. Outra proposição é a de realizar a análise com diferentes formas de transporte (como dutos por gravidade), que levariam os dejetos de propriedades circunvizinhas até um biodigestor coletivo, gerando renda e energia a este grupo de produtores.

Incentiva-se também a realização de visitas a todas as propriedades que serão estudadas, para averiguação e descrição das barreiras físicas ou naturais, bem como o levantamento das informações das estradas a serem utilizadas. Com estas informações, pode-se optar por utilizar a combinação dos veículos sugeridos ou ainda outros modelos de veículos e equipamentos.

Quanto às análises de custos operacionais e de investimentos e viabilidade, podem ser utilizadas outras metodologias, que contemplem os custos administrativos, e ainda, que agreguem novas variáveis à análise, como, por exemplo, previsão de problemas (pane) dos veículos, ou falta dos motoristas, ou ainda, a realização de coleta semanal.

Espera-se, ainda, que a pesquisa possa explicitar as possibilidades para a instalação de empresas na região, para processar biogás e comercializar nas

variadas aplicações. Espera-se, também, que os produtores rurais recebam informações e treinamento sobre as possibilidades de geração de renda e energia com os dejetos, bem como as atitudes ambientalmente corretas, que não dependem de volumosos investimentos.

Finaliza-se a pesquisa com a certeza de que o assunto não foi esgotado, esperando que novos trabalhos aprimorem as alternativas e as estimativas propostas, agregando valor a um resíduo que geralmente é desperdiçado, resultando em novas fontes de renda e energia aos produtores rurais, tornando mais adequada a qualidade de vida, tanto dos residentes no campo quanto na cidade.

## **REFERÊNCIAS**

ABIPECS – Associação Brasileira Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/estatistica>> . Acesso em: out. 2008.

ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/portal/index2.jsp>>. Acesso em: jul. 2007.

BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004. 226 p.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003. 509 p.

CAVALCANTI, M.; PLANTULLO, V. L. **Análise e elaboração de projetos de investimento e capital sob uma nova ótica**. Curitiba: Juruá, 2008. 383 p.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. São Paulo: Atlas, 1996. 448 p.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). **PIB do agronegócio**. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: out. 2008.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**: supply chain. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 220 p.

COMPAGÁS – Companhia Paranaense de Gás. Curitiba-PR. Disponível em: <[http://www.compagas.com.br/index.php/web/agencia\\_virtual/precos](http://www.compagas.com.br/index.php/web/agencia_virtual/precos)>. Acesso em: out. 2008.

CUNHA, C. B. **Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais**. 1997. Tese (Doutoramento - Departamento de Engenharia e Transportes). Universidade de São Paulo (USP). 222 f. 1997.

\_\_\_\_\_ . Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. Transportes, v. 8 , n. 2, p. 51-74, 2000. Disponível em: <[www.ptr.poli.usp.br/ptr/docentes/cbcunha/files/roteirizacao\\_aspectos\\_praticos\\_CBC.pdf](http://www.ptr.poli.usp.br/ptr/docentes/cbcunha/files/roteirizacao_aspectos_praticos_CBC.pdf)>. Acesso em: mar. 2008.

CUNHA, C. B. da; BONASSER, U. de O.; ABRAHÃO, F. T. M. Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante. **Anais... XVI Congresso da Anpet – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Natal, outubro, 2002. Disponível em: <[http://www.ptr.poli.usp.br/ptr/docentes/cbcunha/files/2-opt\\_TSP\\_Anpet\\_2002\\_CBC.pdf](http://www.ptr.poli.usp.br/ptr/docentes/cbcunha/files/2-opt_TSP_Anpet_2002_CBC.pdf)> . Acesso em: mar. 2008.

DIESEL, R. (Coord.) Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa – BIPERS**. Porto Alegre: Emater/RS. Ano 10, BIPERS 14, ago. 2002. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod\\_publicacao=317](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=317)>. Acesso em: mar.2008

EMBRAPA Suínos e Aves – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Suínos e Aves. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinios/SPSuinos/index.html>>. Acesso em: 3 ago. 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Cenários do ambiente de atuação das organizações públicas de pesquisa, desenvolvimento e inovação para o agronegócio brasileiro**: 2002 - 2012. Brasília, 2002. Disponível em: <[http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/inovacao\\_agronegocios.pdf](http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/inovacao_agronegocios.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2008.

FUNDAÇÃO PROCON-SP – Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor. **Relatório Anual da Cesta Básica 2004**. Disponível em: <<http://www.procon.sp.gov.br/categoria.asp?id=469>>. Acesso em: 15 mar. 2008.

GODOY, S. G. M. **O protocolo de Kyoto e o mecanismo de desenvolvimento limpo**: uma avaliação de suas possibilidades e limites. 2005. Dissertação (Programa de Estudos de Pós-Graduação em Economia Política). Pontifício Universidade Católica (PUC/SP). São Paulo. 2005.

GOMES, M. F. M.; GIROTTI, A. F.; TALAMINI, D. J. D.; LIMA, G. J. M. M. de; MORES, N.; TRAMONTINI, P. **Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1992. (Documentos, 26). 108 p.

GOMES, M.J.N. **Contribuições para otimização em grafos e problemas de percursos de veículos**: sistema SisGRAFO. 1996. Tese (Doutoramento – Engenharia de Sistemas e computação). Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). 294 f. 1996.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. Escritório Regional Toledo. Visitas à entidade e consultas a documentos. 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: fev. 2008.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IPEAdata. **Dados Regionais**. Disponível em: <[http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=1389297904&Tick=1210334683593&VAR\\_FUNCAO=RedirecionaFrameConteudo%28%22iframe\\_dados\\_r.htm%22%29&Mod=R](http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=1389297904&Tick=1210334683593&VAR_FUNCAO=RedirecionaFrameConteudo%28%22iframe_dados_r.htm%22%29&Mod=R)>. Acesso em: abril 2008.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social; IBPQ – Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Paraná; GEPAI/UFSCAR – Grupo de Estudos de Políticas Agroindustriais. **Análise da competitividade da**

**cadeia agroindustrial da carne suína no Estado do Paraná.** Curitiba: IPARDES, 2002. 239 p.

JUNGES, D. M.; KLEINSCHMITT, S. C.; SHIKIDA, P. F. A.; SILVA, J. R. Análise econômico-financeira da implantação do sistema de biodigestores no município de Toledo – Paraná. **Anais... XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER.** Rio Branco, AC. 2008.

LOURENÇO, G. M. Agronegócio no Paraná: oportunidades e ameaças. In: CUNHA, M. S. da; SHIKIDA, P. F. A.; ROCHA Junior, W. F. da. **Agronegócio paranaense: potencialidades e desafios.** Cascavel: Edunioeste, 2002. p. 11-32.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 248 p.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos:** inclui o ABC. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 385 p.

MARTINS, R. S.; LOBO, D. S.; ROCHA JUNIOR, W. F. da; OLIVEIRA, H. F. de; MARTINS, P. do C.; YAMAGUCHI, L. C. T. Desenvolvimento de uma ferramenta para a gestão da logística da captação de leite de uma cooperativa agropecuária. **Gestão & Produção.** vol. 11, n. 03, p. 429-440. São Carlos-SP. set./dez. 2004.

MARTINS, R. S.; LOBO, D. S.; ROCHA JUNIOR, W. F. da; OLIVEIRA, H. F. de; MARTINS, P. do C.; YAMAGUCHI, L. C. T. **LogLeite** (software). 2004.

MATARAZZO, D. C. **Análise financeira de balanços:** abordagem básica e diferencial. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 459 p.

MIELE, M. **Contratos, especialização, escala de produção e potencial poluidor na suinocultura de Santa Catarina.** Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS). Porto Alegre, 2006. 278 f.

MORETTO, A. C.; RODRIGUES, R. L.; PARRÉ, J. L. Tendências do agronegócio no Paraná: 1980 a 1995. In: CUNHA, M. S. da; SHIKIDA, P. F. A.; ROCHA Junior, W. F. da. **Agronegócio paranaense:** potencialidades e desafios. Cascavel: Edunioeste, 2002. p. 33-56.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição:** estratégia, operação e avaliação. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 400 p.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer pesquisa qualitativa.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2007. 182 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de. (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de metodologia científica**: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira, 1997. 315 p.

PEREIRA, S. M.; ROCHA JR., W. F. R.; MIELE, M.; LOBO, D. S. Análise de contratos da suinocultura sob a óptica da Nova Economia Institucional. **Anais...** XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. Rio Branco, AC. 2008.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE TOLEDO. Disponível em: <[http://www.toledo.pr.gov.br/RAA\\_Minuta\\_12\\_03\\_07.pdf](http://www.toledo.pr.gov.br/RAA_Minuta_12_03_07.pdf)>. Acesso em: jun. 2007

**PROTEÇÃO FLORESTAL. Influência das queimadas da Amazônia sobre o efeito estufa.** Laboratório de Proteção Florestal do Curso de Engenharia Florestal da UFPR. Disponível em: <<http://www.floresta.ufpr.br/~lpf/efeitoestufa.html>>. Acesso em: abr. 2008.

REVISTA AMANHÃ. **CNA reduz estimativa de crescimento do PIB agrícola**. Porto Alegre/RS. Disponível em: <<http://www.amanha.com.br/NoticiaDetalhe.aspx?NoticiaID=4350b24e-336e-441a-a079-b3ddcbd5390a>> . Acesso em: 14 out. 2008.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. DERAL – Departamento de Economia Rural. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2007/08**: suinocultura. Elaborado em setembro de 2007. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=32>>. Acesso em: mar. 2008.

SEGANFREDO, M. A.; PERIN JUNIOR, V. **Dejetos suínos**: adubo ou poluente? Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod\\_artigo=210](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=210)>. Acesso em: mar. 2008.

SOUZA, C. de F.; CAMPOS, J. A.; SANTOS, C. R. dos; BRESSAN, W. S.; MOGAMI, C. A. Produção volumétrica de metano – dejetos de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 32, n. 1, p. 219-224, jan./fev. 2008.

TEIXEIRA, R. G.; CUNHA, C. B. da. **Heurísticas para o problema de dimensionamento e roteirização de uma frota heterogênea utilizando o algoritmo out-of-kilter**. Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. Disponível em: <[http://www.ptr.poli.usp.br/ptr/docentes/cbcunha/files/heuristicas\\_dimens\\_roteir\\_OOK\\_CBC.pdf](http://www.ptr.poli.usp.br/ptr/docentes/cbcunha/files/heuristicas_dimens_roteir_OOK_CBC.pdf)>. Acesso em: abr. 2008.

VW CAMINHÓES. **Caminhões e ônibus**. Disponível em: <<http://www.vwcaminhoes.com.br/index.asp>>. Acesso em: fev. 2008.

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A. G. **Gerenciamento de transporte e frotas**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 215 p.

VICECONTI, P. E. V.; NEVES, S. das. **Introdução à economia**. 7. ed. São Paulo: Frase, 2005. 594 p.

WEYDMANN, C. L.; FOSTER, K. A suinocultura representa uma ameaça ao setor norte-americano. In: **Anais...** XLI Congresso da SOBER, 51, 2003, Juiz de Fora. Exportação, segurança alimentar e instabilidade dos mercados. Brasília: SOBER, 2002. p.123-134. 1 CD-ROM.

**ANEXOS**

## ANEXO A – DADOS GERAIS DE CUSTOS

	<b>T13</b>	<b>T24</b>
<b>Dados Gerais</b>		
Período pretendido de uso do chassi e equipamento (N)	5 anos	5 anos
Taxa anual de juros	12%	12%
Salário mensal médio do motorista	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Número de motoristas por veículo	2	2
Encargos sociais	63,40%	63,40%
Relação histórica custos diretos e indiretos da empresa	20%	20%
<b>Dados de Preços</b>		
<b>Veículo</b> (unidade tratora)		
Preço caminhão 0km com pneus	R\$ 131.000,00	R\$ 175.000,00
Valor de revenda do chassi com N anos de uso	R\$ 80.000,00	R\$ 105.000,00
Seguro obrigatório	R\$ 300,00	R\$ 300,00
IPVA	R\$ 1.965,00	R\$ 2.625,00
Valor do pneu novo + câmara	R\$ 960,00	R\$ 960,00
Valor da recapagem (de 30 a 40% do valor pneu novo)	R\$ 384,00	R\$ 384,00
Preço de lavagem	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Preço de lubrificação (serviço de)	R\$ 80,00	R\$ 80,00
Preço do litro de combustível (diesel)	R\$ 2,15	R\$ 2,15
Preço de óleo (litro)	R\$ 10,00	R\$ 10,00
caixa de câmbio	R\$ 10,00	R\$ 10,00
eixo traseiro, caixa de transferência	R\$ 10,00	R\$ 10,00
sistema de direção	R\$ 10,00	R\$ 10,00
motor	R\$ 10,00	R\$ 10,00
filtros	R\$ 300,00	R\$ 300,00
<b>Equipamento</b> de carga		
Preço do reservatório	R\$ 30.000,00	R\$ 48.000,00
<b>Dados de operação do veículo</b>		
Índice médio de recapagens	2	2
Vida média do pneu novo	100.000 km	100.000 km
Vida média do pneu reciclado	70.000 km	70.000 km
Número de pneus	6	10
Intervalos para lavagem	5.000 km	5.000 km

Continua...

	Continuação...	
Intervalo para lubrificação	10.000 km	10.000 km
Autonomia média de combustível	4 km/litro	4 km/litro
Capacidade para (em litros)		
tanque combustível	275	275
caixa de câmbio	6	8,6
eixo traseiro, caixa de transferência	17	20
sistema de direção	3,7	3,7
motor	16,4	22
Intervalo de troca para (em km)		
caixa de câmbio	10.000	10.000
eixo traseiro, caixa de transferência	10.000	10.000
sistema de direção	10.000	10.000
motor	10.000	10.000
filtros	10.000	10.000
<b>Dados para operação de transporte</b>		
KM mensal estimada	16.000	16.000
Dias de operação no mês	25	25
Horas de operação / dia	16	16
Capacidade de carga líquida do equipamento (litros)	10.300	20.100
Índice de aproveitamento		
Ida	0%	0%
Volta	100%	100%

## ANEXO B – CUSTOS FIXOS

T13	T24
<b>Chassi</b>	<b>Chassi</b>
<b>Custo mensal da depreciação do chassi (Cdc)</b>	<b>Custo mensal da depreciação do chassi (Cdc)</b>
Método de depreciação linear $Cdc = [(Pc - Vc) / nc]$ Pc = preço do chassi novo sem pneus Vc = valor da revenda do chassi com nc anos de uso $Cdc = [(126.000 - 80.000) / 5]$ <b>Cdc = 9.200,00</b> (ano) <b>Cdc = 766,66</b> (mês)	Método de depreciação linear $Cdc = [(Pc - Vc) / nc]$ Pc = preço do chassi novo sem pneus Vc = valor da revenda do chassi com nc anos de uso $Cdc = [(188.400 - 120.000) / 5]$ <b>Cdc = 13.680,00</b> (ano) <b>Cdc = 1.140,00</b> (mês)
<b>Custo mensal de remuneração do chassi (Rcc)</b>	<b>Custo mensal de remuneração do chassi (Rcc)</b>
Rcc = $[(Pcp - Vcp) * (nc + 1)^j + Vcp * j] / (2 * nc)$ Pcp = preço total da venda do chassi com pneus Vcp = valor revenda chassi com N anos de uso nc = período pretendido uso do chassi em anos j = taxa anual de juros $Rcc = [(131.000 - 80.000) * (5+1) * 0,12 + 80.000 * 0,012] / (2^5)$ <b>Rcc = 4.632,00</b> (ano) <b>Rcc = 386,00</b> (mês)	Rcc = $[(Pcp - Vcp) * (nc + 1)^j + Vcp * j] / (2 * nc)$ Pcp = preço total da venda do chassi com pneus Vcp = valor revenda chassi com N anos de uso nc = período pretendido uso do chassi em anos j = taxa anual de juros $Rcc = [(198.000 - 120.000) * (5+1) * 0,12 + 120.000 * 0,012] / (2^5)$ <b>Rcc = 7.056,00</b> (ano) <b>Rcc = 588,00</b> (mês)
<b>Custo mensal de salário de operação (Cso)</b>	<b>Custo mensal de salário de operação (Cso)</b>
Cso = $[Sm * Nt * (100+Es)] / 100$ Sm = salário mensal médio da tripulação Nt = número de pessoas da tripulação ES - encargos sociais $Cso = [1.000 * 2 * (100+63,4)] / 100$ <b>Cso = 39.216,00</b> (ano) <b>Cso = 3.628,00</b> (mês)	Cso = $[Sm * Nt * (100+Es)] / 100$ Sm = salário mensal médio da tripulação Nt = número de pessoas da tripulação ES - encargos sociais $Cso = [1.000 * 2 * (100+63,4)] / 100$ <b>Cso = 39.216,00</b> (ano) <b>Cso = 3.628,00</b> (mês)
<b>Custo mensal licenciamento do chassi (Clc)</b>	<b>Custo mensal licenciamento do chassi (Clc)</b>
Clc = $(Csc + Ipc) / 12$ Csc = custo seguro obrigatório Ipc = IPVA $Clc = (300 + 1965) / 12$ <b>Clc = 2.265,00</b> (ano) <b>Clc = 188,75</b> (mês)	Clc = $(Csc + Ipc) / 12$ Csc = custo seguro obrigatório Ipc = IPVA $Clc = (300 + 2970) / 12$ <b>Clc = 3.270,00</b> (ano) <b>Clc = 272,50</b> (mês)
<b>Custo fixo mensal chassi (Cfc)</b>	<b>Custo fixo mensal chassi (Cfc)</b>
Cfc = Cdc + Rcc + Cso + Clc $Cfc = 766,66 + 386 + 3.268 + 188,75$ <b>Cfc = 55.312,92</b> (ano) <b>Cfc = 4.609,41</b> (mês)	Cfc = Cdc + Rcc + Cso + Clc $Cfc = 1.140 + 588 + 3.268 + 272,5$ <b>Cfc = 63.222,00</b> (ano) <b>Cfc = 5.268,60</b> (mês)
<b>Equipamentos</b>	<b>Equipamentos</b>
Reservatório em aço carbono	Reservatório em aço carbono
<b>Custo mensal da depreciação do equipamento (Cde)</b>	<b>Custo mensal da depreciação do equipamento (Cde)</b>
Cde = $[(Pe - Ve) / ne]$ Pe = preço do equipamento ve = valor de venda do equipamento com ne anos de uso $Cde = [(30.000 - 5.000) / 5]$ <b>Cde = 5.000,00</b> (ano) <b>Cde = 416,66</b> (mês)	Cde = $[(Pe - Ve) / ne]$ Pe = preço do equipamento ve = valor de venda do equipamento com ne anos de uso $Cde = [(48.000 - 5.000) / 5]$ <b>Cde = 8.600,00</b> (ano) <b>Cde = 716,66</b> (mês)

<b>Custo mensal remuneração do capital do equipamento (Rce)</b>	<b>Custo mensal remuneração do capital do equipamento (Rce)</b>
$Rce = \{ [(Pep - Vep) * (ne+1)]/2*ne \} * j + Vep * j$	$Rce = \{ [(Pep - Vep) * (ne+1)]/2*ne \} * j + Vep * j$
Pep = preço total do equipamento	Pep = preço total do equipamento
Vep = valor de revenda do equipamento com ne anos de uso	Vep = valor de revenda do equipamento com ne anos de uso
ne = anos de uso	ne = anos de uso
j = taxa de juros	j = taxa de juros
$Rce = \{[(30000-5000)*(5+1)] / 10 \} * 0,12 + 5000*,12$	$Rce = \{[(48000-5000)*(5+1)] / 10 \} * 0,12 + 5000*,12$
<b>Rec = 2.400,00</b> (ano)	<b>Rec = 3.696,00</b> (ano)
<b>Rec = 200,00</b> (mês)	<b>Rec = 308,00</b> (mês)
<b>Custo fixo mensal do equipamento (Cfe)</b>	<b>Custo fixo mensal do equipamento (Cfe)</b>
$Cfe = Cde + Rce$	$Cfe = Cde + Rce$
$Cfe = 416,66 + 200$	$Cfe = 716,66 + 308$
<b>Cfe = 7.399,92</b> (ano)	<b>Cfe = 12.295,92</b> (ano)
<b>Cfe = 616,66</b> (mês)	<b>Cfe = 1.24,66</b> (mês)

## ANEXO C – CUSTOS VARIÁVEIS

T13	T24
<b>Chassi</b>	<b>Chassi</b>
<b>Preço pneu com câmara PPc</b>	<b>Preço pneu com câmara PPc</b>
<b>Ppc</b> = 960,00 Gre - gasto com recapagem Gre = preço recapagem + índice de recapagem <b>Gre</b> = 768,00 gastos com câmara = 0	<b>Ppc</b> = 960,00 Gre - gasto com recapagem Gre = preço recapagem + índice de recapagem <b>Gre</b> = 768,00 gastos com câmara = 0
<b>Custo unitário por pneu do chassi</b>	<b>Custo unitário por pneu do chassi</b>
Upc = Ppc + Gre + Gcam Upc = 960+768 <b>Upc</b> = 1.728,00 Vida útil por pneu = 100.000 + 2*70.000 Vida útil por pneu = 240.000 km	Upc = Ppc + Gre + Gcam Upc = 960+768 <b>Upc</b> = 1.728,00 Vida útil por pneu = 100.000 + 2*70.000 Vida útil por pneu = 240.000 km
<b>Cálculo do custo total de pneus por km (Cpc)</b>	<b>Cálculo do custo total de pneus por km (Cpc)</b>
Cpc = (Upc * Qpc) / ntp Cpc = (1728 * 6) / 240.000 <b>Cpc</b> = R\$ 0,043 por km	Cpc = (Upc * Qpc) / ntp Cpc = (1728 * 6) / 240.000 <b>Cpc</b> = R\$ 0,043 por km
<b>Custo de manutenção do chassi por km</b>	<b>Custo de manutenção do chassi por km</b>
Cmc = Pcn * Imc /Mac Cmc = (126.000 * 0,01)/10.000 <b>Cmc</b> = R\$ 0,12 por km	Cmc = Pcn * Imc /Mac Cmc = (188.400 * 0,01)/10.000 <b>Cmc</b> = R\$ 0,19 por km
<b>Custo de lavagem e lubrificação por km</b>	<b>Custo de lavagem e lubrificação por km</b>
Cla = Pla / Ila Cla = 50/5.000 Cla = R\$ 0,01 por km Clu = Plu / Ilu Clu = 80 / 10.000 Clu = R\$ 0,008 por km Clc = Cla + Clu <b>Clc</b> = R\$ 0,018 por km	Cla = Pla / Ila Cla = 50/5.000 Cla = R\$ 0,01 por km Clu = Plu / Ilu Clu = 80 / 10.000 Clu = R\$ 0,008 por km Clc = Cla + Clu <b>Clc</b> = R\$ 0,018 por km
<b>Custo de combustível por km Ccq</b>	<b>Custo de combustível por km Ccq</b>
Ccq = Plc / Aml Ccq = 2,15 / 4 <b>Ccq</b> = R\$ 0,54 por km	Ccq = Plc / Aml Ccq = 2,15 / 4 <b>Ccq</b> = R\$ 0,54 por km
<b>Custo de óleo lubrificante por km (Coq)</b>	<b>Custo de óleo lubrificante por km (Coq)</b>
Ocxmud= Pcm * Qcm / lcm Ocm = (10*6)/10.000 <b>Ocm</b> = R\$ 0,006 por km <b>Ósistdireção</b> = Psd * Qsd / lsd Osd = ( 10 *3,7) / 10.000 <b>Osd</b> = R\$ 0,0037 por km <b>Olmotor</b> = Pom * Qto / lto Om = (10 * 16,4)/10.000 <b>Om</b> = R\$ 0,016 por km <b>Com</b> = Pom * Qco / 1000 Com = (10 * 3) / 1.000 <b>Com</b> = R\$ 0,03 por km <b>Coq</b> = Com + Osd + Tom + Com Coq = Com + Osd + Tom + Com	Ocxmud= Pcm * Qcm / lcm Ocm = (10*8,6)/10.000 <b>Ocm</b> = R\$ 0,008 por km <b>Ósistdireção</b> = Psd * Qsd / lsd Osd = ( 10 *3,7) / 10.000 <b>Osd</b> = R\$ 0,0037 por km <b>Olmotor</b> = Pom * Qto / lto Om = (10 * 22)/10.000 <b>Om</b> = R\$ 0,02 por km <b>Com</b> = Pom * Qco / 1000 Com = (10 * 3) / 1.000 <b>Com</b> = R\$ 0,03 por km <b>Coq</b> = Com + Osd + Tom + Com Coq = Com + Osd + Tom + Com

<b>Coq = R\$ 0,055 por km</b>	<b>Coq = R\$ 0,062 por km</b>
<b>Custo variável do chassi (Cvc)</b>	<b>Custo variável do chassi (Cvc)</b>
<b>Cvc = Cpc + Cmc + Clc + ccq + Coq</b>	<b>Cvc = Cpc + Cmc + Clc + ccq + Coq</b>
<b>Cvc = R\$ 0,78 por km</b>	<b>Cvc = R\$ 0,853 por km</b>
<b>Custo de manutenção do equipamento por km (Cme)</b>	<b>Custo de manutenção do equipamento por km (Cme)</b>
Cme = Pen * Ime / Mae	Cme = Pen * Ime / Mae
Cme = 30.000 * 0,005 / 10.000	Cme = 48.000 * 0,005 / 10.000
<b>Cme = R\$ 0,015 por km</b>	<b>Cme = R\$ 0,024 por km</b>
Custo variável do equipamento por km (Cve)	Custo variável do equipamento por km (Cve)
Cve = Cme	Cve = Cme
<b>Cve = R\$ 0,015 por km</b>	<b>Cve = R\$ 0,024 por km</b>

## ANEXO D – FECHAMENTO DOS CUSTOS

T13	T24
<b>Custos Diretos</b>	<b>Custos Diretos</b>
<b>Custo fixo mensal do chassi e equipamento</b>	<b>Custo fixo mensal do chassi e equipamento</b>
CFM = Cfc + Cfe CFM = 4.609,41 + 616,66 <b>CFM = R\$ 5.226,07 mês</b>	CFM = Cfc + Cfe CFM = 5.268,60 + 1.024,66 <b>CFM = R\$ 6.293,26 mês</b>
<b>Custo variável por km chassi e equipamento</b>	<b>Custo variável por km chassi e equipamento</b>
CVQ = Cvc + Cve CVQ = 0,78 + 0,015 <b>CVQ = R\$ 0,80 por km</b>	CVQ = Cvc + Cve CVQ = 0,853 + 0,024 <b>CVQ = R\$ 0,877 por km</b>
<b>Custo direto operacional mensal (CDM)</b>	<b>Custo direto operacional mensal (CDM)</b>
CDM = CVQ * QVM + CFM CDM = 0,80 * 16.000 + 5.226,07 <b>CDM = 18.026,07</b>	CDM = CVQ + QVM + CFM CDM = 0,877 * 16.000 + 6.293,26 <b>CDM = 20.325,26</b>
<b>Custo indireto operacional mensal (CIM)</b>	<b>Custo indireto operacional mensal (CIM)</b>
CIM = CDM * IDI CIM = 18.026,07 * 0,20 <b>CIM = 3.605,21</b>	CIM = CDM * IDI CIM = 20.325,26 * 0,20 <b>CIM = 4.065,05</b>
<b>Custo operacional total por mês para veículo (COM)</b>	<b>Custo operacional total por mês para veículo (COM)</b>
COM = CDM + CIM COM = 18.026,07 + 3.605,21 <b>COM = 21.631,28</b>	COM = CDM + CIM COM = 20.325,26 + 4.065,05 <b>COM = 24.390,31</b>
<b>Custo operacional total por km (COQ)</b>	<b>Custo operacional total por km (COQ)</b>
COQ = COM / QME COQ = 21631,28 / 16.000 <b>COQ = R\$ 1,351 por km</b>	COQ = COM / QME COQ = 24.390,31 / 16.000 <b>COQ = R\$ 1,524 por km</b>
<b>Custo operacional total por dia trabalhado (COD)</b>	<b>Custo operacional total por dia trabalhado (COD)</b>
COD = COM / NDO COD = 21.631,28 / 25 <b>COD = 865,25 por dia</b>	COD = COM / NDO COD = 24.390,31 / 25 <b>COD = 975,61 por dia</b>
<b>Custo operacional por hora trabalhada (COH)</b>	<b>Custo operacional por hora trabalhada (COH)</b>
COH = COD / NHD COH = 865,25 / 16 <b>COH = 54,07 por hora</b>	COH = COD / NHD COH = 975,61 / 16 <b>COH = 60,97 por hora</b>
<b>Custo total da tonelada transportada por km (CTQ)</b>	<b>Custo total da tonelada transportada por km (CTQ)</b>
CTQ = COQ / (CCV * IAV) CTQ = 1,351 / (10,3 * 0,5) <b>CTQ = 0,262 por tonelada transportada por km</b>	CTQ = COQ / (CCV * IAV) CTQ = 1,524 / (20,1 * 0,5) <b>CTQ = 0,151 por tonelada transportada por km</b>

## ANEXO E – RESULTADOS DA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

### Caminhão T13

	mês	Investimento	Receitas	Despesas	Fluxo de Caixa líquido	Saldo a recuperar
<b>Ano 1</b>	jan a dez	-11.059.000,00			-11.059.000,00	-11.059.000,00
<b>Ano 2</b>	jan (1)			-602.950,46	-602.950,46	-11.661.950,46
	fev (2)	1.612.425,18		-602.950,46	1.009.474,72	-10.652.475,74
	mar (3)	1.612.425,18		-602.950,46	1.009.474,72	-9.643.001,02
	abr (4)	1.612.425,18		-602.950,46	1.009.474,72	-8.633.526,30
	maio (5)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	-5.607.362,67
	jun (6)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	-2.581.199,04
	jul (7)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	444.964,58
	ago (8)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	3.471.128,21
	set (9)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	6.497.291,84
	out (10)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	9.523.455,47
	nov (11)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	12.549.619,10
	dez (12)	3.629.114,09		-602.950,46	3.026.163,63	15.575.782,73
<b>Σ Ano 2</b>		33.870.188,26		-7.235.405,53	15.575.782,73	15.575.782,73

TMA = 8% (poupança)

VPL = R\$ 14.422.021,05 (até o final do segundo ano)

TIR = 12% (até o final do segundo ano)

TR = R\$ 140,80 (para cada R\$ 100,00 que a empresa investiu, ganhou R\$ 140,80)

Payback = 1 ano e 7 meses

## Caminhão T24

	mês	Investimento	Receitas	Despesas	Fluxo de Caixa Líquido	Saldo a recuperar
<b>Ano 1</b>	jan a dez	-11.059.000,00			-11.936.000,00	-11.936.000,00
<b>Ano 2</b>	jan (1)			-565.639,84	-565.639,84	-12.501.639,84
	fev (2)	1.612.425,18		-565.639,84	1.046.785,34	-11.454.854,50
	mar (3)	1.612.425,18		-565.639,84	1.046.785,34	-10.408.069,16
	abr (4)	1.612.425,18		-565.639,84	1.046.785,34	-9.361.283,82
	maio (5)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	-6.297.809,57
	jun (6)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	-3.234.335,32
	jul (7)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	-170.861,07
	ago (8)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	2.892.613,18
	set (9)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	5.956.087,43
	out (10)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	9.019.561,68
	nov (11)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	12.083.035,93
	dez (12)	3.629.114,09		-565.639,84	3.063.474,25	15.146.510,18
<b>Σ Ano 2</b>		33.870.188,26	-6.787.678,08		15.146.510,18	15.146.510,18

TMA = 8% (poupança)

VPL = R\$ 14.024.546,46 (até o final do segundo ano)

TIR = 11% (até o final do segundo ano)

TR = R\$ 126,90 (para cada R\$ 100,00 que a empresa investiu, ganhou R\$ 126,90)

Payback = 1 ano e 8 meses

**ANEXO F – MAPA COM LOCALIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE SUÍNOS,  
EM FASE DE TERMINAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE TOLEDO-PR (A3)**